



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

INFORME ESTACIONAL 2022

Elaborado para:



Elaborado por:



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

Teléfonos: 051 3963771/961388886/967635869

www.asilorza.com

gerencia@asilorza.com

NOVIEMBRE 2022

1. ÍNDICE

1.	ÍNDICE.....	2
2.	INTRODUCCIÓN	4
3.	GENERALIDADES.....	6
3.1.	MONITOREO AMBIENTAL PARTICIPATIVO (MAP) QUELLAVECO	6
3.1.1.	CREACIÓN Y CONFORMACIÓN DEL MAP QUELLAVECO.....	6
3.1.2.	alcances DEL MAP QUELLAVECO.....	6
3.2.	INFORMACIÓN DEL PROYECTO QUELLAVECO	7
3.2.1.	INSTRUMENTOS DE GESTIÓN AMBIENTAL (IGA) APROBADOS DEL PROYECTO.....	7
3.2.2.	UBICACIÓN DEL PROYECTO	8
3.3.	OBJETIVOS	9
3.3.1.	OBJETIVO GENERAL.....	9
3.3.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	9
4.	ACTIVIDADES DEL MAP N°10 CAMPAÑA HÚMEDA-2022	10
4.1.	DISTRIBUCIÓN DE LAS ZONAS DE TRABAJO	10
4.1.1.	ZONA DE ALTA MONTAÑA	10
4.1.2.	ZONA DE OPERACIONES.....	10
4.2.	RESUMEN DE UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO.....	10
4.2.1.	UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO	10
4.2.2.	Puntos de monitoreo para flora.....	11
4.2.3.	PUNTOS DE MONITOREO PARA FAUNA.....	13
4.3.	BITÁCORA DE LA REALIZACIÓN DEL MONITOREO.....	14
4.3.1.	Consideraciones	14
4.3.2.	RESUMEN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS	15
5.	METODOLOGÍAS Y PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO	20
5.1.	FLORA Y VEGETACIÓN	20
5.1.1.	METODOLOGÍA.....	20
5.2.	FAUNA SILVESTRE.....	24
5.2.1.	METODOLOGÍA.....	25
6.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
6.1.	FLORA Y VEGETACIÓN	33

6.1.1.	DESCRIPCIÓN DE LAS COBERTURAS VEGETALES.....	33
6.1.2.	ANÁLISIS TOTAL EN EL ÁREA DEL PROYECTO.....	38
6.1.3.	ANÁLISIS POR COBERTURA VEGETAL.....	50
6.1.4.	ANÁLISIS POR UNIDAD DE VEGETACIÓN.....	81
6.1.5.	ANÁLISIS POR ZONA DEL PROYECTO.....	130
6.1.6.	ESPECIES DE IMPORTANCIA BIOLÓGICA.....	140
6.1.7.	ANÁLISIS COMPARATIVO DE TIPO HISTÓRICO DEL MAP CAMPAÑA N°8 Y LAS ANTERIORES CAMPAÑAS DEL MAP.....	141
6.2.	FAUNA.....	144
6.2.1.	AVIFAUNA.....	144
6.2.2.	MASTOFAUNA.....	198
6.2.3.	HERPETOFAUNA.....	245
7.	CONCLUSIONES PARA DIFUSIÓN.....	273
7.1.	FLORA Y VEGETACIÓN.....	273
7.2.	AVIFAUNA.....	274
7.3.	MASTOFAUNA.....	275
7.4.	HERPETOFAUNA.....	276

2. 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 en el mes de septiembre del 2022, periodo que corresponde a la temporada seca.

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 área naturales protegidas y sus 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 37, distribuidos en 22 puntos para la zona de abastecimiento y 15 puntos para la zona de operaciones. Para fauna (aves, mamíferos, anfibios y reptiles) se evaluaron 14 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).

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 Pérarido, 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.








3. GENERALIDADES

3.1. MONITOREO AMBIENTAL PARTICIPATIVO (MAP) QUELLAVECO

3.1.1. 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 Tumulaca, Pocata, Coscore y Tala:
01 representante.

3.1.2. ALCANCES DEL MAP QUELLAVECO

El alcance del presente informe corresponde al desarrollo e interpretación de los resultados obtenidos de calidad ambiental en el Monitoreo Ambiental Participativo (MAP) del Proyecto Minero Quellaveco correspondiente a la campaña N° 10 – Temporada Seca 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.

3.2. INFORMACIÓN DEL PROYECTO QUELLAVECO

3.2.1. 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.

3.2.2. 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.

3.2.2.1. 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.

3.2.2.2. 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.

3.2.2.3. 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.

3.3. OBJETIVOS

3.3.1. 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 Seca 2022.

3.3.2. 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.

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

4.1. DISTRIBUCIÓN DE LAS ZONAS DE TRABAJO

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

4.1.1. ZONA DE ALTA MONTAÑA

Esta zona está comprendida por 22 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.

4.1.2. ZONA DE OPERACIONES

En la zona de operaciones se tiene 15 puntos para flora y 1 para monitoreo de fauna. Se realiza el monitoreo de cada componente (flora, aves, mamíferos y reptiles). Adicionalmente a esto, el monitoreo de censo que adiferencia de alta montaña en operaciones esta 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.

4.2. RESUMEN DE UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO

4.2.1. UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Las estaciones de monitoreo establecidos para la evaluación de flora fueron de 37, de los cuales 15 corresponden a la zona de operaciones, 22 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).

4.2.2. PUNTOS DE MONITOREO PARA FLORA

Cuadro 4-1 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-T2-Tb	Abastecimiento	19 L	354592	8150721		4433	Bofedal	Formación mixta de turbera de Distichia y césped de arroyo	Evaluado
2	F01-T1-Pj	Abastecimiento	19 L	358752	8159110		4415	Pajonal andino	Formación mixta de pajonal y matorral	Evaluado
3	F04-T1-Ca	Abastecimiento	19 L	359189	8156876		4273	Pajonal andino	Formación mixta de pajonal y matorral	Evaluado
4	F06-T1-Pj-m	Abastecimiento	19 L	356497	8156638		4389	Pajonal andino	Formación mixta de pajonal y matorral	Evaluado
5	F10-	Abastecimiento	19 L	357685	8158124		4384	Pajonal andino	Formación mixta de pajonal y matorral	Evaluado
6	F11-T1-Tb-ca	Abastecimiento	19 L	357518	8169362		4392	Bofedal	Formación mixta de turbera de Distichia y césped de arroyo	Evaluado
7	F16-T1-Tb-Ca	Abastecimiento	19 L	358113	8155685		4384	Bofedal	Formación mixta de turbera de Distichia y césped de arroyo	Evaluado
8	F17-T1-Tb-ca	Abastecimiento	19 L	357648	8155716		4388	Bofedal	Formación mixta de turbera de Distichia y césped de arroyo	Evaluado
9	F28-T1-Tb-ca	Abastecimiento	19 L	357150	8159363		4501	Bofedal	Césped de arroyo	Evaluado
10	F33-T1-Pj-m	Abastecimiento	19 L	356869	8155986		4390	Matorral arbustivo	Matorral	Evaluado
11	O03	Operaciones	19 L	320205	8099669		3204	Matorral arbustivo	Matorral	Evaluado
12	O03c	Operaciones	19 L	322403	8095933		3384	Matorral arbustivo	Matorral	Evaluado
13	O04	Operaciones	19 L	312658	8102470		2895	Matorral arbustivo	Matorral	Evaluado
14	O09	Operaciones	19 L	322232	8106668		3799	Matorral arbustivo	Matorral	Evaluado
15	O10	Operaciones	19 L	327919	8107233		3485	Matorral arbustivo	Matorral	Evaluado
16	O15	Operaciones	19 L	328505	8107156		4012	Matorral arbustivo	Matorral	Evaluado
17	O15b	Operaciones	19 L	328958	8107002		4036	Matorral arbustivo	Matorral	Evaluado
18	O32	Operaciones	19 L	314573	8103274		3153	Matorral arbustivo	Matorral	Evaluado

N°	Estaciones de Monitoreo	Zona de Monitoreo	Zona	Este	Norte		Altitud	Cobertura vegetal	Unidad de vegetación	Estado
19	O33	Operaciones	19 L	315340	8103651		3179	Matorral arbustivo	Matorral	Evaluado
20	O34	Operaciones	19 L	320200	8100067		3424	Matorral arbustivo	Matorral	Evaluado
21	F25-T1-Ca	Abastecimiento	19k	358568	8157196		4390	Bofedal	Formación mixta de turbera de Distichia y césped de arroyo	Evaluado
22	F09-T1-Pj	Abastecimiento	19k	358702	8156903		4391	Pajonal andino	Pajonal de puna seca	Evaluado
23	F26-T1-Pj	Abastecimiento	19k	357895	8156554		4377	Pajonal andino	Pajonal de puna seca	Evaluado
24	F02-T1-Ca (Tb)	Abastecimiento	19k	358691	8158978		4436	Bofedal	Formación mixta de turbera de Distichia y césped de arroyo	Evaluado
25	F22-	Abastecimiento	19k	354654	8158673		4387	Matorral arbustivo	Matorral andino con afloramiento rocoso	Evaluado
26	F05-T2-Ma	Abastecimiento	19k	354724	8159124		4409	Matorral arbustivo	Matorral andino con afloramiento rocoso	Evaluado
27	F30-T1-Pj_m (Tb Bofedales)	Abastecimiento	19k	355721	8157119		4407	Bofedal	Césped de arroyo	Evaluado
28	F07-T1-Pj	Abastecimiento	19k	356986	8157799		4402	Pajonal andino	Pajonal de puna seca	Evaluado
29	F14-2	Abastecimiento	19k	354813	8155856		4411	Pajonal andino	Pajonal de puna seca	Evaluado
30	F12-	Abastecimiento	19k	354581	8154356		4405	Pajonal andino	Pajonal de puna seca	Evaluado
31	F13-T1-Ca (Tb)	Abastecimiento	19k	354489	8154328		4400	Bofedal	Formación mixta de turbera de Distichia y césped de arroyo	Evaluado
32	A25-T1-T6 (Tb)	Abastecimiento	19k	354087	8149702		4454	Bofedal	Formación mixta de turbera de Distichia y césped de arroyo	Evaluado
33	O30	Operaciones	19K	330825	8110781		4256	Matorral arbustivo	Formación mixta de matorral y pajonal	Evaluado
34	O26	Operaciones	19K	326984	8109914		3957	Matorral arbustivo	Formación mixta de matorral y pajonal	Evaluado
35	O06	Operaciones	19K	328646	8109057		3842	Matorral arbustivo	Formación mixta de matorral y pajonal	Evaluado
36	O6b	Operaciones	19K	329711	8109757		4055	Matorral arbustivo	Formación mixta de matorral y parches de Polylepis sp.	Evaluado
37	O08	Operaciones	19K	325284	8102263		3413	Matorral arbustivo	Formación mixta de matorral y monte ribereño	Evaluado

Elaboración: ASILORZA, 2022

4.2.3. PUNTOS DE MONITOREO PARA FAUNA

Las estaciones de monitoreo correspondiente a fauna son 18, de los cuales 14 están ubicados en la zona de operaciones y 4 en la zona abastecimiento (Anexo 1: 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.

Cuadro 4-2 Ubicación de Estaciones de monitoreo de fauna

PUNTOS DE MONITOREO - FAUNA				
Nº	Puntos de Monitoreo	Cobertura vegetal	Coordenadas UTM Datum WGS84	
			Zona 19L	
			Este	Norte
Zona de Abastecimiento de Agua				
1	T-6	Pajonal andino - Pj	356687	8158832
2	T-20	Pajonal andino - Pj	352697	8169923
3	T-15	Pajonal andino - Pj	353628	8149098
4	T-16	Pajonal andino - Pj	356038	8154350
5	Suri 01	Área altoandina con escasa y sin vegetación	343781	8139027
6	Suri 02	Área altoandina con escasa y sin vegetación	328667	8149738
7	Suri 03	Pajonal andino - Pj	351552	8169562
8	Suri 04	Pajonal andino - Pj	356364	8159114
9	Ma-01 (Vicuña y Taruca)	Área altoandina con escasa y sin vegetación	342251	8140381
10	Ma-02 (Vicuña y Taruca)	Área altoandina con escasa y sin vegetación	347118	8143130
11	Ma-03 (Vicuña y Taruca)	Pajonal andino - Pj	355200	8148000
12	Ma-04 (Vicuña y Taruca)	Pajonal andino - Pj	353777	8159822
13	Ma-05 (Vicuña y Taruca)	Pajonal andino - Pj	368233	8151054
14	Ma-06 (Vicuña y Taruca)	Pajonal andino - Pj	354064	8167761
Zona de Operaciones Mineras				
15	O6	Matorral arbustivo - Ma	328667	8109072
16	T-14	Pajonal andino - Pj	331006	8107872
17	O15	Pajonal andino - Pj	328376	8107245
18	O15PC1	Pajonal andino - Pj	329201	8106785
19	O31	Bosque relicto altoandino - Br-al	329552	8109863
20	O9	Matorral arbustivo - Ma	322279	8106665
21	O10	Matorral arbustivo - Ma	319856	8105528
22	O8	Matorral arbustivo - Ma	325564	8102309
23	T-6	Matorral arbustivo - Ma	328938	8101222

PUNTOS DE MONITOREO - FAUNA				
Nº	Puntos de Monitoreo	Cobertura vegetal	Coordenadas UTM Datum WGS84	
			Zona 19L	
			Este	Norte
Zona de Abastecimiento de Agua				
24	CONTROL O3	Matorral arbustivo - Ma	322405	8095932
25	M-52	Matorral arbustivo - Ma	323743	8096552
26	O34	Matorral arbustivo - Ma	320391	8100034
27	O33	Matorral arbustivo - Ma	315342	8103647
28	O32	Matorral arbustivo - Ma	314458	8103310
29	Pampa Tolar	Pajonal andino - Pj	326428	8099227
30	Quebrada Yarito	Pajonal andino - Pj	323794	8096593
31	Quebrada Salviani	Pajonal andino - Pj	324751	8104468
32	Cerro Prieto	Pajonal andino - Pj	323642	8102541

Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.3. BITÁCORA DE LA REALIZACIÓN DEL MONITOREO

4.3.1. 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 se realizó en el mes de septiembre del 2022, bajo el contexto del estado de emergencia debido a la pandemia por el COVID-19, la evaluación biológica (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 seca 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 21 de junio del 2022, para flora se establecieron un total de 37 puntos, de los cuales 15 se encontraban en la zona de operaciones y 22 puntos en la zona de abastecimiento..

Para el caso de fauna, todos los grupos taxonómicos compartieron 18 puntos de monitoreo, de los cuales 14 se encontraban en la zona de operaciones y 4 en la zona de abastecimiento. En esta campaña (Campaña N°10-Temporada seca) no se evaluó la estación de monitoreo 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 y 2020 lo que cumplen con dichas características; sin embargo, a pesar de que la información del informe 2015 posee diferentes puntos de monitoreo también fueron 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 la temporada seca de los años 2015, 2019, 2020, y 2021 asimismo, se realizó una comparación de la riqueza y abundancia por zona de evaluación.

4.3.2. RESUMEN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS

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

Previamente 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 4.3) donde se detallaba los puntos de monitoreo, participantes y su distribución en cada componente.

Cuadro 4-3 Ejemplo de distribución diaria de puntos y participantes

DISTRIBUCIÓN 12/09/2022		
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
	CRONOGRAMA AVIFAUNA T-15 HERPETOFAUNA T-15	AVIFAUNA T-15 HERPETOFAUNA T-15
HUACHUNTA	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
	VOX-845 SIN CAJA HERRAMIE CON GANCHOS	CONDUCTOR: ISMAEL SAGUA MAMANI BIÓLOGO: GENDRICK OMAR MELENDEZ LINARES ASISTENTE: ISSAMAR DINA DIAZ CATUNTA

Elaborado por: ASILORZA SAC, 2022

Cada día se realizó 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.

4.3.2.2. 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 09 de septiembre arriban a la ciudad de Moquegua los especialistas y el día 10 se da inicio a este monitoreo en la zona de Alta Montaña.

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

En cada brigada el especialista realizó 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 A25-T1-T6 ubicado en alta montaña



Fotografía 3. Mamíferos , para esta actividad se usa trampas Sherman que son instaladas en campo con un cebo para atraer y capturar 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, el especialista realiza el monitoreo mediante binoculares, a simple vista, fotografías, rastros y con reconocimiento de canto emitido por las aves presentes en la zona. El punto M-52 se ubica en quebrada Yarito.



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” cerca al punto T-15 en Alta Montaña.



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..

5. METODOLOGÍAS Y PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO

5.1. 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.

5.1.1. METODOLOGÍA

5.1.1.1. 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 durante el mes de septiembre 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.

5.1.1.2. 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.

5.1.1.3. 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.


5.1.1.4. ANÁLISIS DE DATOS

El análisis de datos se realizó usando los siguientes parámetros:

A. 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.

$$\text{Cobertura vegetal} = \frac{\sum d_i t_i u_i}{N^{\circ} d p t_i} \times 100$$

B. 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

C. 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.

D. 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.

E. 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

F. 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.

G. 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.

5.2. 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).

5.2.1. METODOLOGÍA

5.2.1.1. MÉTODOS PARA EL MONITOREO DE FAUNA

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

A. 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 12 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

B. 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.

C. 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.

5.2.1.2. DETERMINACIÓN TAXONÓMICA

A. 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).

B. 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).

C. 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).

5.2.1.3. ANÁLISIS DE DATOS

A. 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 5.1. 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.

B. 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 5.2. 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.

C. 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.

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

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

D. ESPECIES CATEGORIZADAS 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).

E. 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.

F. 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).

G. 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.

H. 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.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. FLORA Y VEGETACIÓN

6.1.1. 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.

6.1.1.1. 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 “céspedes”, 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 resinosas 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*.

6.1.1.2. 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.

6.1.1.3. BOFEDAL

El bofedal llamado también “oconal” o “turbera”, constituye un ecosistema hidromórfico distribuido en la región altoandina, a partir de los 3800 m.s.n.m., 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).

6.1.1.4. 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 “quenal”, 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.

6.1.1.5. 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 6.1, se observan las unidades de vegetación correspondientes a cada cobertura vegetal.

Cuadro 6.1. 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

Cobertura vegetal	Unidades de Vegetación
	Formación mixta de matorral y monte ribereño
	Formación mixta de pajonal, matorral y Polylepis
	Matorral andino con afloramiento rocoso
Monte Ribereño	Formación mixta monte ribereño y matorral
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.

6.1.2. ANÁLISIS TOTAL EN EL ÁREA DEL PROYECTO

6.1.2.1. ESFUERZO DE MUESTREO

En las zonas del proyecto se evaluó un total de 37 transectos de puntos de intercepción, cada uno de ellos de 50 m y con 100 puntos de intersección (cada 0.5 m) por transecto. 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 6.2. Esfuerzo de muestreo realizado en el área del proyecto en temporada seca 2022

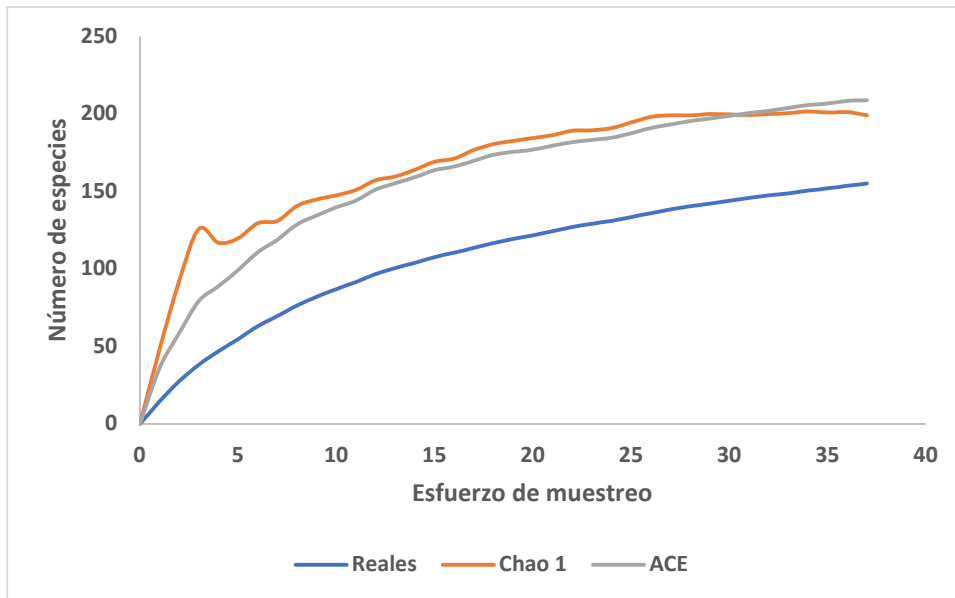
Cobertura vegetal	Puntos de intersección 50 m (100 puntos)	Búsqueda intensiva (recorrido de 50 m ²)
Matorral arbustivo	14	14
Pajonal andino	11	11
Bofedal	11	11
Monte ribereño	1	1
Total	37	37

Elaboración: ASILORZA, 2022.

El análisis de curva de acumulación de especies para evaluar el esfuerzo de monitoreo de flora, correspondiente a la temporada seca (Campaña N°10), se realizó en base a los transectos de puntos de intercepción (unidad de muestreo). La riqueza observada (evaluación cuantitativa) en los 37 transectos fue de 154 especies registradas, al respecto las curvas de acumulación indican que en general el esfuerzo fue superior al 70% de lo predicho por los métodos no paramétricos (Chao2: 77%; Bootstrap: 74%) lo que indica que la calidad de la evaluación fue idónea por ser mayor al 70%

(Moreno y Halffter 2000; 2001), así como también es mayor a lo establecido como el límite para evaluaciones adecuadas (superior al 50%) por el MINAM (2015). En tanto a la comparación con los resultados de la temporada seca de la campaña MAP-10 de 2021 se obtuvo se obtuvo valores mayores; habiéndose reportado en esa temporada 130 especies.

Figura 1 Curva de acumulación de especies temporada seca 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

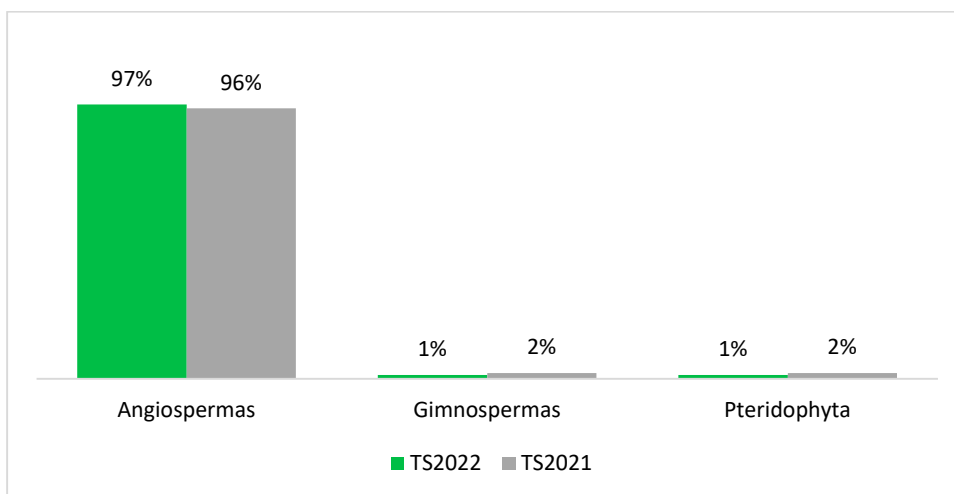
6.1.2.2. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

En la temporada seca, se aplicaron tanto métodos cualitativos como cuantitativos, de los cuales se reporta un total de 154 especies. Cabe señalar que, existen reportes cualitativos de los alrededores de las estaciones de evaluación y/o en líneas limítrofes.

En la temporada seca 2021 se reportaron 130 especies (registros cualitativos y cuantitativos), mientras en la temporada seca 2022 se reportan 154 especies (registros cualitativos y cuantitativos); denotando a simple vista un 16% de diferencia entre estas dos temporadas.

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

Figura 2 Composición de flora a nivel de taxa superior en temporada seca 2021 vs temporada seca 2022.



Donde: TS2021=Temporada seca 2021

TS2022= Temporada seca 2022

Elaboración: ASILORZA, 2022.

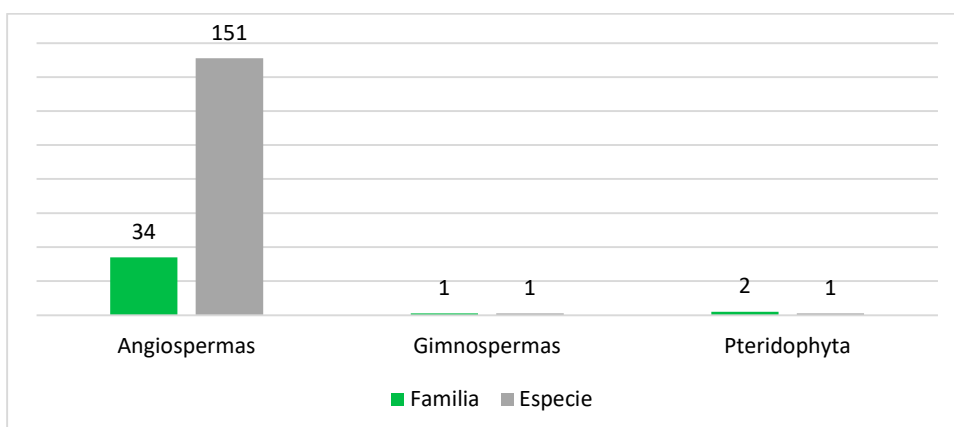
Cuadro 6.3. Distribución de órdenes, familias y géneros por grupos taxonómicos de flora en temporada húmeda 2021 vs temporada húmeda 2022.

División	Temporada seca 2021				Temporada seca 2022			
	Órdenes	Familias	Géneros	Especies	Órdenes	Familias	Géneros	Especies
Angiospermas	22	28	78	125	19	34	94	151
Gimnospermas	1	1	1	2	1	1	1	2
Pteridofitas	2	2	3	3	1	1	1	1
Total general	25	31	82	130	21	36	96	154

Elaboración: ASILORZA, 2022.

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

Figura 3 Composición de flora a nivel de división taxonómica en el área del proyecto en la temporada seca 2022.

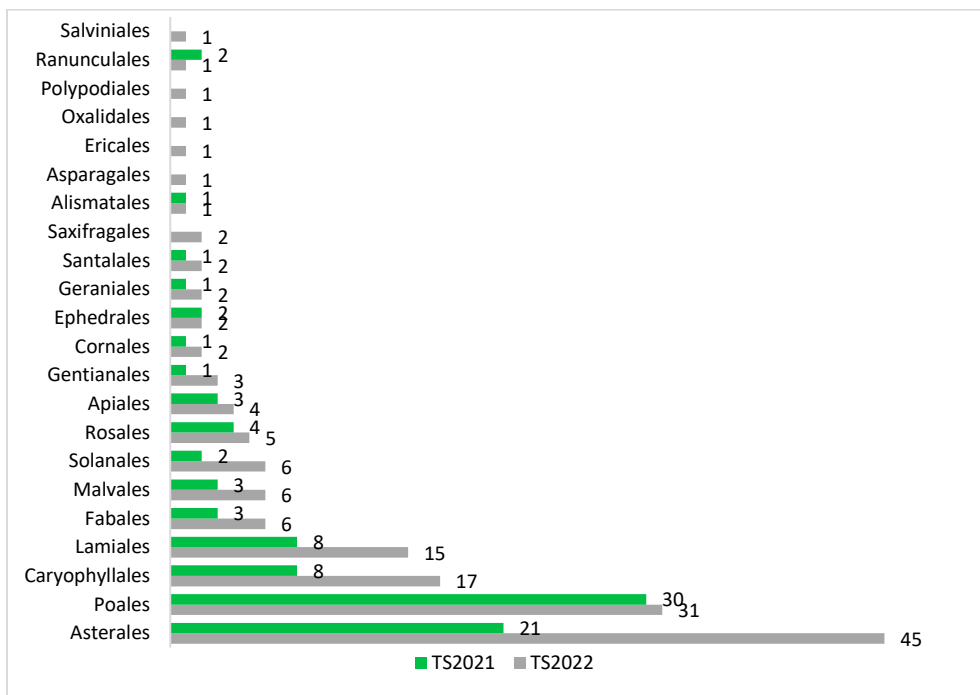


Elaboración: ASILORZA, 2022.

El orden con mayor representatividad de especies en la temporada seca 2022, son los órdenes Asterales (45 especies), Poales (31 especies) y Caryophyllales (17 especies).

Por otro lado, los únicos órdenes que son reportados con especies en la temporada seca 2022 son Saxifragales, Asparagales, Ericales, Oxalidales, Polypodiales y Salviniales, a diferencia de la temporada seca 2021; en la que no se tienen registros en estos órdenes.

Figura 4 Composición de flora a nivel de orden taxonómico en el área del proyecto en la temporada seca 2022 vs temporada seca 2021.

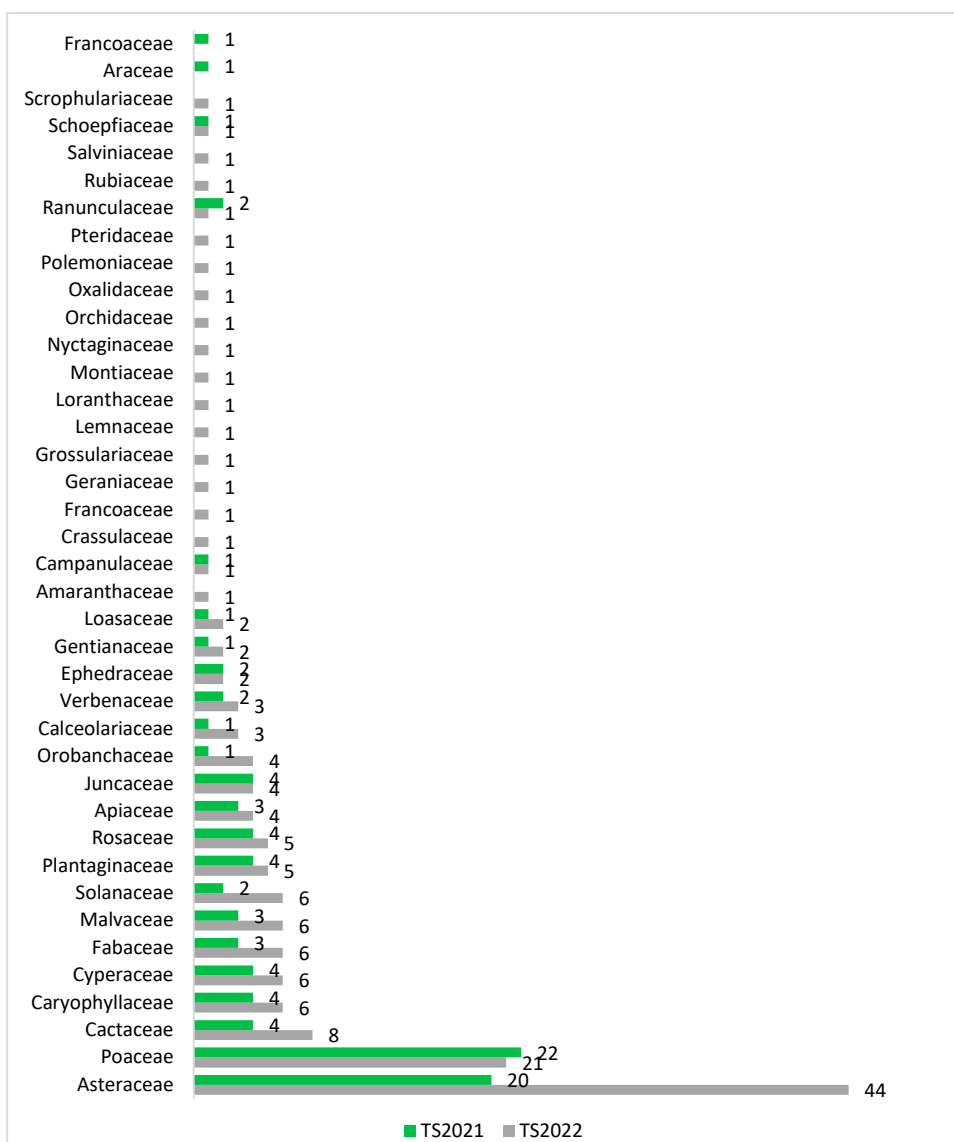


Donde: TS2021=Temporada seca 2021 TS2022= Temporada seca 2022

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Con respecto al número de familias más representativas encontradas en el proyecto en la temporada seca 2022, dominan: Asteraceae (28%), Poáceae (13%), Cactaceae (5%), Caryophyllaceae (4%) y Malvaceae (4%). En tanto que en la temporada seca 2021 las familias con mayor número de especies fueron Asteraceae y Poáceae: con un menor registro de especies en comparación con la temporada seca 2022.

Figura 5 Composición de flora a nivel de familia taxonómica en el área del proyecto en la temporada seca 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

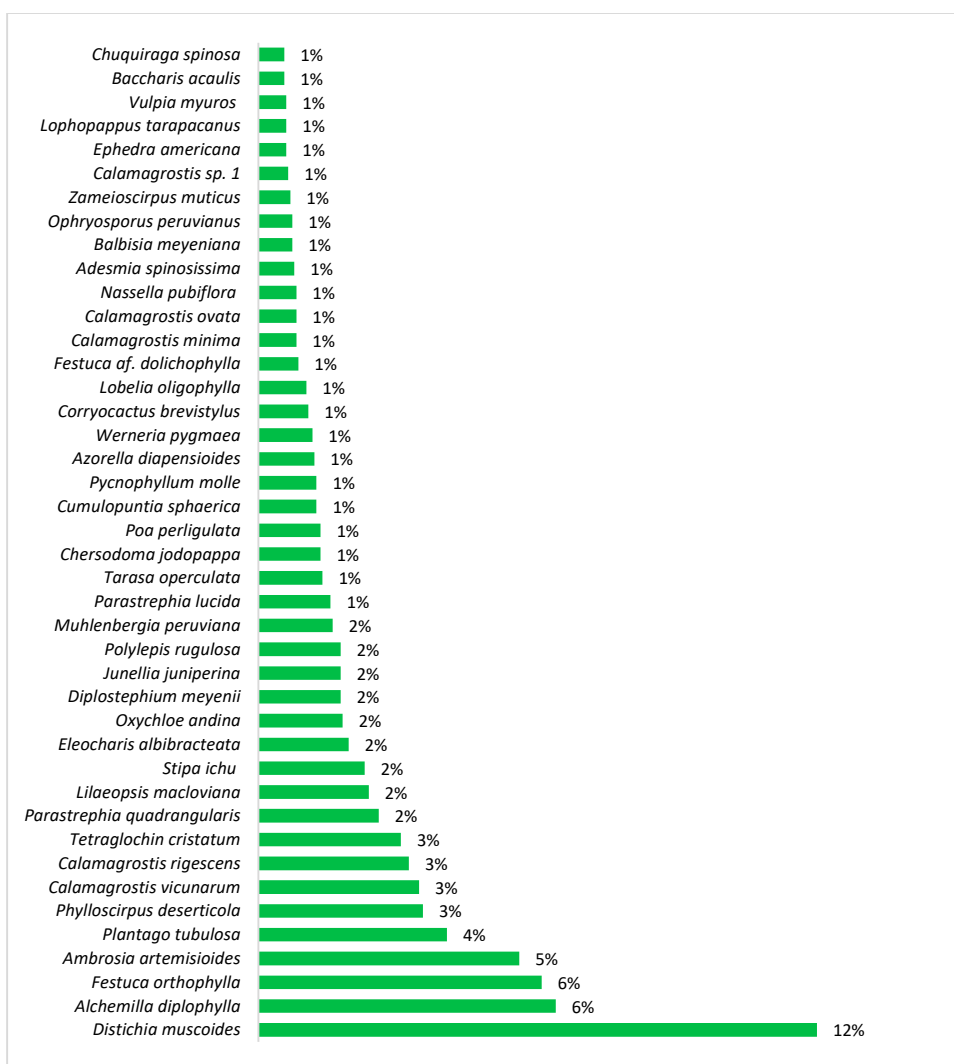
Del gráfico se deduce que las especies predominantes pertenecen a dos familias (Asteraceae y Poaceae) típicas en la composición florística de los ecosistemas altoandinos (Weberbauer, 1945; Flores *et al.*, 2005), no obstante, se debe considerar también la presencia de rodales de cactáceas, las cuales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

En la temporada seca 2021 se tienen registros similares, con dominancia de las poáceas o gramíneas con 22 especies y asteráceas o compuestas con 20 especies; en esta temporada 2022 se registraron 44 especies de asteráceas y 21 especies de poáceas.

6.1.2.3. 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* (278 individuos), *Alchemilla diplophylla* (148 individuos) y *Festuca orthophylla* (141 individuos).

Figura 6 Abundancia relativa de las principales especies de flora en el área del proyecto en la temporada seca 2022



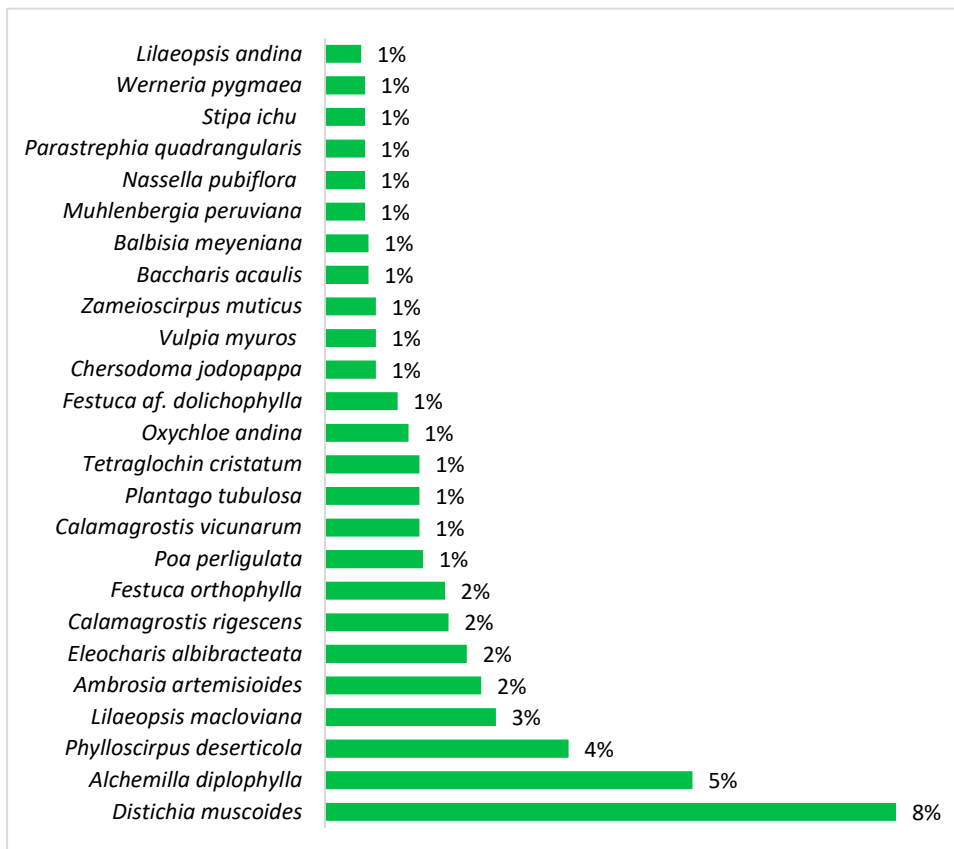
Elaboración: ASILORZA, 2022.

Del gráfico anterior, cabe señalar que este muestra las especies cuyo número de individuos es mayor-igual a 12, a fin de facilitar la visibilización del gráfico; ya que el número de especies restantes se encuentran con un porcentaje menor a la unidad.

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 seca 2022 son *Distichia muscoides* (8%), *Phylloscirpus deserticola* (4%), y *Alchemilla diplophylla* (5%).

Figura 7 Cobertura relativa de las principales especies de flora en el área del proyecto para la temporada seca 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.2.4. DIVERSIDAD

En la temporada seca 2022 se reporta la estación O26 con un alto índice de diversidad ($H' = 2.94$ bits/ind.), y la estación O03c como aquella con el menor índice de diversidad ($H' = 1.2$ bits/ind.), siendo también la estación O08 la que tiene el más alto índice de Simpson ($1-D = 0.9$ bits/ind.), y la estación F01-T1-Pj es la que tiene el mayor valor de similitud ($J = 0.9$).

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 cobertura vegetal de Matorral arbustivo (Ma) ($H' = 3.5$ bits/ind.), mientras que el valor mínimo se registró en la cobertura vegetal de Monte ribereño (Mr) ($H' = 1.41$ 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. $1-D=0.95$ probits/ind.; mín. $1-D=0.66$ probits/ind.) y equidad (máx. $J'=0.79$; mín. $J'=0.61$), donde se observan valores próximos a 1, es decir valores cercanos a la máxima uniformidad. Todo ello en la temporada seca 2022.

Cuadro 6.4. Riqueza, abundancia y diversidad de flora por estaciones de monitoreo en el área del proyecto en la temporada seca 2021 vs temporada seca2022.

Cobertura vegetal	Unidad de Vegetación	Estación de monitoreo	Época Seca 2021					Época Seca 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	12	92	0.79	0.21	1.25	15	72	0.9	2.3	0.8
		F04-T2-Ca	11	115	0.86	0.14	1.03					
		F17-T1-Tb_Ca (Tb Bofedales)	10	69	0.75	0.25	1.2	17	76	0.8	2.2	0.8
		F30-T1-Pj_m (Tb Bofedales)	8	154	0.74	0.26	0.64	14	73	0.8	2.1	0.8
	Formación mixta de turbera de Distichia y césped de arroyo (Td Ca)	A17-T1-Tb	14	112	0.78	0.22	1.32					
		A17-T2-Tb	11	132	0.68	0.32	0.96	19	124	0.7	1.9	0.7
		A25-T1-T6 (Tb)	15	117	0.84	0.16	1.39	19	107	0.8	2.1	0.7
		A25-T2-T6 (Tb)	10	108	0.83	0.17	0.96					
		A34-T2-Tb_Ca	12	128	0.81	0.19	1.06					
		F02-T1-Ca (Tb)	7	120	0.7	0.3	0.64	17	86	0.8	2.0	0.7
		F02-T2-Ca (Tb)	8	70	0.79	0.21	0.96					
		F11-T1-Tb_Ca (Tb Bofedales)	12	115	0.69	0.31	1.12	11	106	0.7	1.7	0.7
		F13-T1-Ca (Tb)	8	147	0.8	0.2	0.66	14	114	0.8	1.9	0.7
		F16-T1-Tb_Ca (Tb Bofedales)	12	109	0.88	0.12	1.15	18	99	0.8	2.0	0.7
		F25-T1-CA	13	107	0.82	0.18	1.26	17	91	0.8	2.1	0.7
		F27-T1-Ca (Tb)	5	158	0.76	0.24	0.4					
		F28-T1-Tb_Ca (Tb Bofedales)	16	133	0.74	0.26	1.39	17	91	0.8	2.0	0.7
Matorral arbustivo	Formación mixta de matorral y	O08	11	160	0.8	0.2	0.87	23	44	0.9	2.9	0.9

Cobertura vegetal	Unidad de Vegetación	Estación de monitoreo	Época Seca 2021					Época Seca 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)
	monte ribereño (Ma Mr)											
	Formación mixta de matorral y pajonal (Ma Pj)	O30	11	116	0.79	0.21	1.02	19	56	0.9	2.4	0.8
	Formación mixta de matorral y piso de cactáceas columnares (Ma Cac)	O03	7	62	0.75	0.25	0.89	9	25	0.6	1.4	0.6
		O03b	7	54	0.78	0.22	0.95					
		O03c	8	101	0.83	0.17	0.8	5	14	0.6	1.2	0.8
		O10	12	121	0.76	0.24	1.09	15	83	0.8	2.0	0.7
		O32	8	107	0.62	0.38	0.77	12	53	0.7	1.6	0.7
		O33	8	149	0.68	0.32	0.66	10	40	0.6	1.5	0.6
	Formación mixta de pajonal, matorral y Polyepis (Pj Ma Po)	O15	10	115	0.75	0.25	0.93	16	79	0.8	2.1	0.8
		O15b	16	156	0.91	0.09	1.28	16	81	0.9	2.3	0.8
	Matorral (Ma)	O09	6	60	0.75	0.25	0.77	18	64	0.8	2.3	0.8
		O15a	11	153	0.87	0.13	0.89					
		O34	9	84	0.81	0.19	0.98	11	37	0.7	1.7	0.7
	Matorral andino con afloramiento rocoso (Man Af)	F05-T1-Ma	7	53	0.7	0.3	0.96					
		F05-T2-Ma	7	57	0.68	0.32	0.93	11	48	0.9	2.1	0.9
		F-22	9	46	0.75	0.25	1.33	18	51	0.9	2.5	0.9

Cobertura vegetal	Unidad de Vegetación	Estación de monitoreo	Época Seca 2021					Época Seca 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)
Monte Ribereño	Formación mixta monte ribereño y matorral (Mr Ma)	O04	7	127	0.62	0.38	0.62	10	72	0.7	1.4	0.6
Pajonal andino	Formación mixta de pajonal y matorral (Pj Ma)	F06-T1-Pj_m	7	73	0.74	0.26	0.82	11	75	0.8	1.9	0.8
		F10-	7	120	0.71	0.29	0.64	12	47	0.8	1.9	0.8
		F12-	3	40	0.3	0.7	0.47	11	41	0.7	1.6	0.7
		F14-1	7	65	0.64	0.36	0.87					
		F14-2	7	49	0.69	0.31	1	13	35	0.7	1.9	0.7
		O06	15	143	0.83	0.17	1.25	22	89	0.9	2.4	0.8
		O26	13	155	0.78	0.22	1.04	27	53	0.9	2.9	0.9
		O6b	8	130	0.39	0.61	0.7	16	42	0.9	2.3	0.8
	Pajonal andino (Pj and)	F01-T1-Pj	4	62	0.66	0.34	0.51	12	24	0.9	2.2	0.9
	Pajonal de puna seca (Pj Ps)	F03-T1-Pj	6	55	0.71	0.29	0.81					
		F07-T1-Pj	4	44	0.7	0.3	0.6	11	48	0.8	1.9	0.8
		F08-T1-Pj	7	115	0.67	0.33	0.65					
		F09-T1-Pj	8	108	0.48	0.52	0.77	13	51	0.8	2.1	0.8
		F15-T1-Pj	8	106	0.76	0.24	0.78					
		F23-T1-Pj_m	8	59	0.77	0.23	1.04					
F26-T1-Pj		9	73	0.82	0.18	1.05	15	86	0.7	1.6	0.6	
F33-T1-Pj_m	9	82	0.71	0.29	0.99	13	39	0.9	2.3	0.9		

(*) Evaluaciones cuantitativas

Elaboración: ASILORZA, 2022.

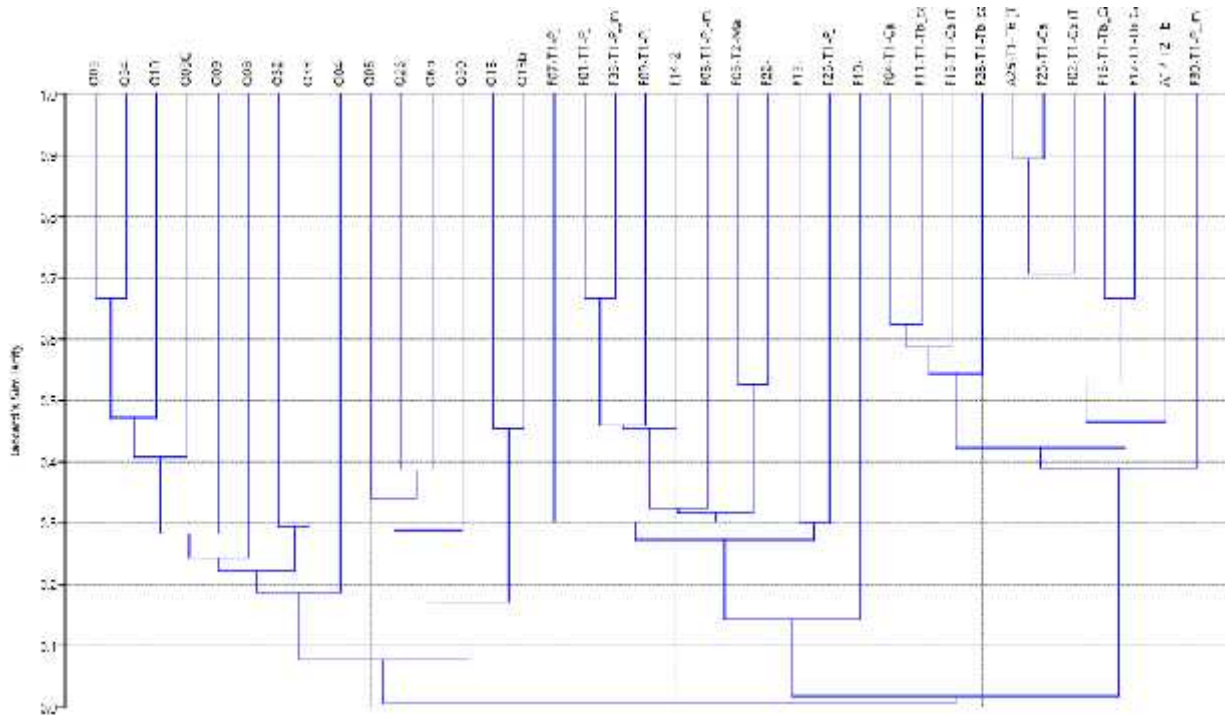
6.1.2.5. SIMILITUD DE JACCARD Y MORISITA

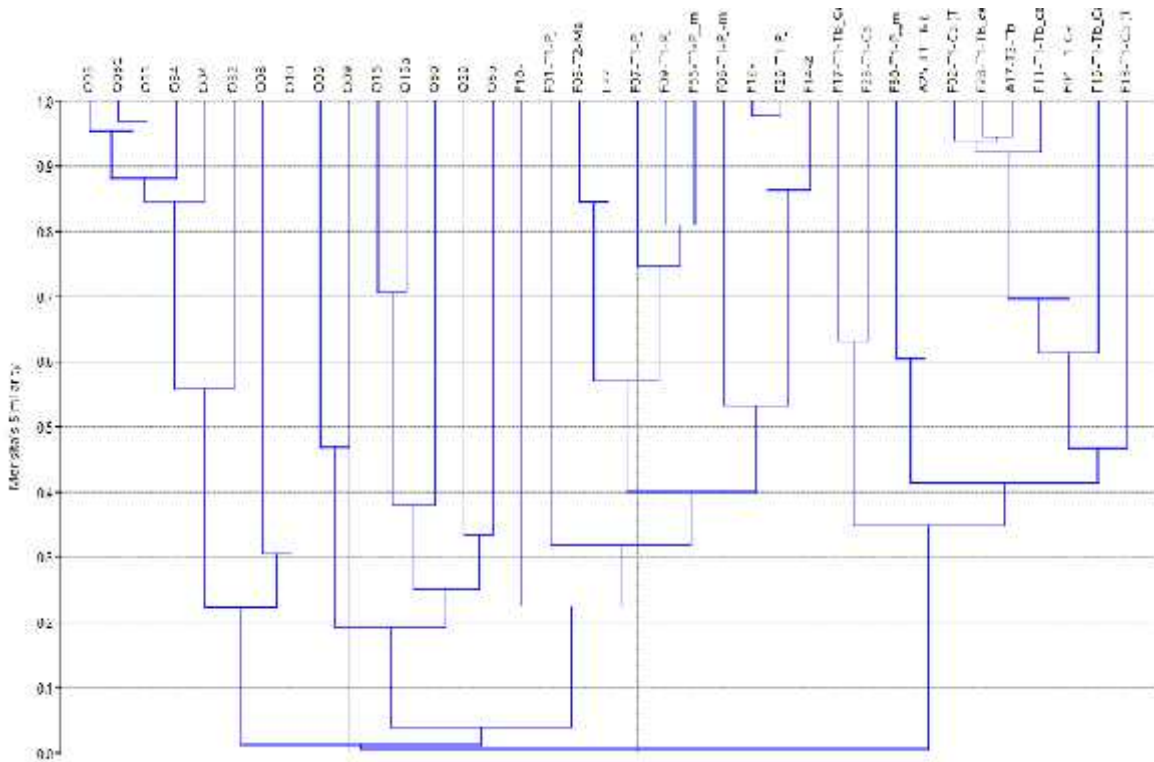
Este análisis de diversidad beta comprende la caracterización a nivel de composición y abundancia de especies por los puntos monitoreados mediante transectos. Se utilizó el índice de similaridad de Jaccard tomando como registros la presencia y/o ausencia; y a nivel de abundancia se utilizó el índice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

En el análisis de similaridad según Jaccard las estaciones A25-T1-T6 y F25-T1-Ca, son aquellas que se encuentran por encima del 80%.

Con respecto al análisis de abundancia mediante la similaridad de Morisita, se observa un agrupamiento de especies notorio entre las estaciones F12 y F26-T1-Pj relacionado a las poblaciones de las especies dominantes, con la similitud superior al 80% hasta una completa disimilitud.

Figura 8 Dendrograma de las unidades de vegetación de la zona de evaluación del proyecto, temporada seca 2022.



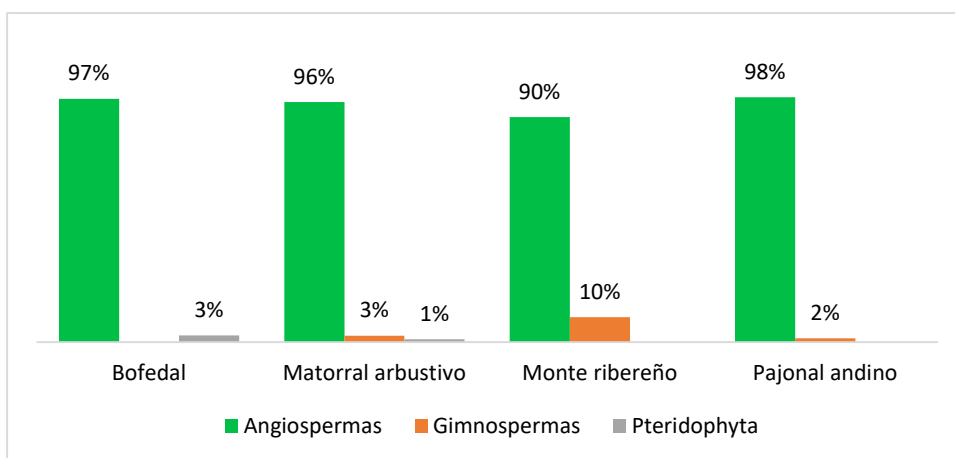


Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.3. ANÁLISIS POR COBERTURA VEGETAL

De las cuatro coberturas vegetales reportadas en el ámbito de evaluación, se reporta que las Angiospermas son las más representativas a nivel de número de especies. En tanto que las Gimnospermas se registran en mayor número en el Monte Ribereño.

Figura 9 Composición de flora a nivel de taxa superior según cobertura vegetal en la temporada seca 2022.



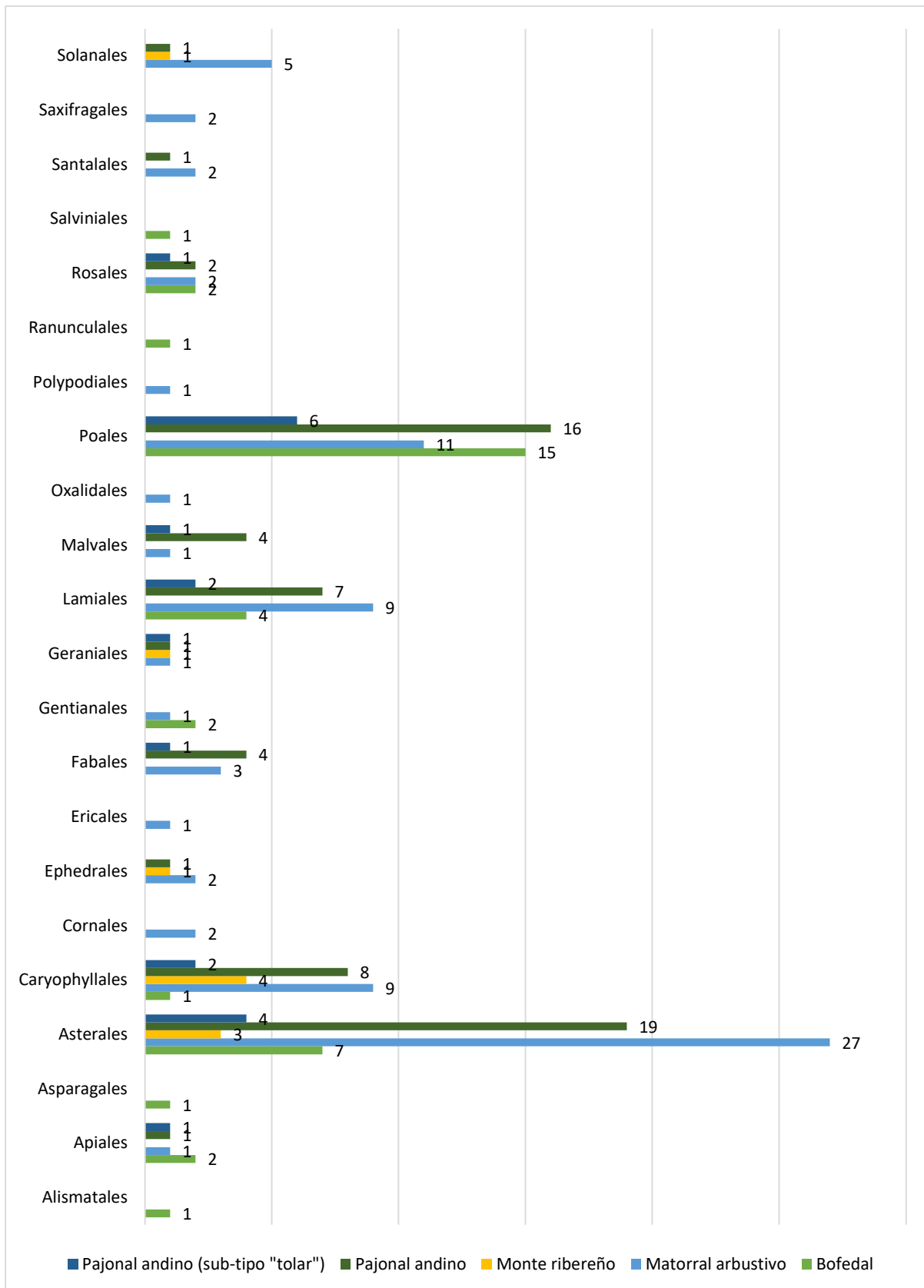
Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.3.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

Los reportes de la temporada seca muestran que los órdenes de mayor número de especies son Asterales, Poales y Lamiales distribuidos en las cinco coberturas vegetales. Obteniendo mayores registros en la cobertura de matorral arbustivo.

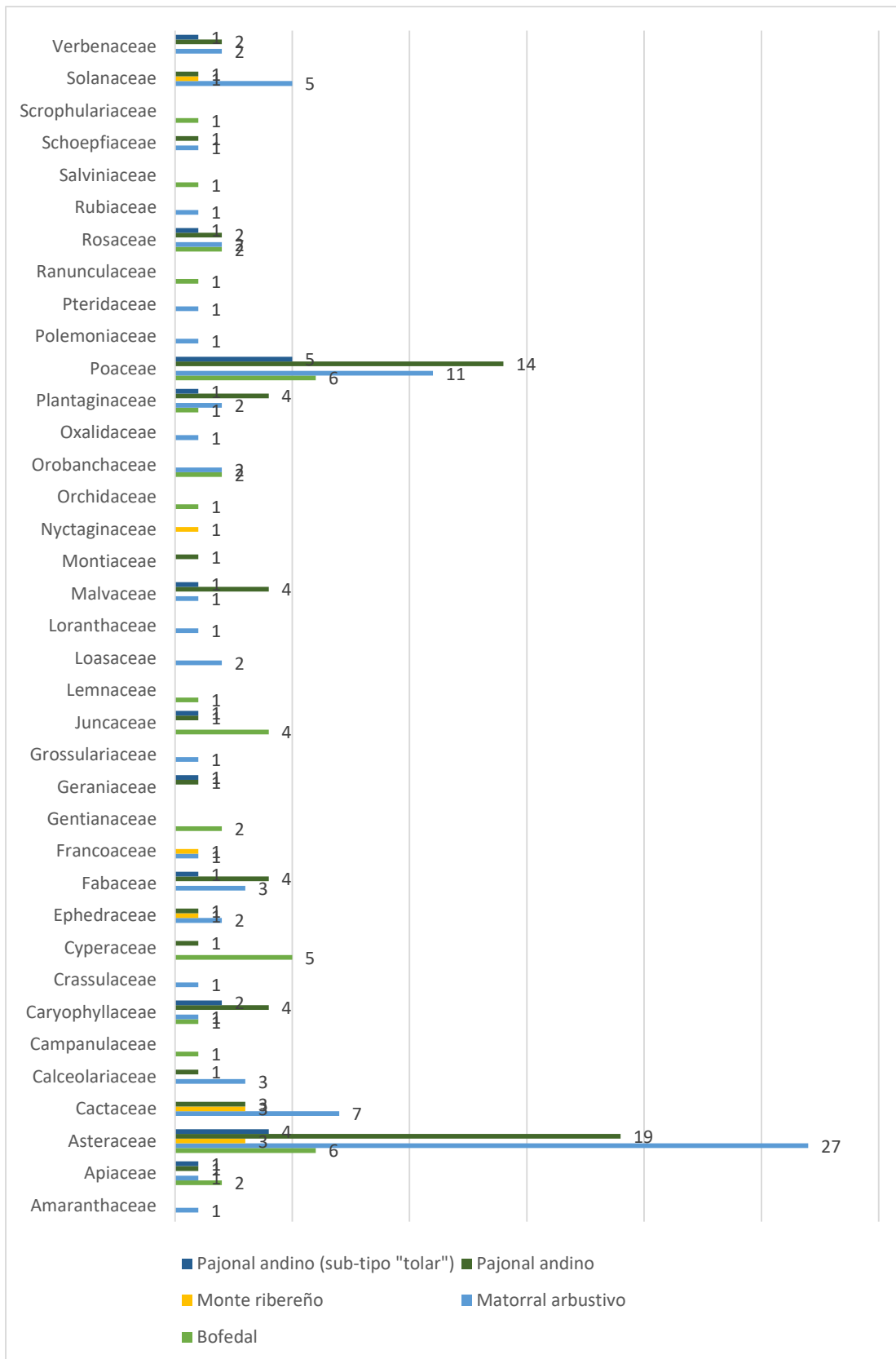
A nivel de familias taxonómicas, los reportes demuestran que las familias con mayor número de especies reportadas son Asteraceae y Poaceae. Existiendo mayores reportes en las coberturas de matorral arbustivo y pajonal andino, que, por la temporada seca, son las coberturas que tienen a contar con una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

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



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 11 Composición de flora a nivel de familia taxonómica según cobertura vegetal en la temporada seca 2022.



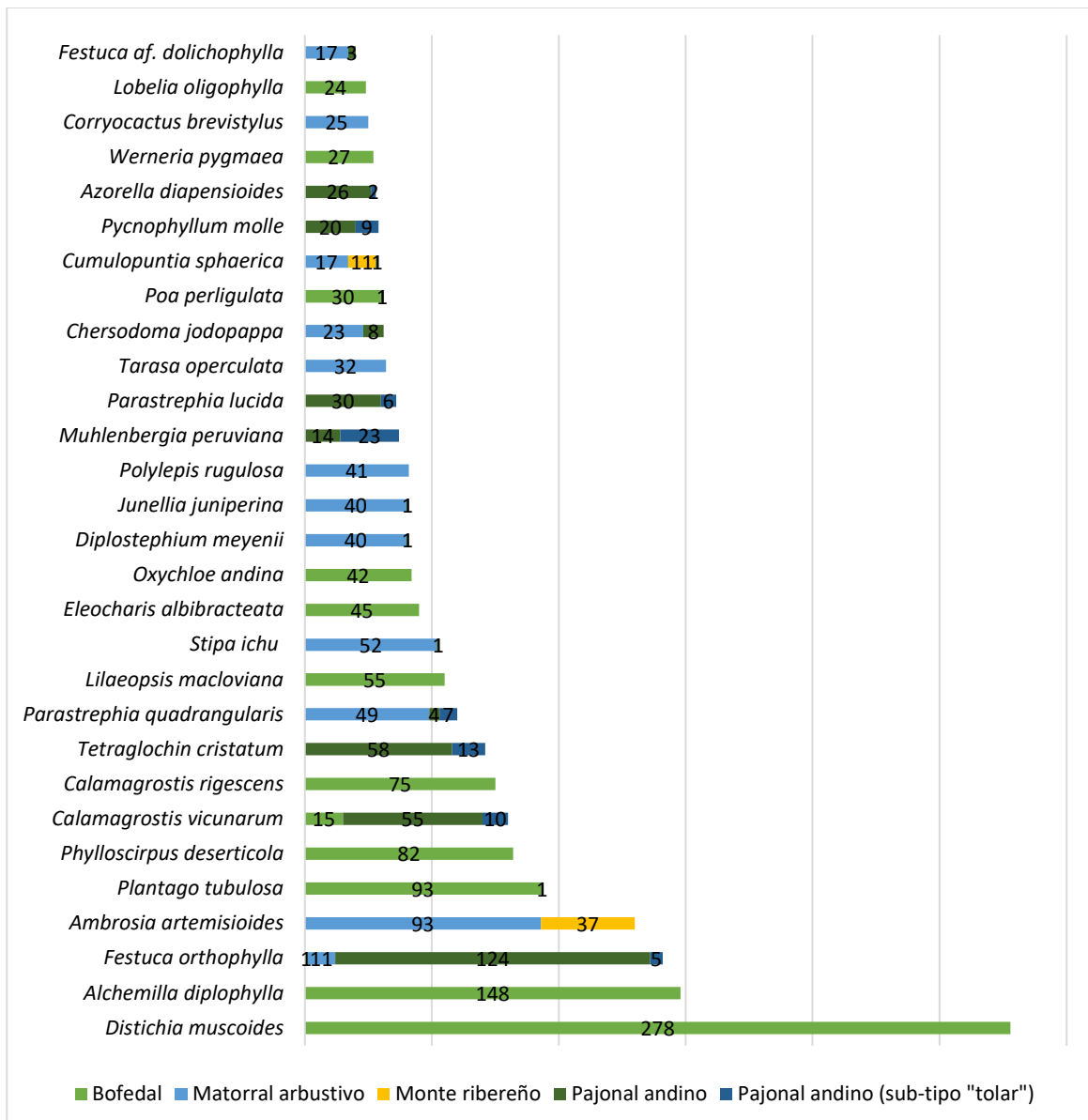
Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.3.2. ABUNDANCIA Y COBERTURA

Las especies con mayor abundancia identificadas en las diferentes coberturas vegetales son *Distichia muscoides*, *Alchemilla diplophylla*, *Festuca orthophylla*, *Ambrosia artemisioides*, *Plantago tubulosa*.

Siendo especies representativas de zonas altoandinas, que soportan los cambios en las condiciones climáticas y en la disponibilidad de agua.

Figura 12 Abundancia de especies en las coberturas vegetales en la temporada seca 2022.

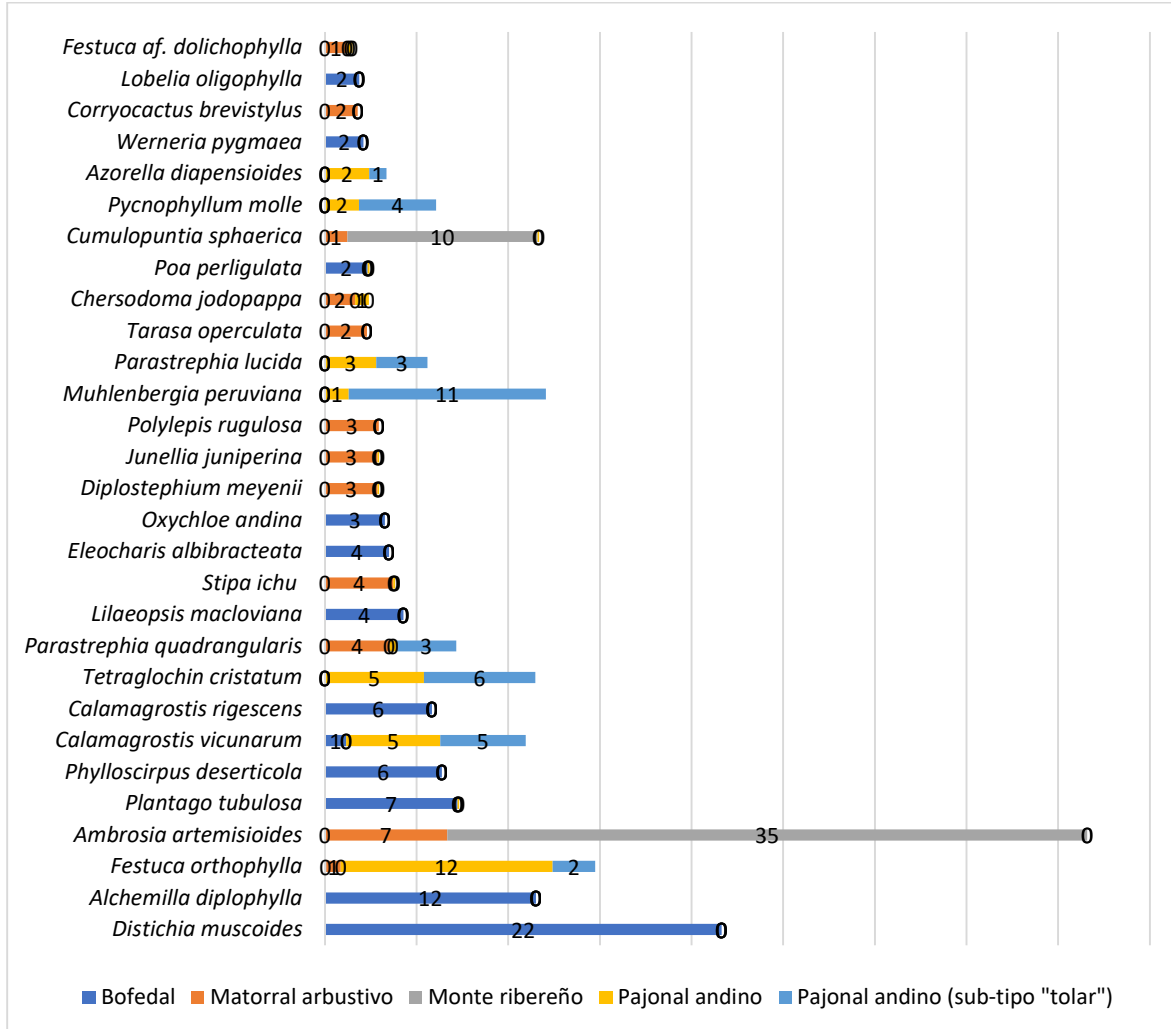


Elaboración: ASILORZA, 2022.

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 deserticola, *Distichia muscoides* y *Festuca orthophylla*. Por otro lado, *Ambrosia artemisioides* es las especies que tienen mayor porcentaje de cobertura en el monte ribereño.

Figura 13 Cobertura de especies según cobertura vegetal en la temporada seca 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.3.3. DIVERSIDAD

Matorral arbustivo es la cobertura que presenta el mayor índice de diversidad de acuerdo con la fórmula de Shannon (3.51) lo cual coincide con los índices de Simpson (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 seca.

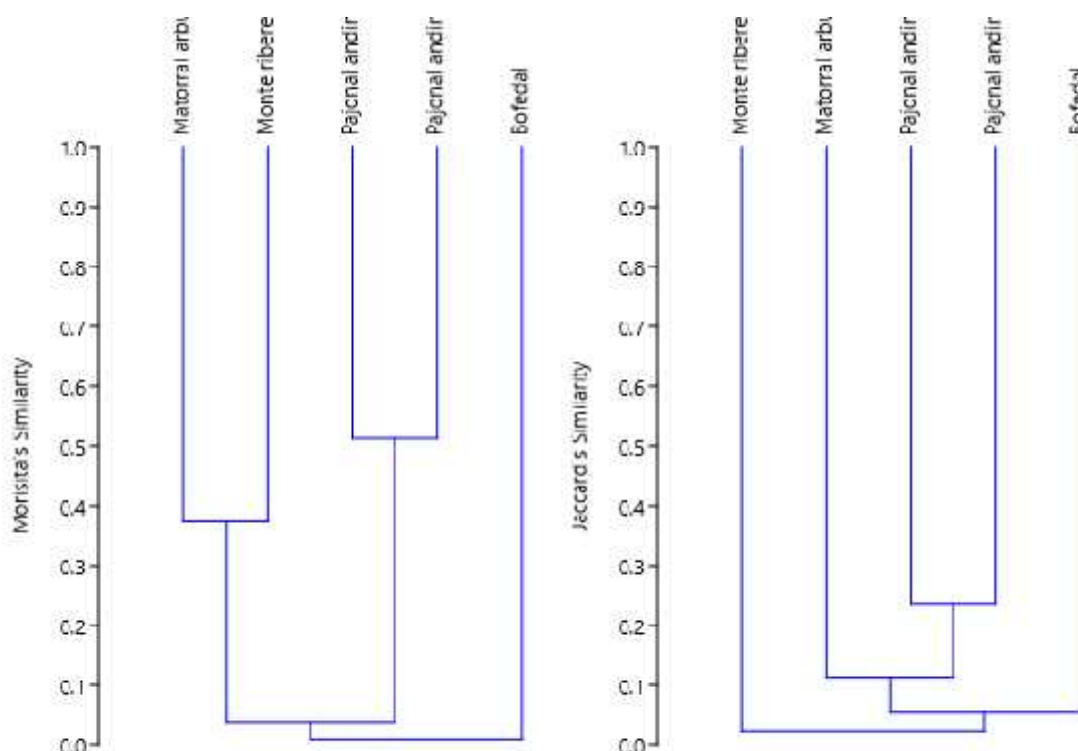
Cuadro 6.5. Riqueza, abundancia y diversidad de flora por estaciones de monitoreo según cobertura vegetal- temporada seca 2022.

Cobertura vegetal	Especies	Individuos	Shannon	Simpson 1-D	Pielou
Bofedal	37	1039	0.8791	2.604	0.721
Matorral arbustivo	81	707	0.9521	3.511	0.799
Monte ribereño	10	72	0.6613	1.419	0.6164
Pajonal andino	65	499	0.8988	2.986	0.7153
Pajonal andino (sub-tipo "tolar")	19	99	0.886	2.462	0.8362
Total general	155	2416	0.9652	3.971	0.7874

Elaboración: ASILORZA, 2022.

De acuerdo con los dendrogramas de similitud Jaccard y Morissita, matorral arbustivo y Monte ribereño se encuentran por encima de los 35%, siendo este el mayor dato reportado. Esto muestra que las zonas definidas como coberturas vegetales no presentan una fuerte conexión de similitud entre sus especies.

Figura 14 Dendrograma de similitud Jaccard y Morissita, según cobertura vegetal en la temporada húmeda 2022.

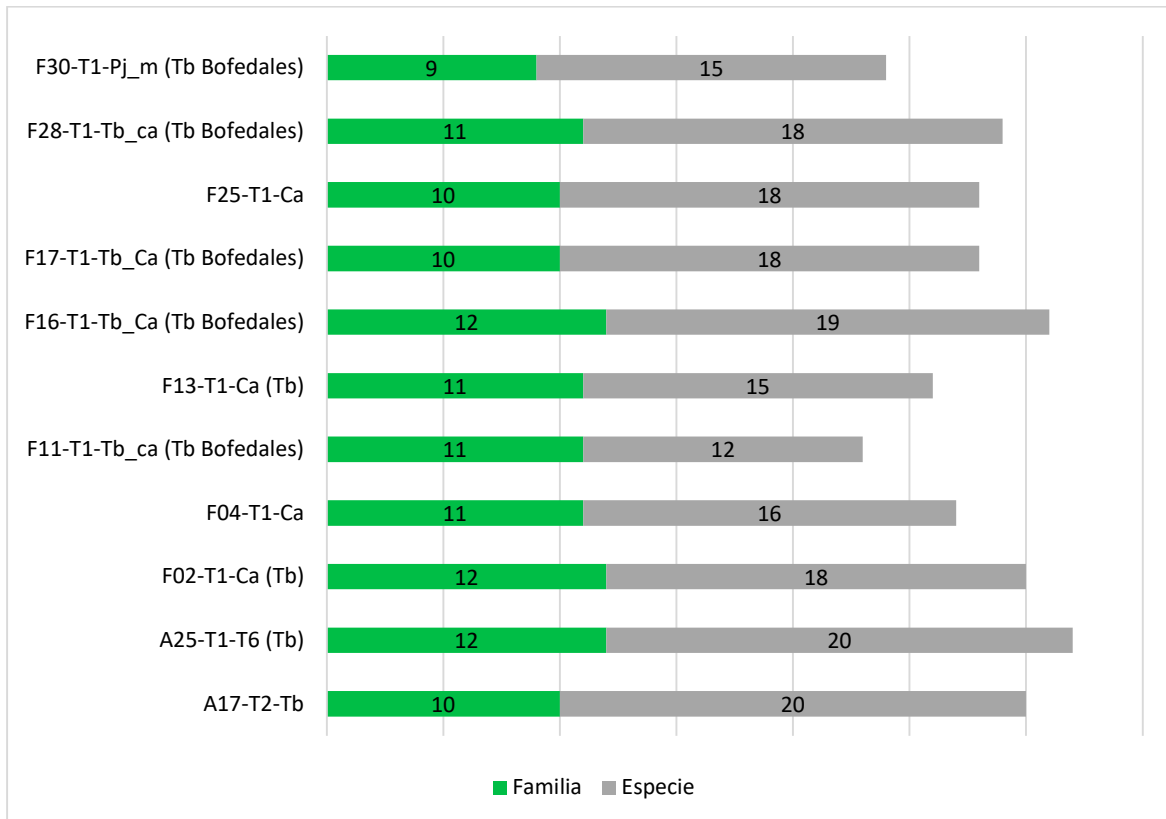


Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.3.4. BOFEDAL

De las estaciones de evaluación ubicadas dentro de bofedales, se observa que las estaciones A25-T1-T6 (Tb) (12 familias, 20 especies), F16-T1-Ca (Tb) (12 familias, 19 especies) son aquella que cuentan con mayores registros cuantitativos.

Figura 15 Composición de estaciones de muestreo según número de especies y familia, temporada seca 2022.

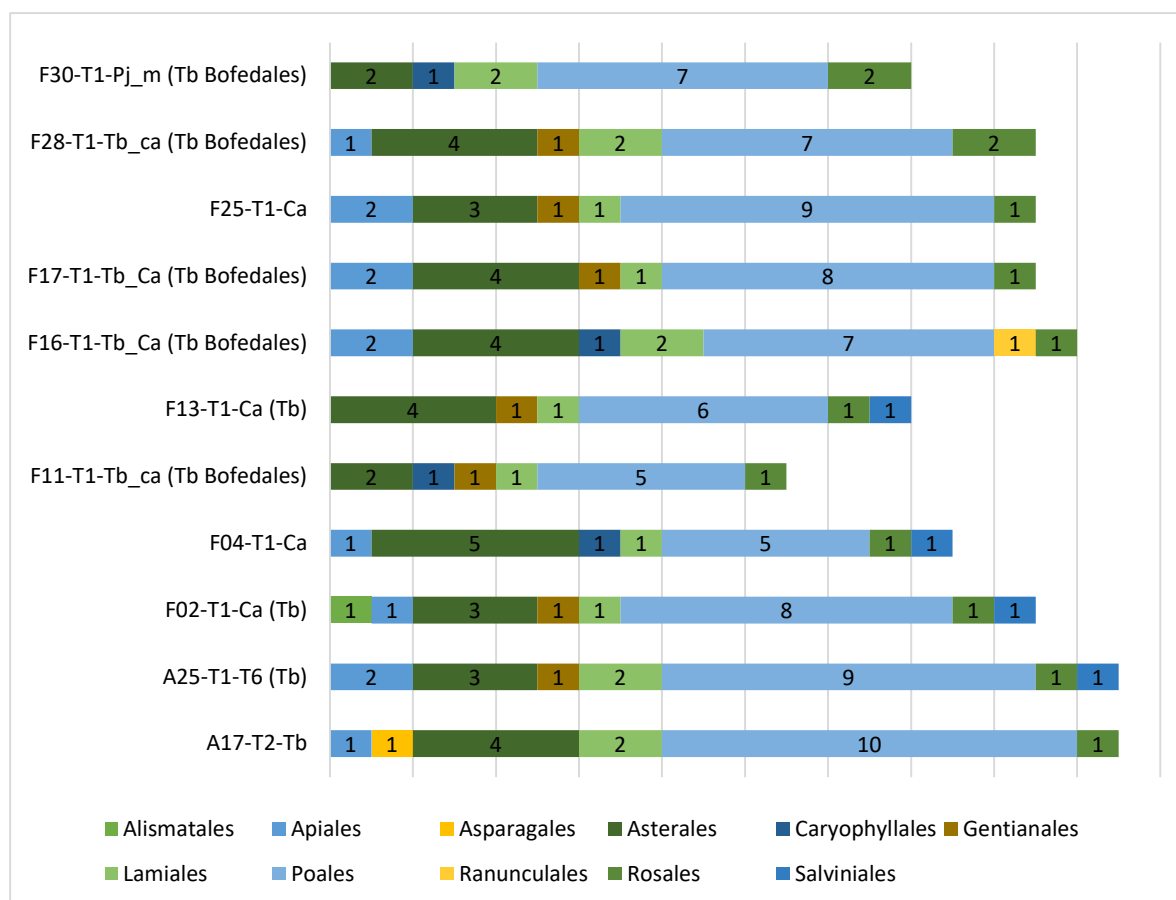


Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.3.4.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

Los ordenes Poales y Asterales, 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 16 Composición de flora a nivel de orden taxonómico en bofedal en la temporada seca 2022.

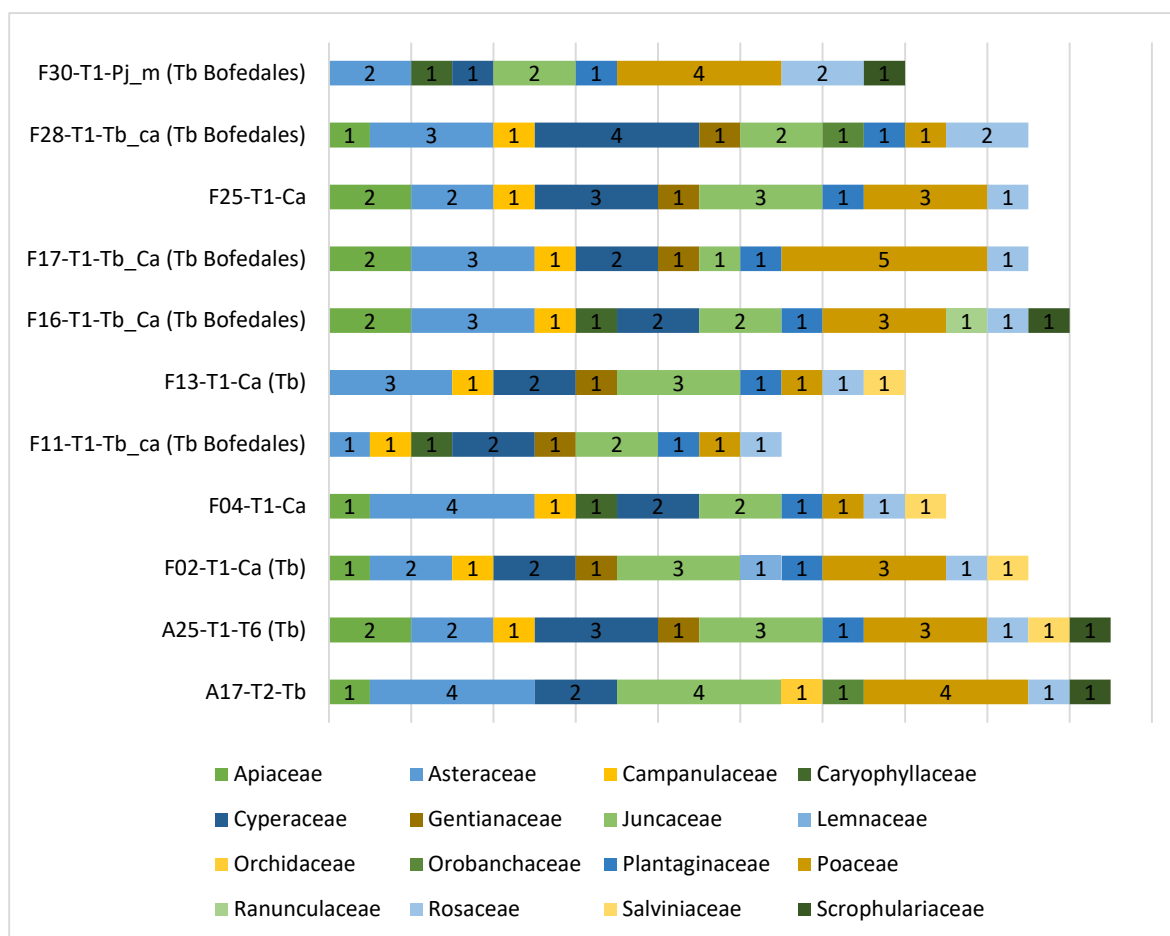


Elaboración: ASILORZA, 2022.

Las familias Juncaceae, Poaceae y Asteraceae 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 17 Composición de flora a nivel de familia taxonómico en bofedal en la temporada seca 2022.



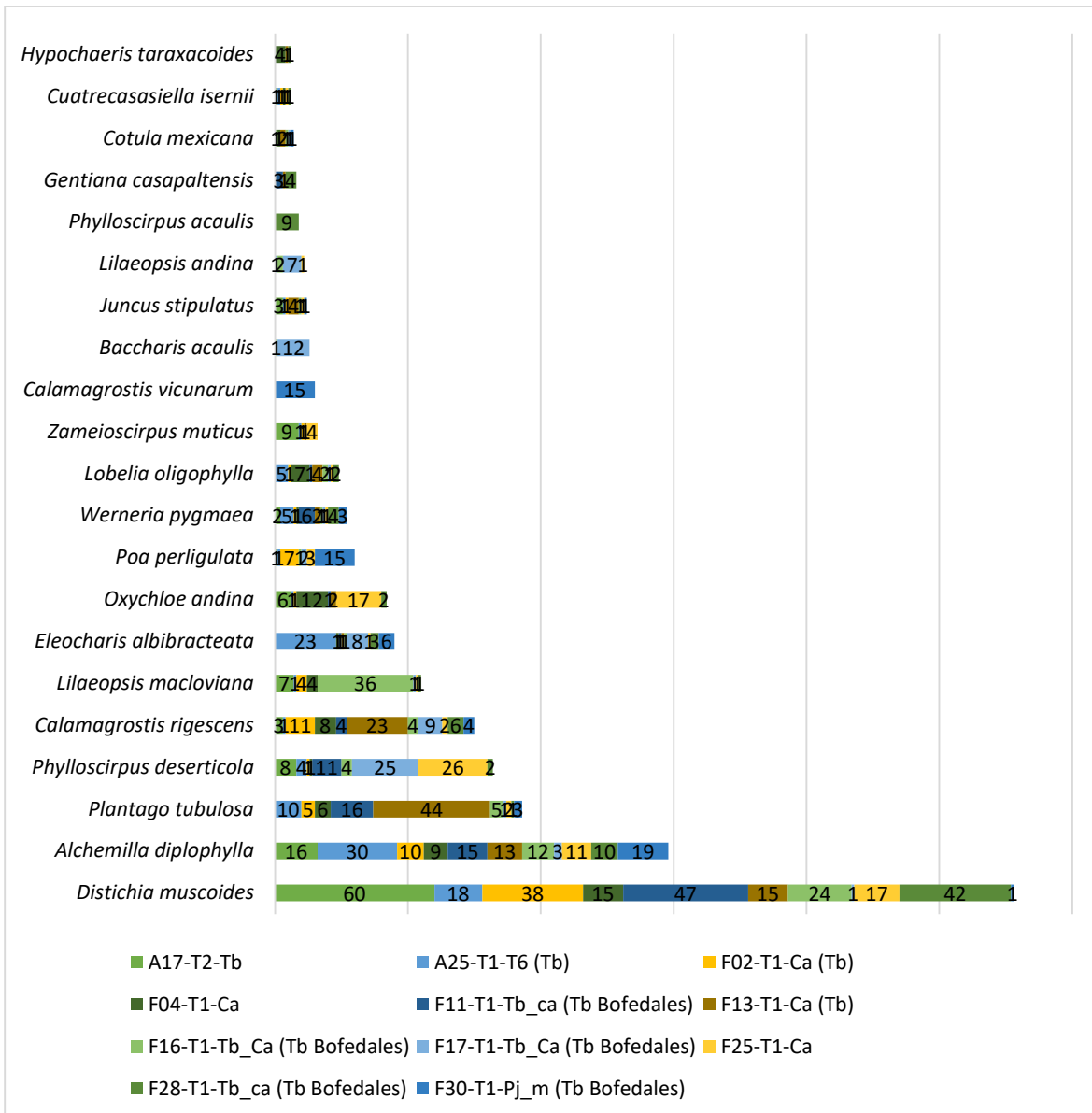
Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.3.4.2. ABUNDANCIA Y COBERTURA

Respecto a la abundancia de las especies y su distribución en las estaciones de muestreo en la temporada seca 2022, se observa que las especies mayormente abundantes son *Distichia muscoides*, *Alchemilla diplophylla*, y *Plantago tubulosa*.

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.

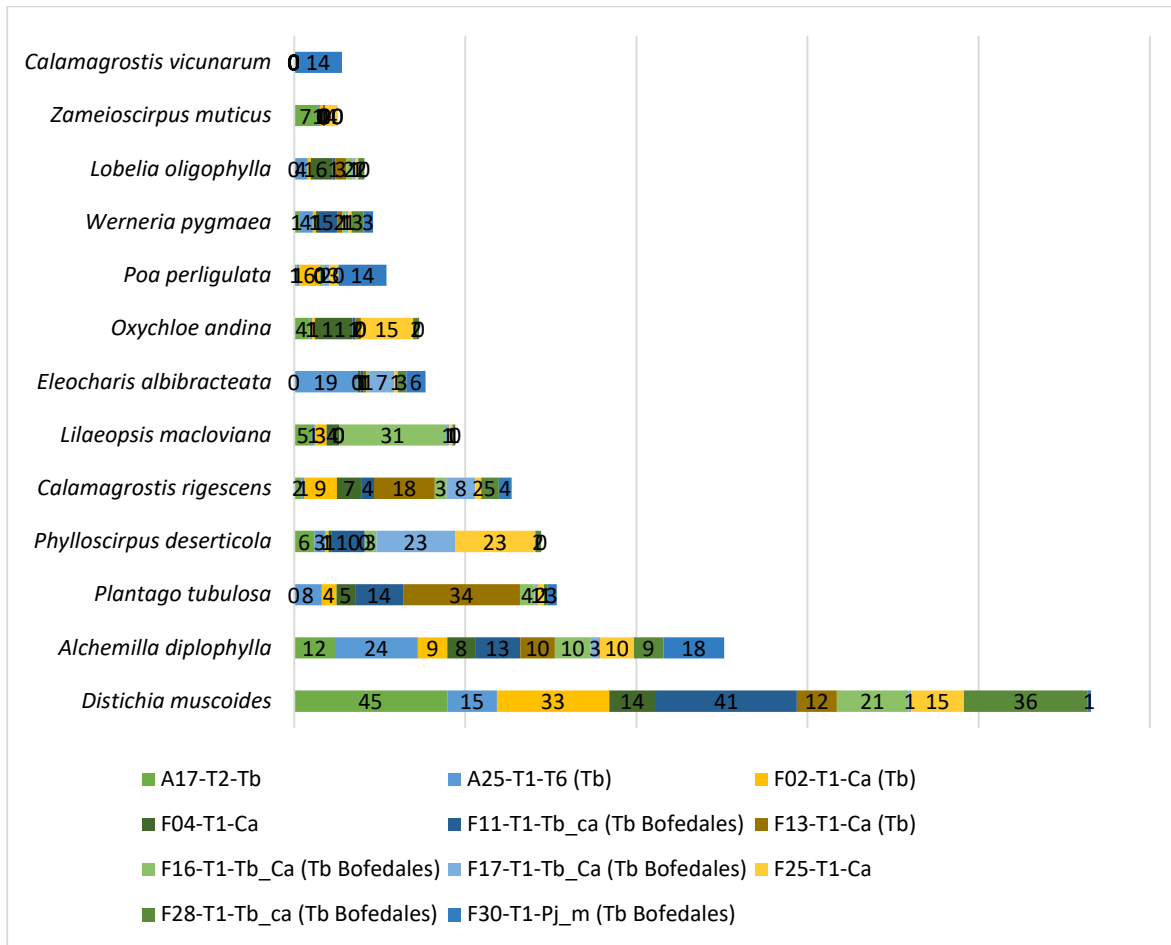
Figura 18 Abundancia de especies en bofedal, temporada seca 2022.



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 seca, las especies son *Distichia muscoides*, *Alchemilla diplophylla*, y *Plantago*.

Figura 19 Cobertura de especies en bofedal, temporada húmeda 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.3.4.3. DIVERSIDAD

La estación de evaluación con mayor índice de diversidad de acuerdo a la ecuación de Simpson es A25-T1-T6 (Tb) (1-D= 2.14), en tanto la estación F04-T1-Ca muestra el mayor valor en Shanon (0.87), por otro lado, la estación F30-T1-Pj_m (Tb Bofedales) reporta un valor mayor en el índice Pielou (0.78).

Cuadro 6.6. Riqueza, abundancia y diversidad de flora por estaciones de monitoreo en bofedal-temporada seca 2022.

PUNTOS DE MONITOREO	Especies	Individuos	Shannon	Simpson 1-D	Pielou
A17-T2-Tb	19	124	0.7322	1.927	0.6544
A25-T1-T6 (Tb)	19	107	0.8313	2.142	0.7273
F02-T1-Ca (Tb)	17	86	0.7612	1.956	0.6904
F04-T1-Ca	15	72	0.8769	2.3	0.8494
F11-T1-Tb_ca (Tb Bofedales)	11	106	0.744	1.721	0.7177

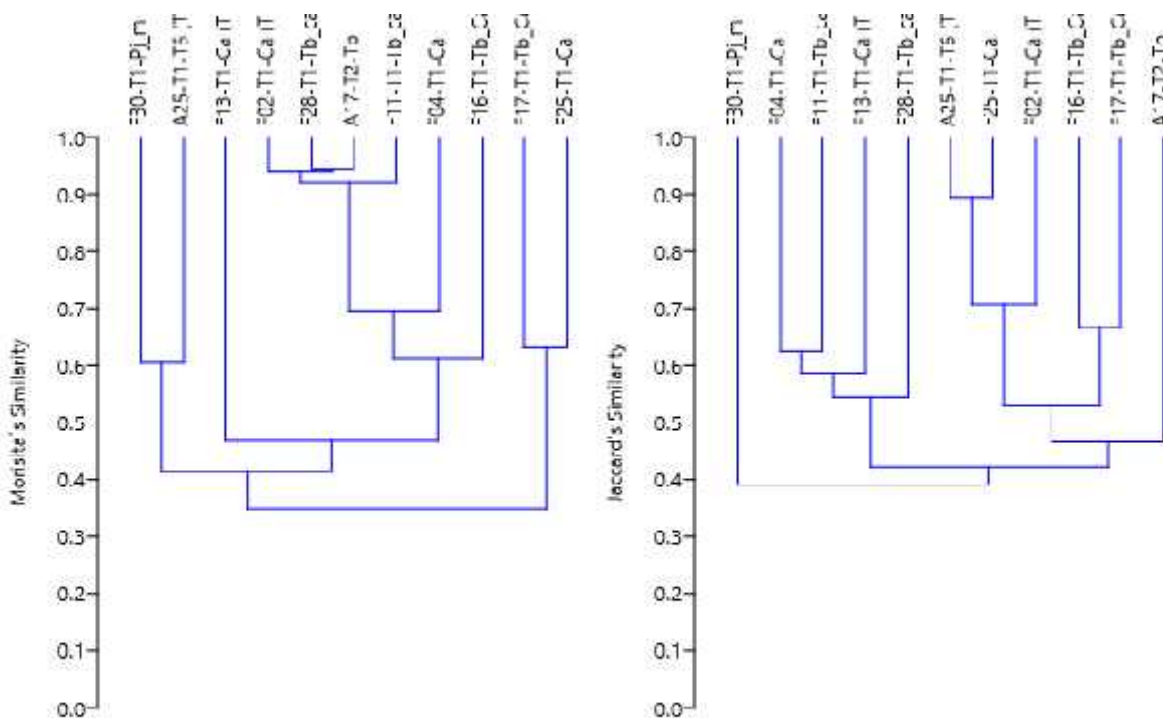
PUNTOS DE MONITOREO	Especies	Individuos	Shannon	Simpson 1-D	Pielou
F13-T1-Ca (Tb)	14	114	0.7762	1.86	0.705
F16-T1-Tb_Ca (Tb Bofedales)	18	99	0.7867	1.999	0.6916
F17-T1-Tb_Ca (Tb Bofedales)	17	76	0.8293	2.16	0.7623
F25-T1-Ca	17	91	0.8289	2.104	0.7426
F28-T1-Tb_ca (Tb Bofedales)	17	91	0.7535	1.994	0.7036
F30-T1-Pj_m (Tb Bofedales)	14	73	0.8328	2.079	0.7877

Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.3.4.4. SIMILARIDAD

Se observa que la similaridad según Jaccard y Morissita está entre los 40% y 70% mayormente, denotando una alta similitud entre las estaciones de evaluación y su composición florística en la cobertura vegetal de bofedal no tan fuerte, aunque en en el caso de algunas estaciones si puede sobrepasar el 90%.

Figura 20 Dendrogramas de Jaccard y Morissita en bofedal, temporada seca 2022.

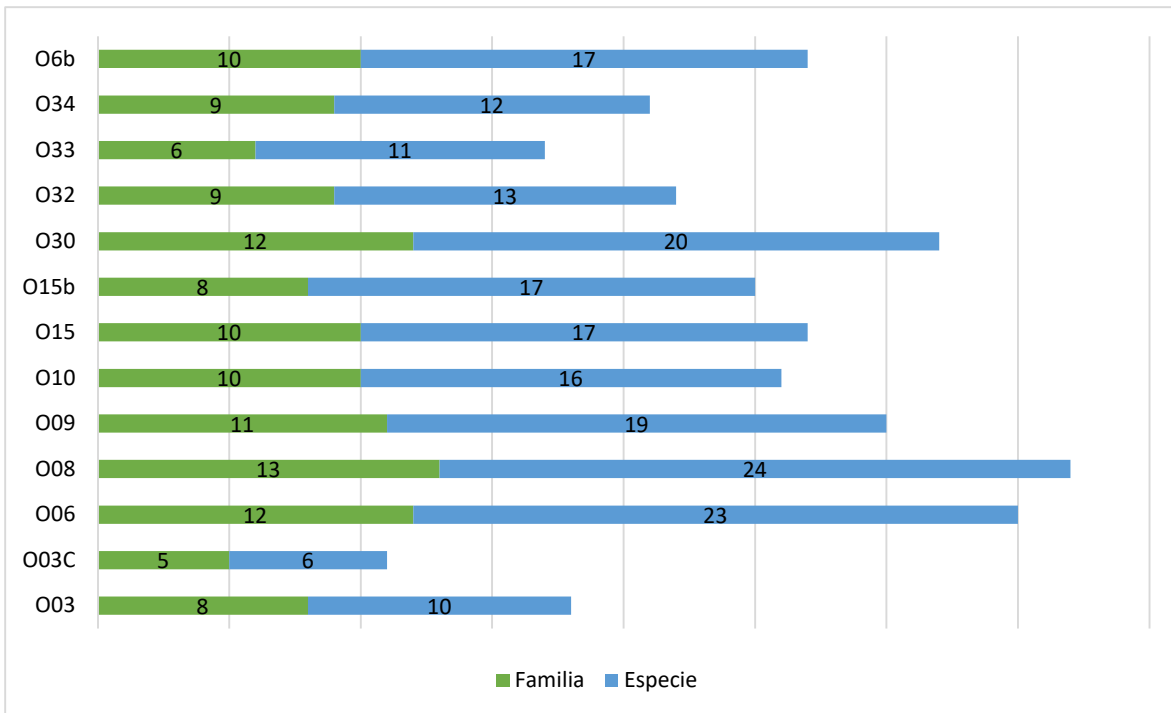


Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.3.5. MATORRAL ARBUSTIVO

En matorral arbustivo se reportan especies y familias distribuidas en las diferentes estaciones de evaluación que se encuentran en esta cobertura. Existiendo en ambos casos mayores registros de Angiospermas.

Figura 21 Número de especies y número de familias en matorral arbustivo, temporada seca 2022.

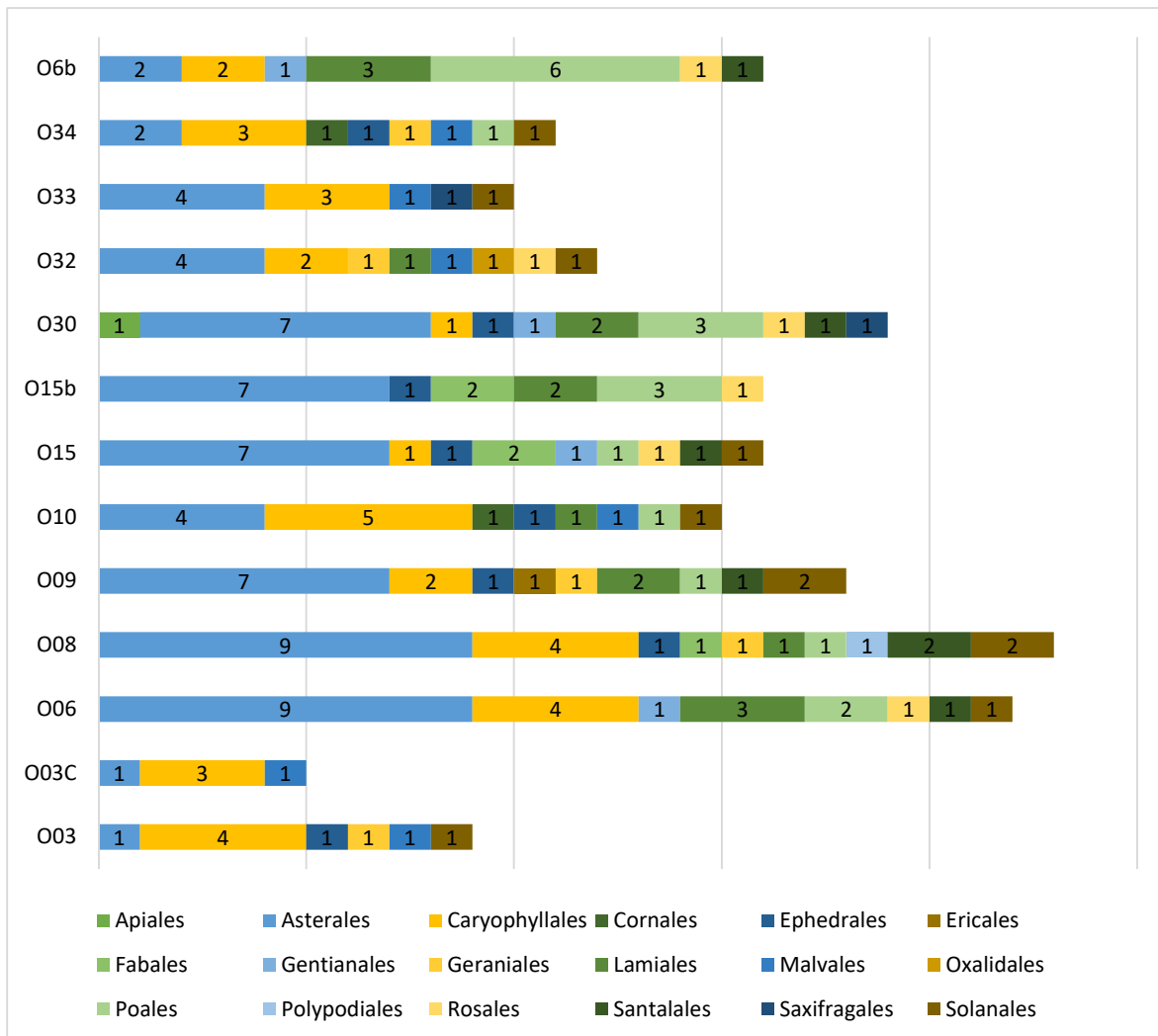


Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.3.5.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

Matorral arbustivo con las diferentes estaciones evaluadas, reporta registros mayores en los ordenes Asterales y Caryophyllales. Distribuidos en las diferentes estaciones de evaluación en esta cobertura vegetal.

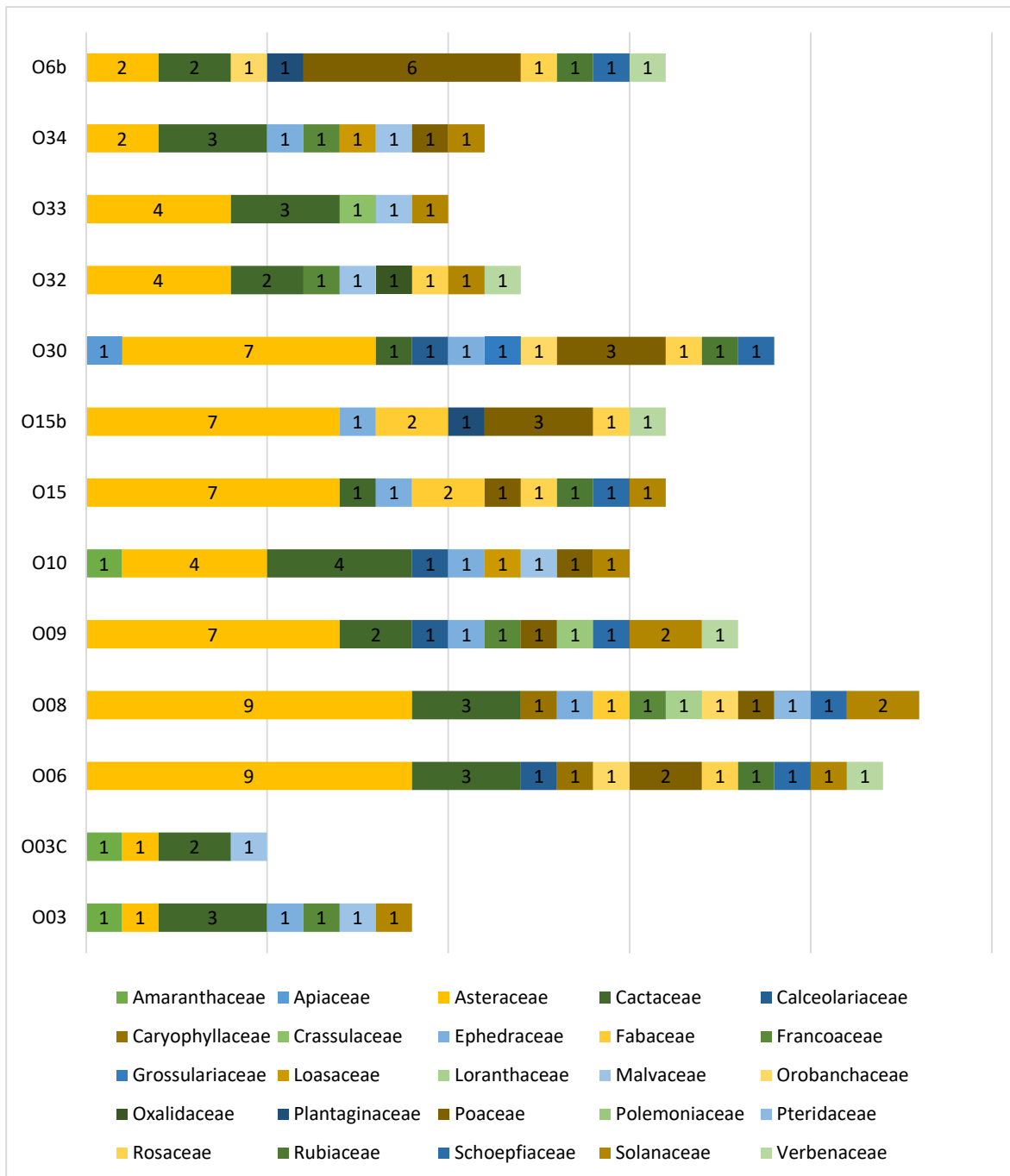
Figura 22 Composición de flora a nivel de orden taxonómico en matorral arbustivo en la temporada seca 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Respecto a la composición en función a las familias identificadas en matorral arbustivo, Asteraceae y Cactaceae son las familias con mayor representatividad en las diferentes estaciones y a nivel de matorral arbustivo.

Figura 23 Composición de flora a nivel de familia taxonómica en matorral arbustivo en la temporada seca 2022.

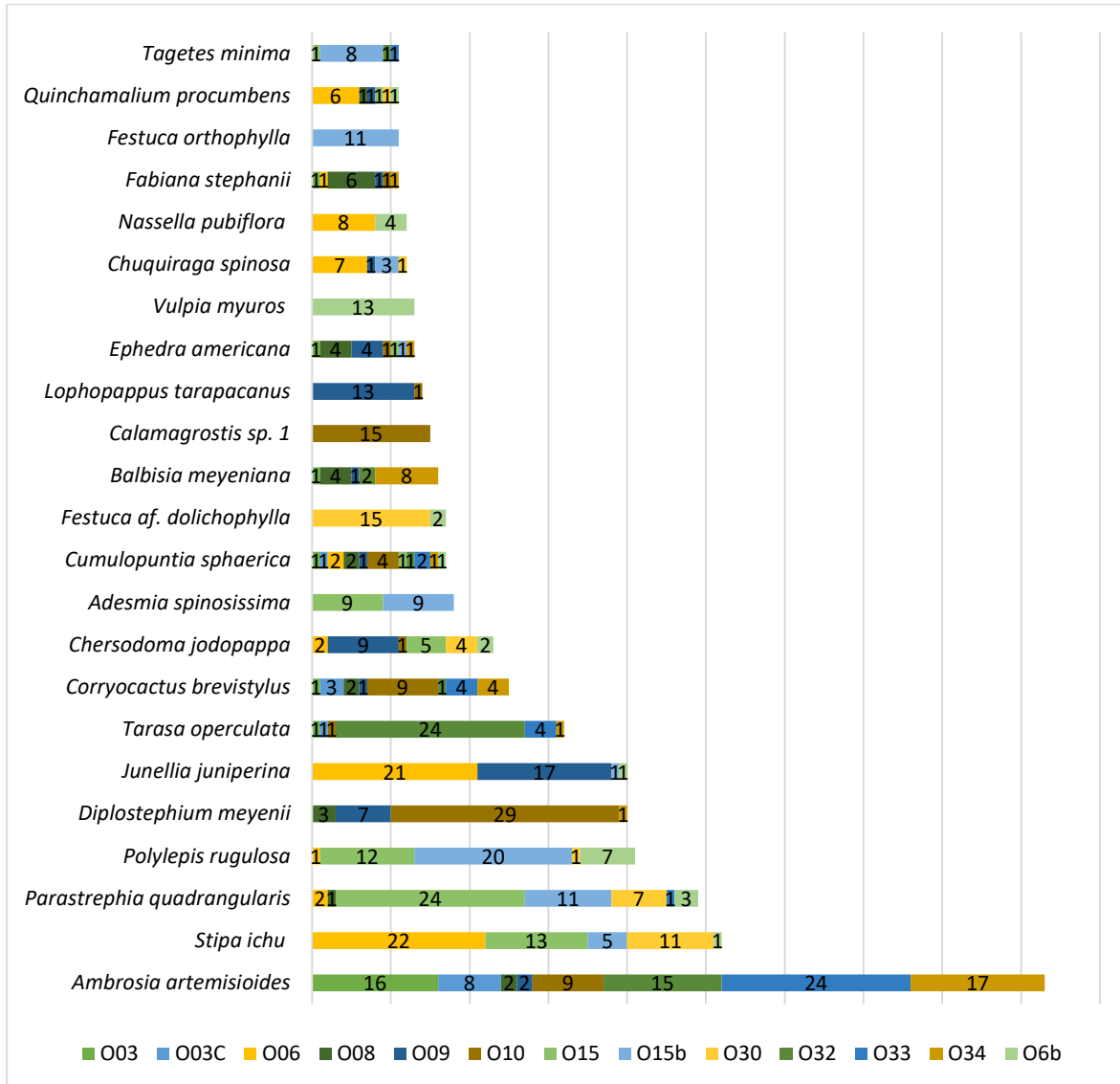


Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.3.5.2. ABUNDANCIA Y COBERTURA

Las especies de mayor abundancia registradas en matorral arbustivo son *Ambrosia artemisioides*, *Stipa ichu* y *Parastrephia quadrangularis*. Las cuales se registran como aquellas con una mayor distribución en las estaciones de monitoreo dentro de matorral arbustivo.

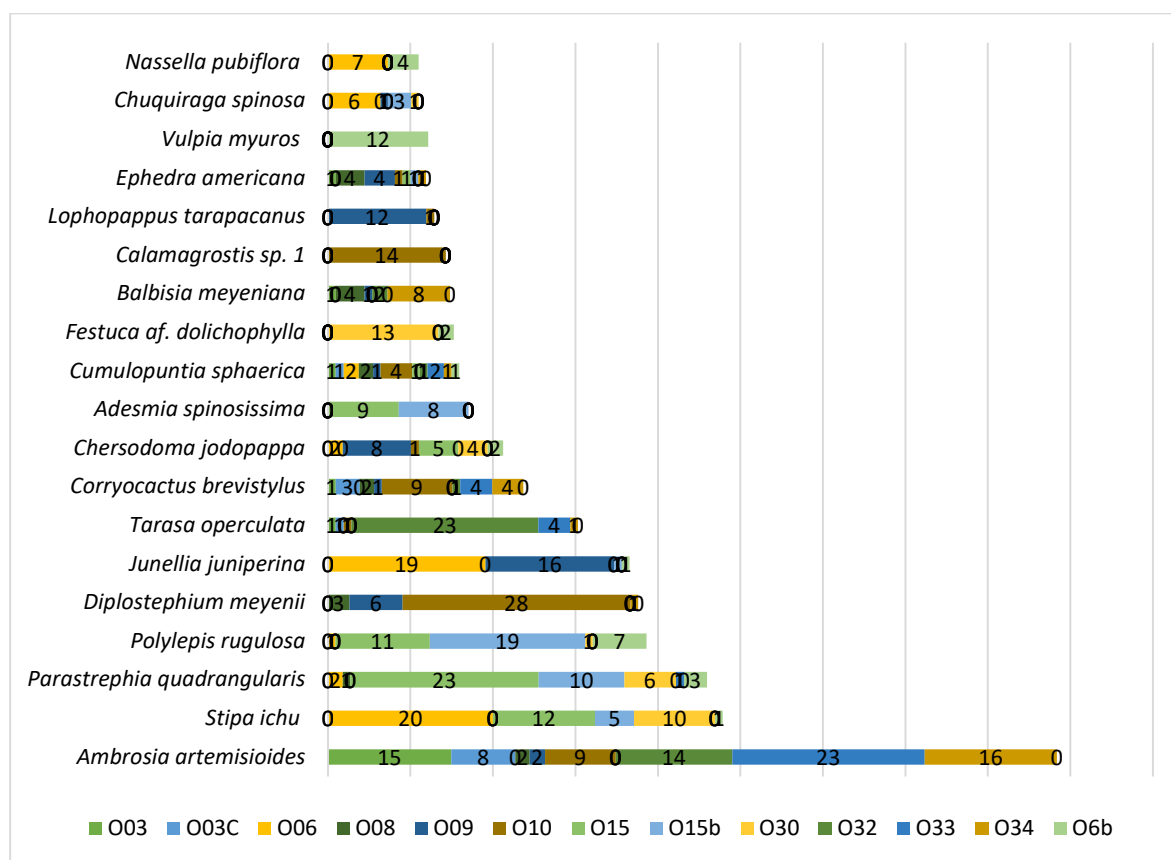
Figura 24 Abundancia relativa de especies en matorral arbustivo temporada seca 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Respecto a la cobertura, en matorral arbustivo, existe la dominancia de *Ambrosia artemisioides*, *Stipa ichu* y *Parastrephia quadrangularis*. Especies que a nivel de estaciones de muestreo son las que tienen mayor cobertura en relación con las otras especies reportadas en la temporada seca.

Figura 25 Cobertura relativa de especies en matorral arbustivo en la temporada seca 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.3.5.3. DIVERSIDAD

La estación O08 reporta el índice de Simpson más alto (2.9), lo mismo pasa en el índice de Shannon (0.93) y en Pielou (0.93). siendo esta estación la de mayor representatividad en diversidad en matorral arbustivo.

Cuadro 6.7. Riqueza, abundancia y diversidad de flora por estaciones de monitoreo en matorral arbustivo- temporada seca 2022.

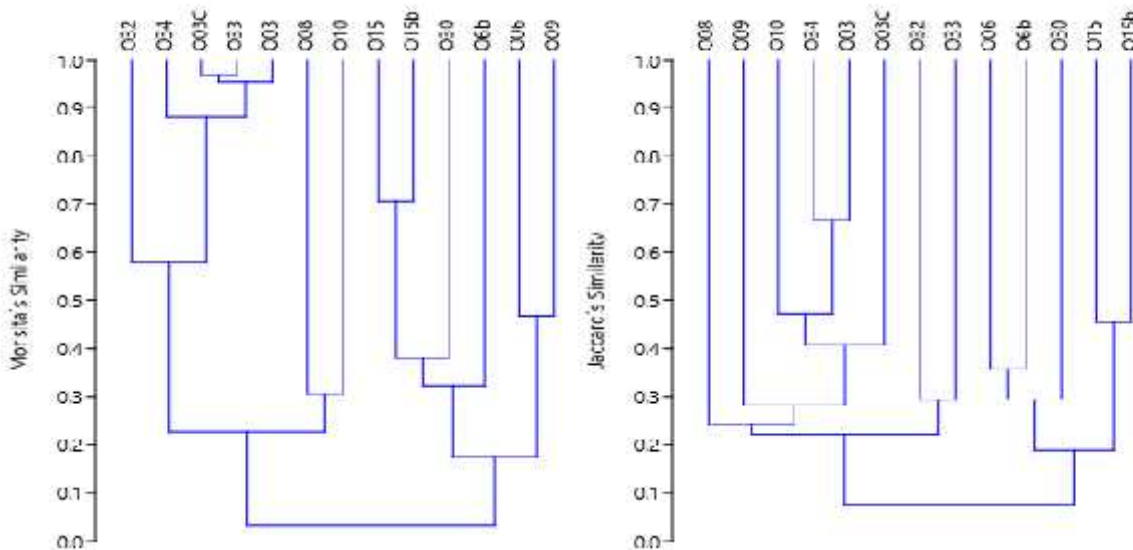
PUNTOS DE MONITOREO	Especies	Individuos	Shannon	Simpson 1-D	Pielou
O03	9	25	0.5728	1.389	0.6321
O03C	5	14	0.6122	1.215	0.7552
O06	22	89	0.8577	2.393	0.7741
O08	23	44	0.9349	2.929	0.9343
O09	18	64	0.8486	2.255	0.7802
O10	15	83	0.8088	2.009	0.7419
O15	16	79	0.8351	2.14	0.772
O15b	16	81	0.8694	2.297	0.8286
O30	19	56	0.8584	2.363	0.8025

PUNTOS DE MONITOREO	Especies	Individuos	Shannon	Simpson 1-D	Pielou
O32	12	53	0.7049	1.634	0.6576
O33	10	40	0.6138	1.47	0.6385
O34	11	37	0.7246	1.71	0.713
O6b	16	42	0.8503	2.31	0.8331

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 O33 y O03c son las que muestran una similitud por encima del 90%.

Figura 26 Dendrogramas de Jaccard y Morissita en matorral arbustivo, temporada seca 2022.

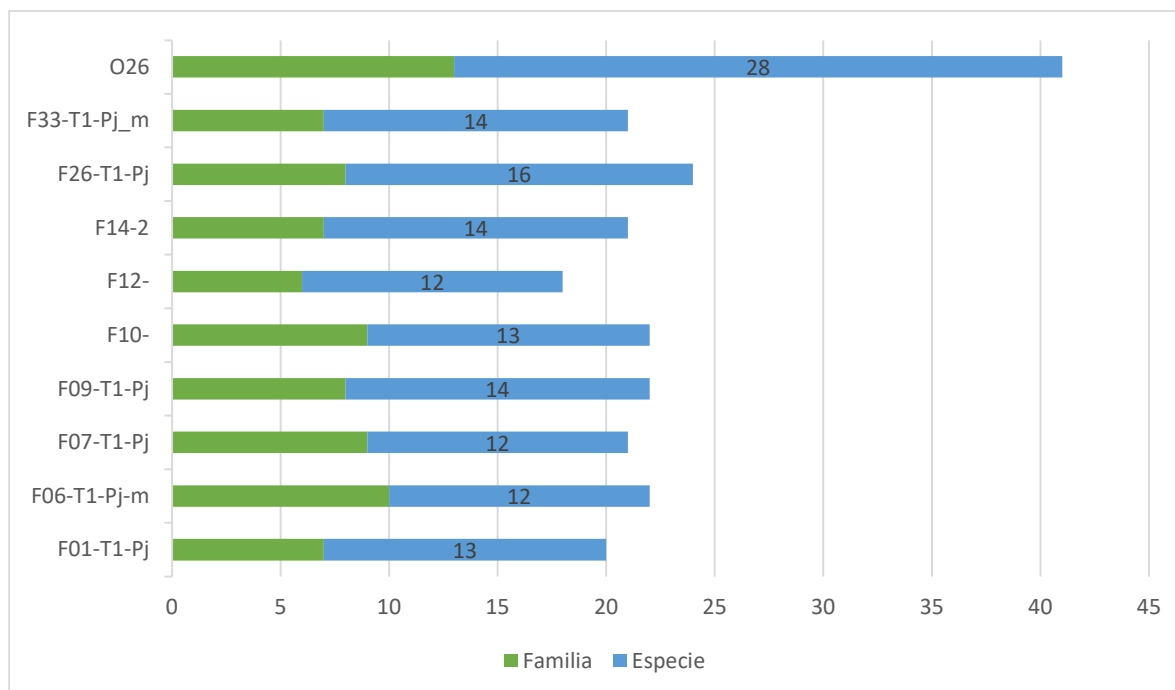


Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.3.6. PAJONAL ANDINO

En pajonal andino, la estación O26 se presenta con la mayor abundancia con respecto a las familias y especies presentes sobresaliendo frente a todas las demás de este tipo de cobertura vegetal.

Figura 27 Número de especies y número de familias en pajonal andino, temporada seca 2022.



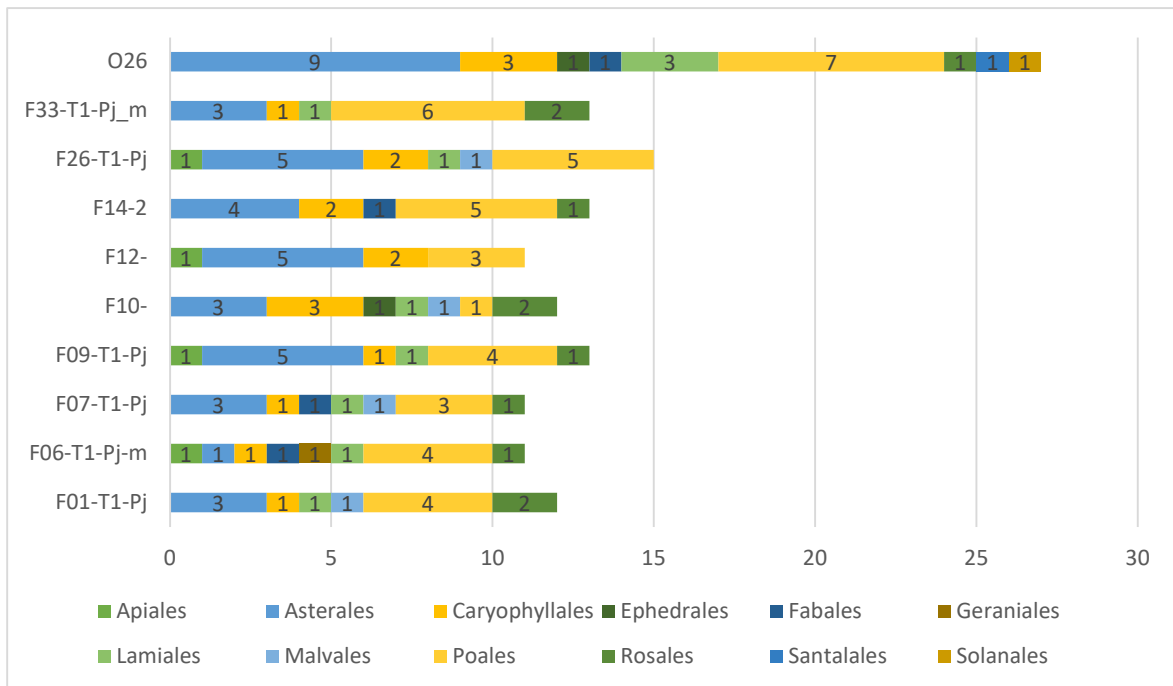
Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.3.6.1. 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 diez estaciones evaluadas. Se observa que los ordenes Poales y Asterales se encuentran mayormente distribuidas en las estaciones monitoreadas.

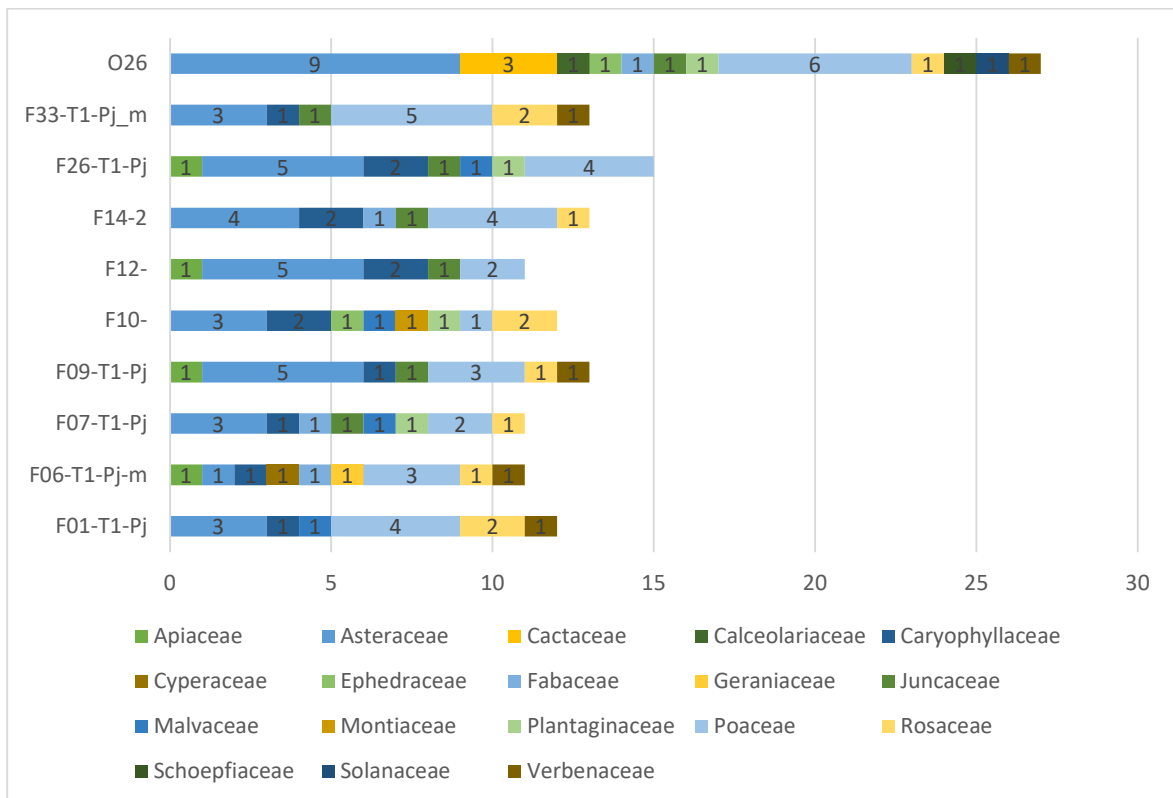
Por otro lado, a nivel de familias se observa que las familias Poaceae, Asteraceae son aquellas con un mayor reporte a nivel de pajonal andino, además se encuentran mayormente distribuidas en las estaciones de monitoreo dentro de esta cobertura vegetal.

Figura 28 Composición de flora a nivel de orden taxonómico en pajonal andino en la temporada seca 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 29 Composición de flora a nivel de familias en pajonal andino en la temporada seca 2022.

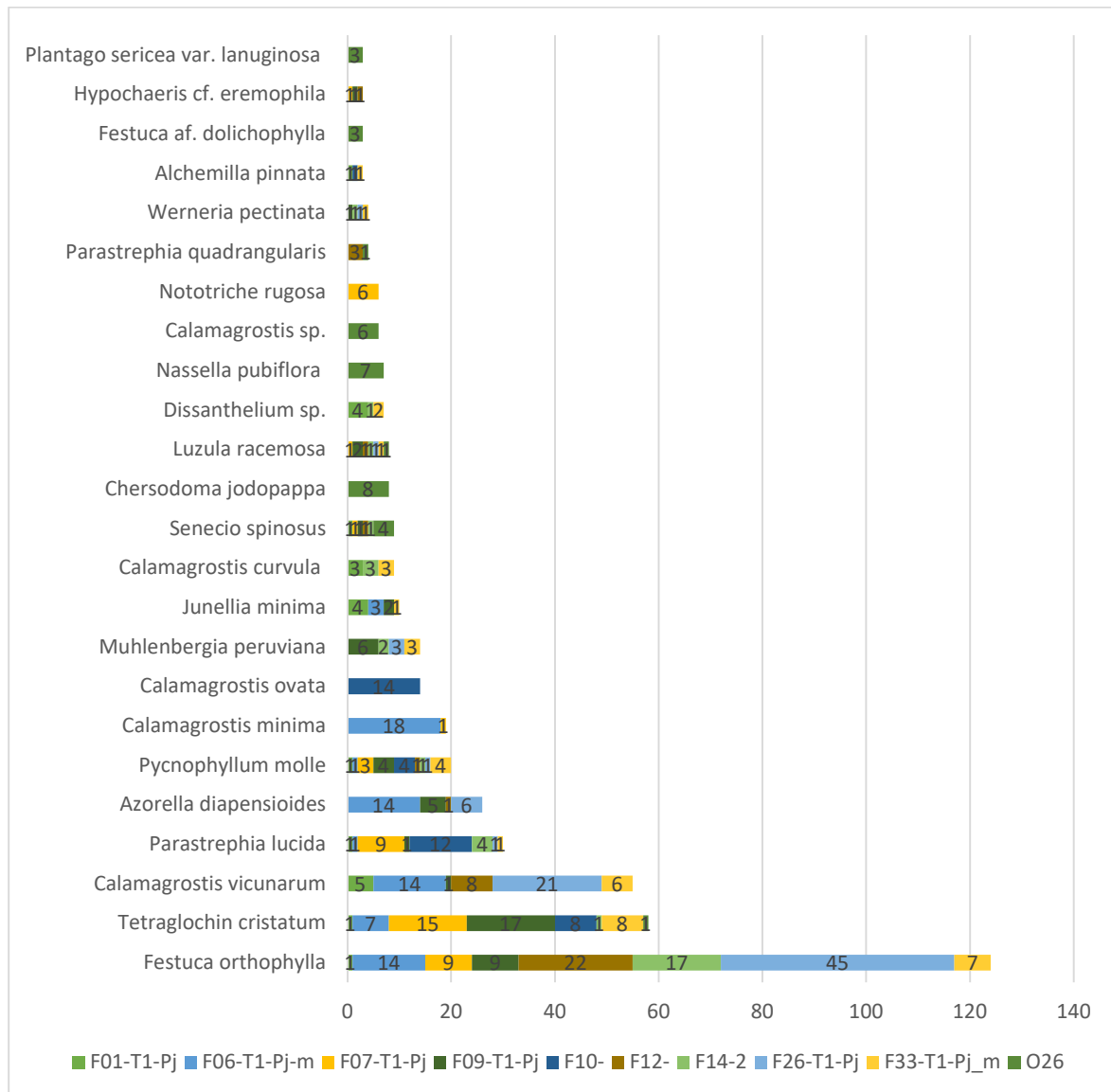


Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.3.6.2. ABUNDANCIA Y COBERTURA

Sobre la abundancia relativa en pajonal andino, se observa que hay tres especies con una amplia distribución en las estaciones de monitoreo. Estas especies son *Festuca orthophylla*, *Tetraglochin cristatum*, *Calamagrostis vicunarum*.

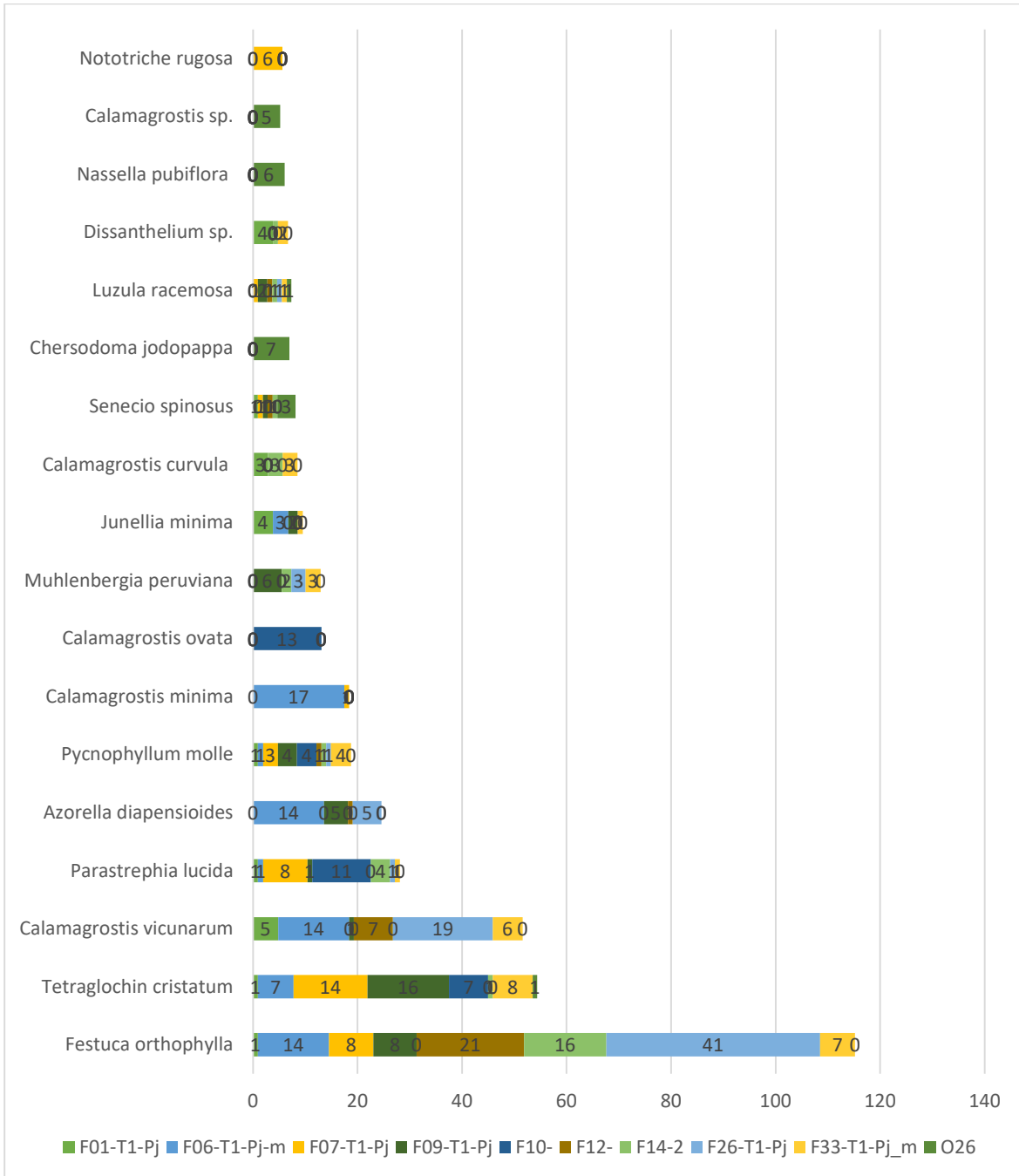
Figura 30 Abundancia relativa en pajonal andino en la temporada seca 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Respecto a la cobertura relativa en pajonal andino, se observa que *Festuca orthophylla*, *Tetraglochin cristatum*, *Calamagrostis vicunarum*. 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 31 Cobertura relativa en pajonal andino en la temporada seca 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.3.6.3. DIVERSIDAD

La estación O26 presenta el mayor índice de Simpson (2.94) y también con Shanon (0.96), mientras que de acuerdo con el índice de Pielou la estación F01-T1-Pj es la que presenta un mayor valor (0.9). de lo que se infiere que las estaciones O26 y F01-T1-Pj son aquellas que tienen una mayor representatividad en cuanto a la riqueza y diversidad florística en la cobertura vegetal pajonal andino.

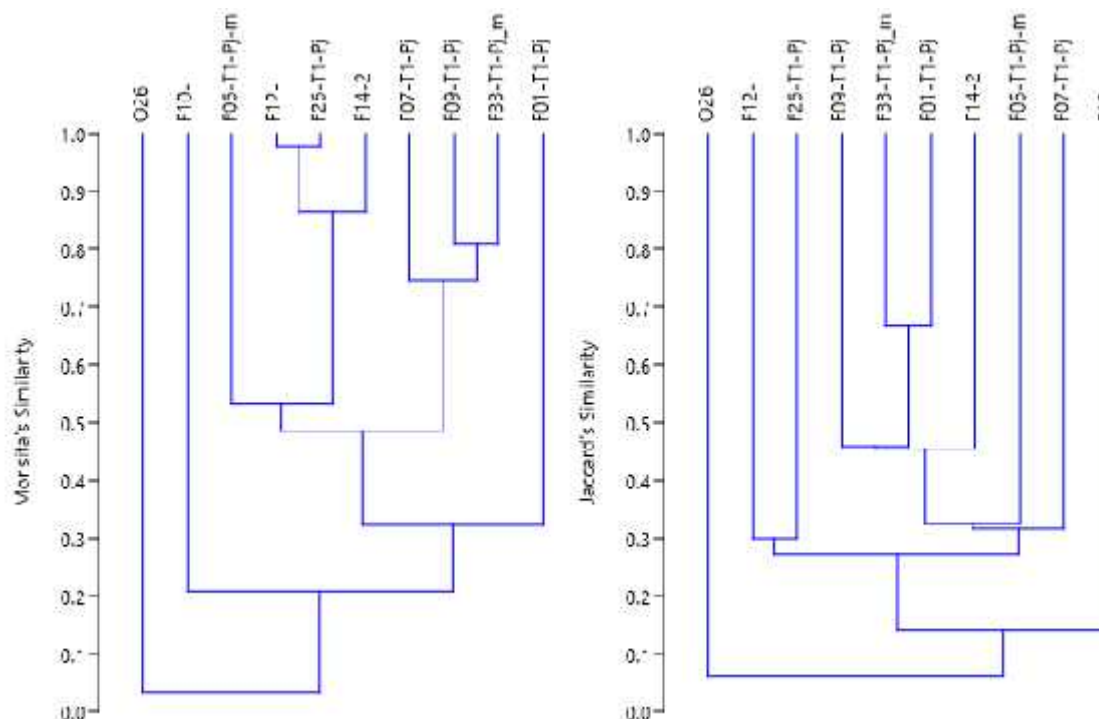
Cuadro 6.8. Riqueza, abundancia y diversidad de flora por estaciones de monitoreo en pajonal andino- temporada seca 2022.

PUNTOS DE MONITOREO	Especies	Individuos	Shannon	Simpson 1-D	Pielou
F01-T1-Pj	12	24	0.8715	2.243	0.9028
F06-T1-Pj-m	11	75	0.8267	1.92	0.8009
F07-T1-Pj	11	48	0.8099	1.908	0.7958
F09-T1-Pj	13	51	0.8228	2.068	0.8063
F10-	12	47	0.8049	1.928	0.776
F12-	11	41	0.6639	1.569	0.6543
F14-2	13	35	0.7331	1.887	0.7357
F26-T1-Pj	15	86	0.659	1.556	0.5745
F33-T1-Pj_m	13	39	0.8731	2.265	0.8832
O26	27	53	0.9263	2.941	0.8925

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 seca, denotando una baja similitud entre la mayoría de las estaciones de evaluación y su composición florística.

Figura 32 Dendrogramas de Jaccard y Morissita en pajonal andino, temporada seca 2022.

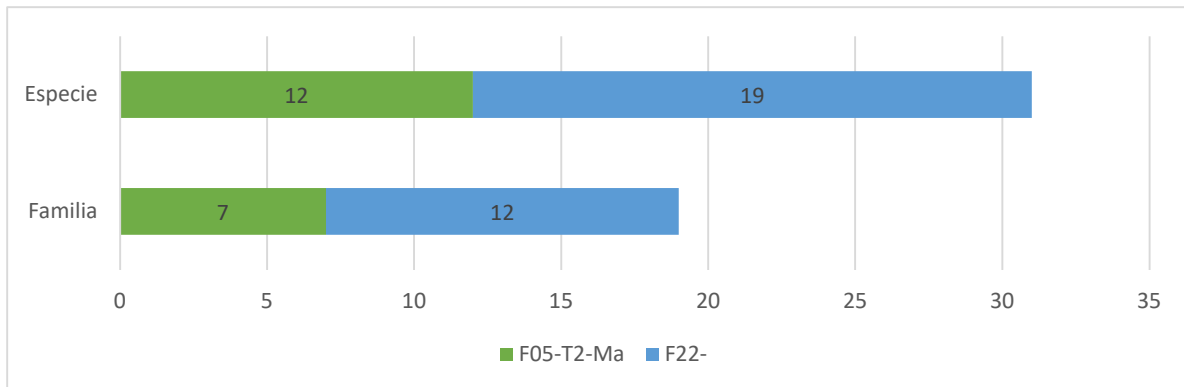


Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.3.7. PAJONAL ANDINO (SUB TIPO TOLAR)

En pajonal andino se reportan las estaciones F05-T2-Ma y F22, de los que la segunda presenta una mayor cantidad de especies y familias.

Figura 33 Número de especies y número de familias en pajonal andino sub tipo tolar, temporada seca 2022.



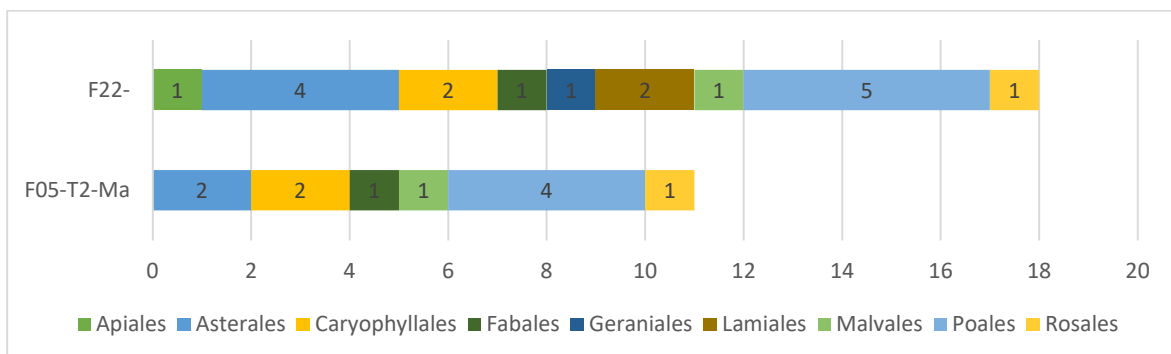
Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.3.7.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

A nivel de ordenes taxonómicos, se identificaron tres ordenes que abarcan el mayor número de especies reportados. Se observa que los ordenes Poales, Asterales se encuentran mayormente distribuidas en las estaciones monitoreadas.

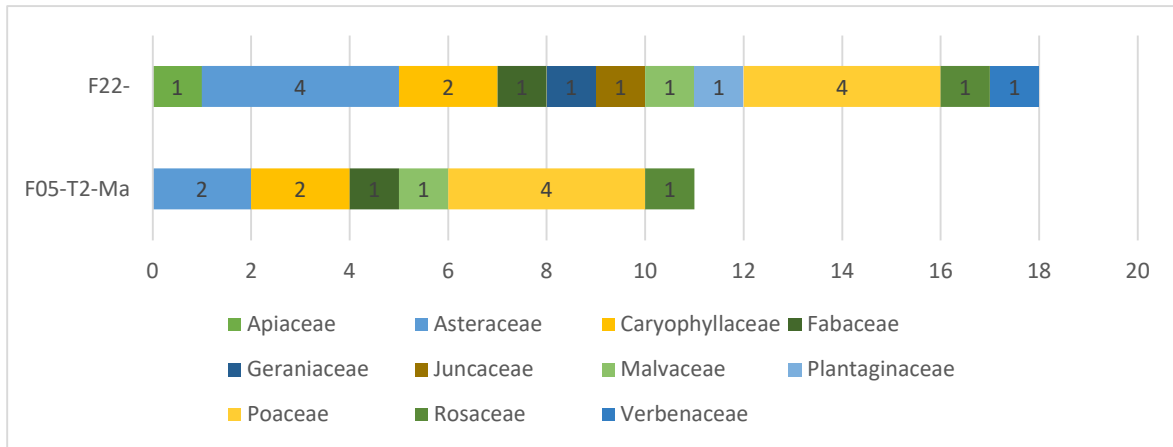
A nivel de familias se observa que las familias Poaceae, Asteraceae y Caryophyllaceae son aquellas con un mayor reporte, además se encuentran mayormente distribuidas en las estaciones de monitoreo dentro de esta cobertura vegetal.

Figura 34 Composición de flora a nivel de orden taxonómico en pajonal andino sub tipo tolar en la temporada seca 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 35 Composición de flora a nivel de familias en pajonal andino sub tipo tolar en la temporada seca 2022.

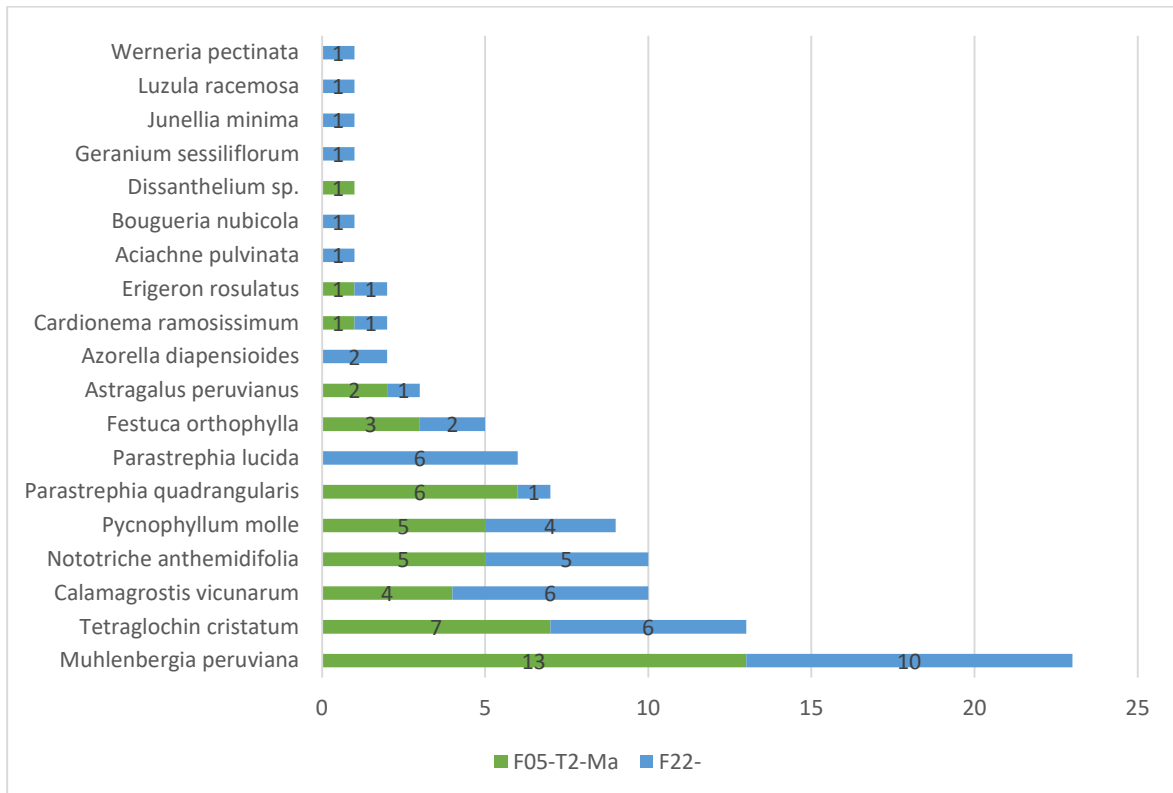


Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.3.7.2. 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 *Muhlenbergia peruviana*, *Tetraglochin cristatum*, *Calamagrostis vicunarum*.

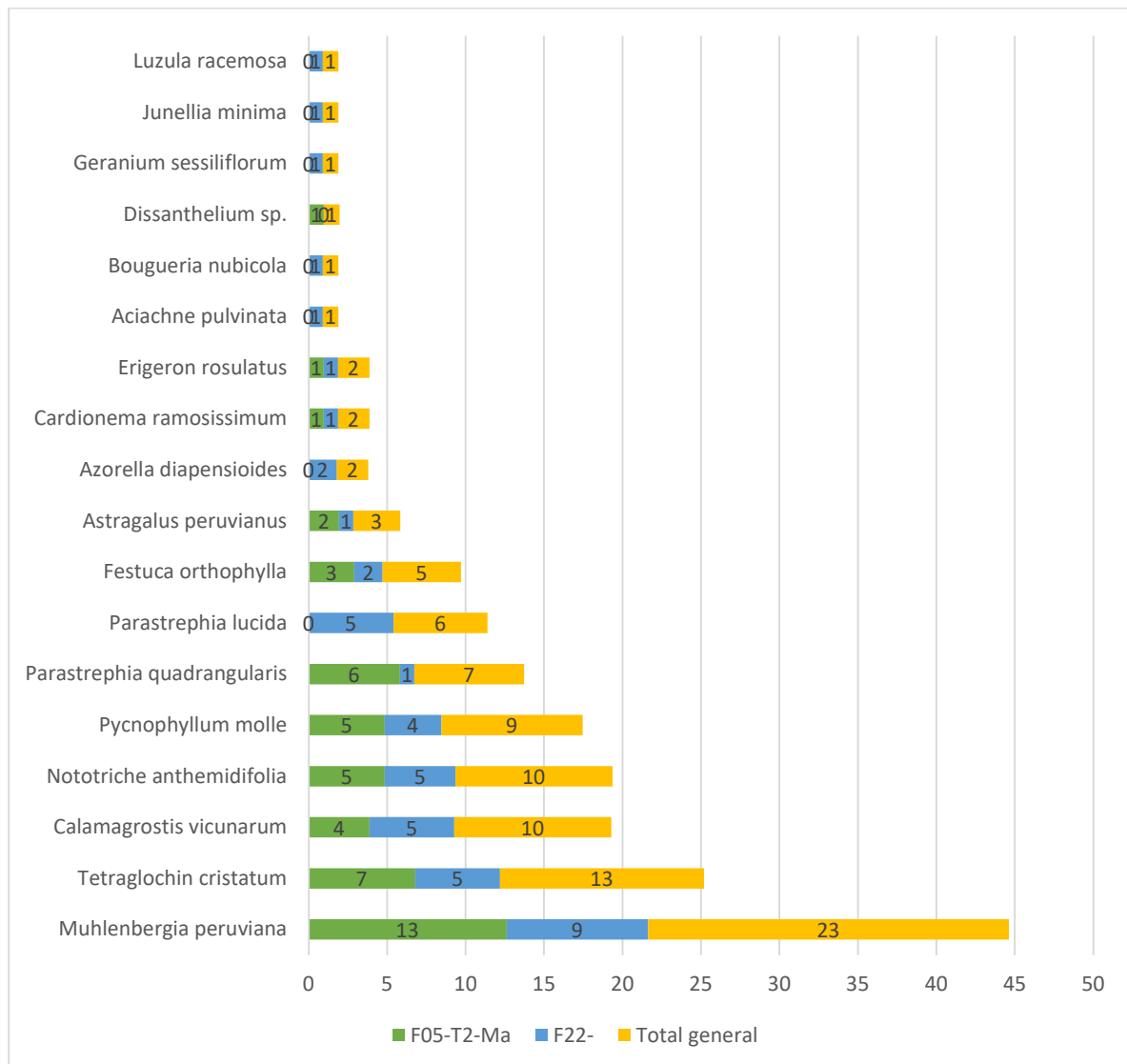
Figura 36 Abundancia relativa en pajonal andino sub tipo tolar en la temporada seca 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Respecto a la cobertura relativa en pajonal andino, se observa que *Muhlenbergia peruviana*, *Tetraglochin cristatum*, *Calamagrostis vicunarum*, 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 37 Cobertura relativa en pajonal andino sub tipo tolar en la temporada seca 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.3.7.3. DIVERSIDAD

Las estaciones presentan similares índices superando el 0.8 en el caso de Shannon y 2.12 con respecto al de Simpson mostrando una gran diversidad, y el índice de Pielou muestra una equidad en los ambientes ya que supera el 0.8.

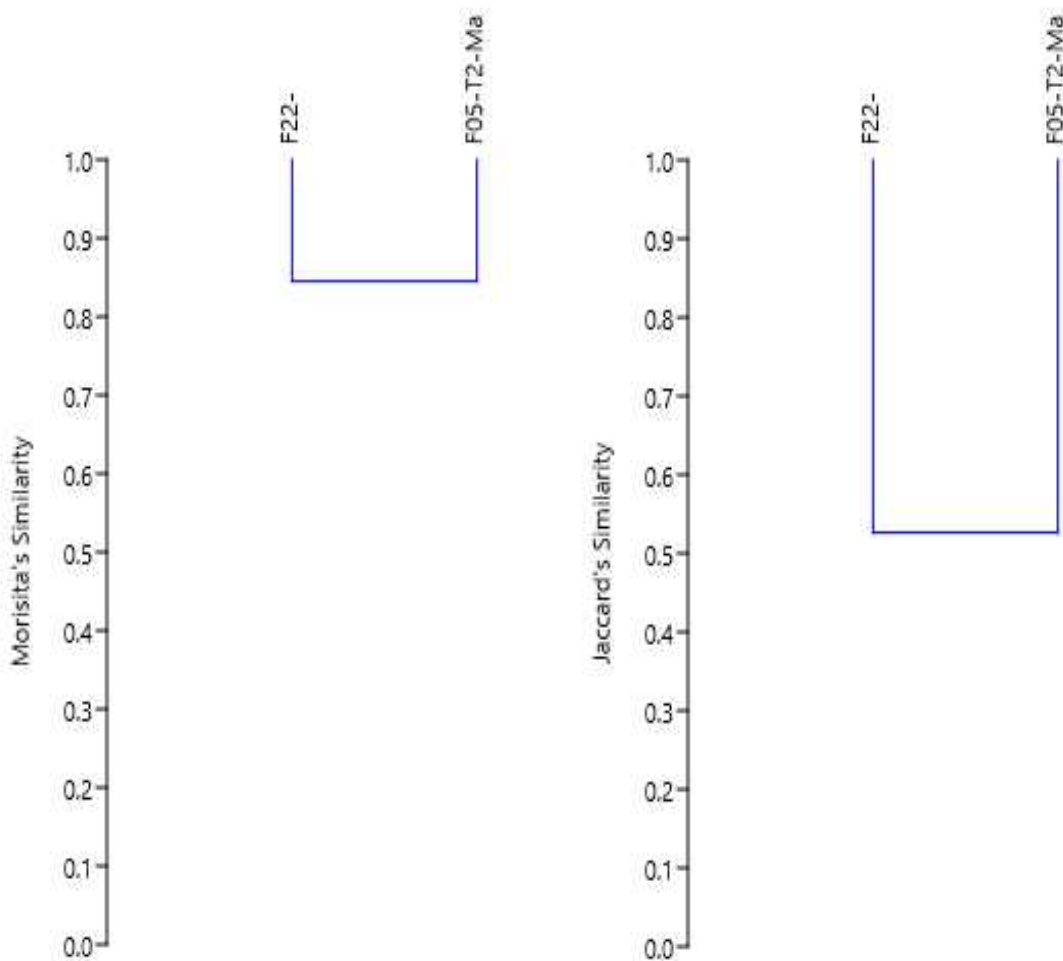
Cuadro 6.9. Riqueza, abundancia y diversidad de flora por estaciones de monitoreo en pajonal andino- temporada seca 2022.

PUNTOS DE MONITOREO	Especies	Individuos	Shannon	Simpson 1-D	Pielou
F05-T2-Ma	11	48	0.8542	2.12	0.8843
F22-	18	51	0.8973	2.527	0.8743

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Se observa que la similaridad según Jaccard y Morisita está por encima del 50% en las estaciones evaluadas en temporada seca, denotando una alta similitud entre la mayoría de las estaciones de evaluación y su composición florística.

Figura 38 Dendrogramas de Jaccard y Morisita en pajonal andino, temporada seca 2022.

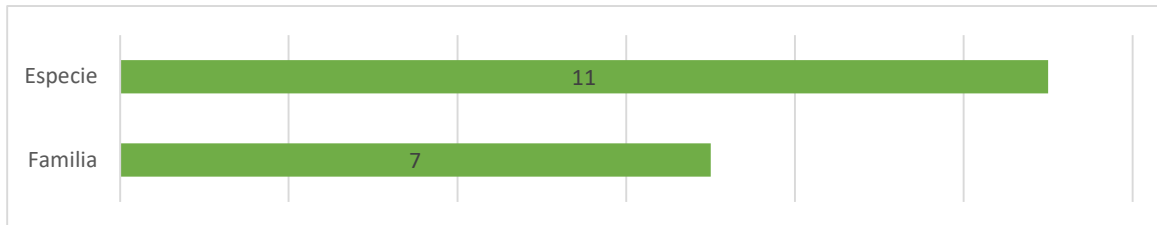


Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.3.8. MONTE RIBEREÑO

En el monte ribereño se analizó la estación O04 la cual se reportó con 11 especies y 7 familias.

Figura 39 Número de especies y número de familias en Monte ribereño, temporada seca 2022.



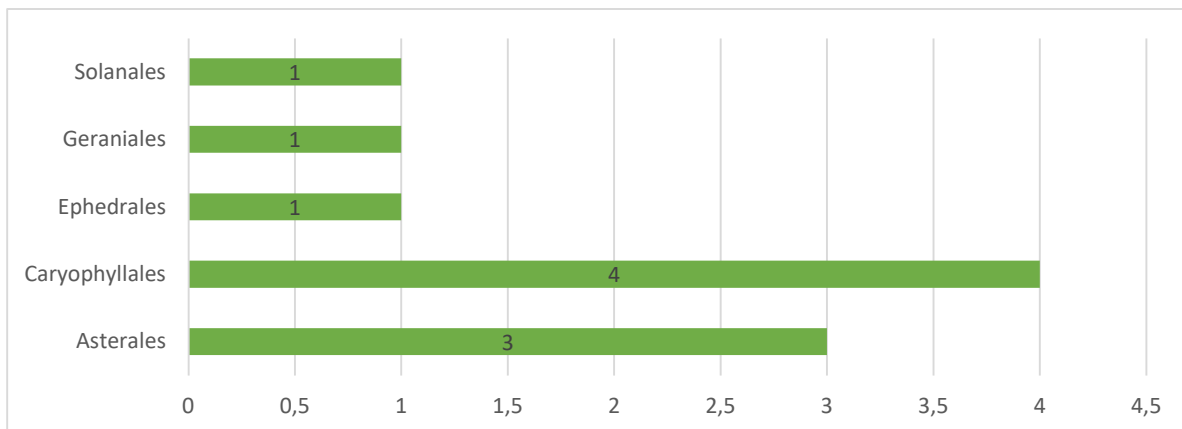
Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.3.8.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

A nivel de ordenes taxonómicos, se identificaron dos órdenes que abarcan el mayor número de especies reportados. Se observa que los ordenes Asterales (3 especies) y Caryophyllales (4 especies) se encuentran mayormente distribuidas.

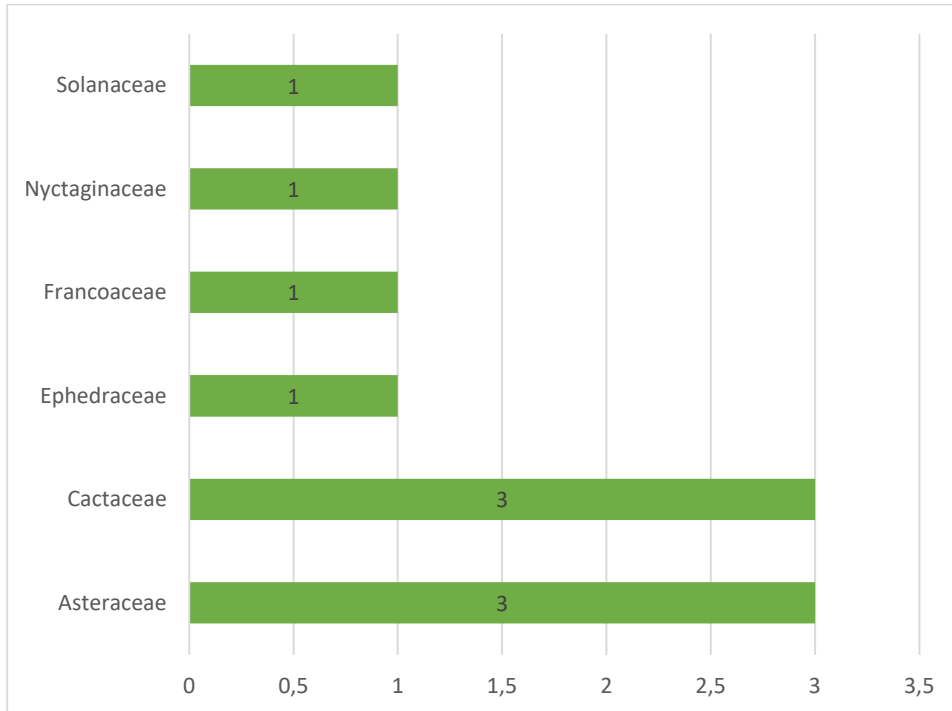
Por otro lado, a nivel de familias se observa que las familias Asteraceae y Cactaceae son aquellas con un mayor reporte a nivel de monte ribereño.

Figura 40 Composición de flora a nivel de orden taxonómico en Monte ribereño en la temporada seca 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 41 Composición de flora a nivel de familias en Monte ribereño en la temporada seca 2022.

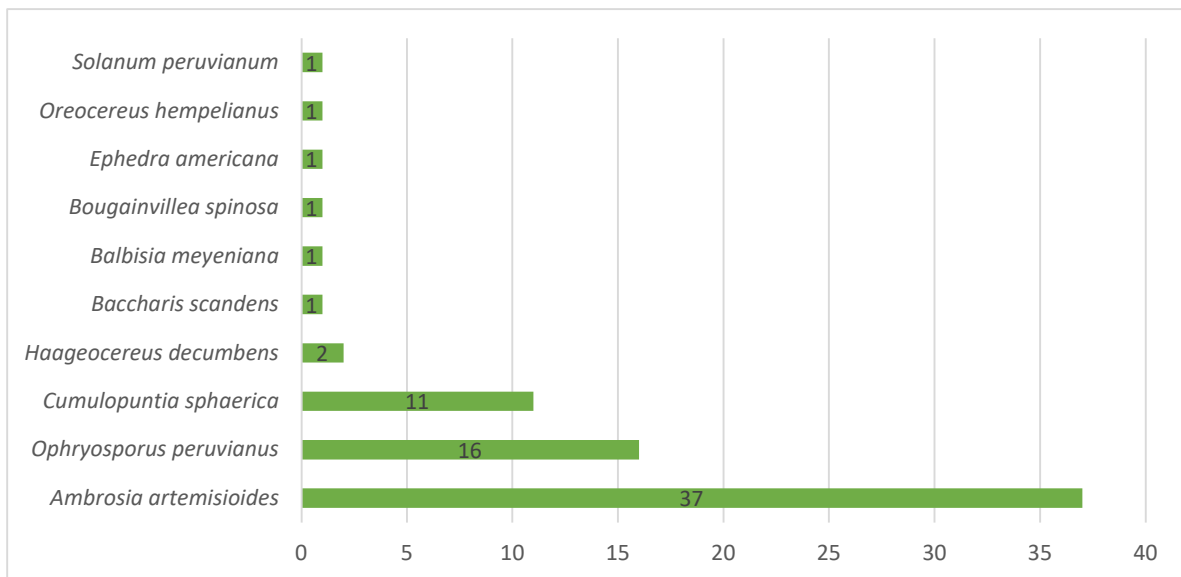


Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.3.8.2. ABUNDANCIA Y COBERTURA

Sobre la abundancia relativa en el monte ribereño, se observa que hay tres especies con una amplia distribución en las estaciones de monitoreo. Estas especies son *Ambrosia artemisioides*, *Ophryosporus peruvianus* y *Cumulopuntia sphaerica*.

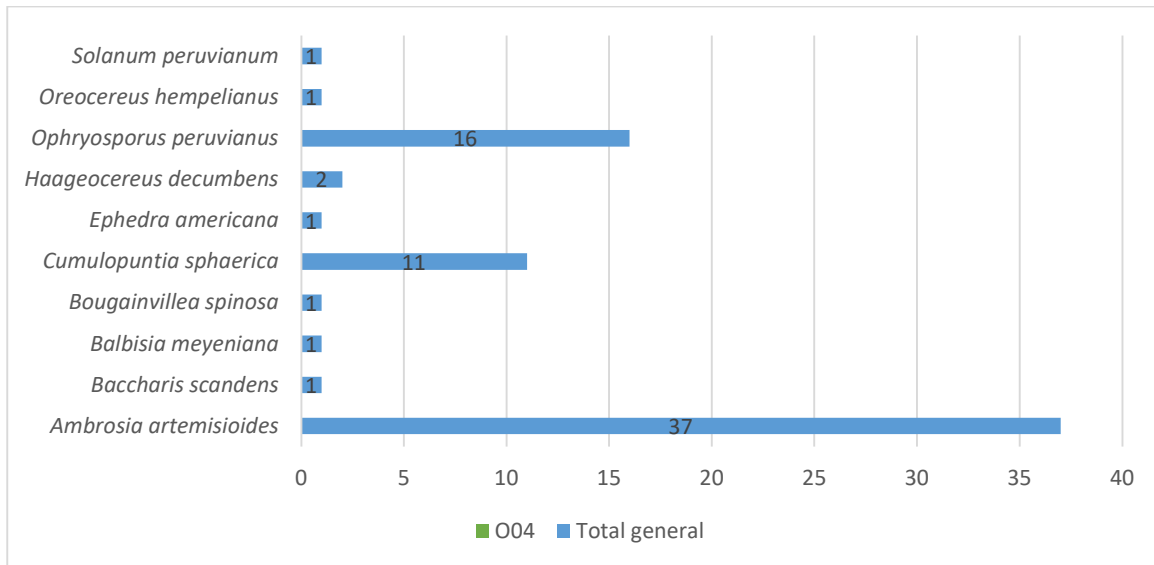
Figura 42 Abundancia relativa en Monte ribereño en la temporada seca 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Respecto a la cobertura relativa en pajonal andino, se observa que *Ambrosia artemisioides*, *Ophryosporus peruvianus* y *Cumulopuntia sphaerica*. las cuales a nivel general son las que mayor cobertura ocupan en el monte ribereño.

Figura 43 Cobertura relativa en Monte ribereño en la temporada seca 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.3.8.3. DIVERSIDAD

La estación O04 presenta índices de diversidad con valores bajos, en caso de de Simpson de 1.4 y Shannon de 0.6; los cuales indican un deterioro en la biodiversidad, a su vez el índice de Pielou es también bajo mostrando un poco equidad en el ambiente que forma este tipo de cobertura.

Cuadro 6.10. Riqueza, abundancia y diversidad de flora por estaciones de monitoreo en el Monte ribereño, temporada seca 2022.

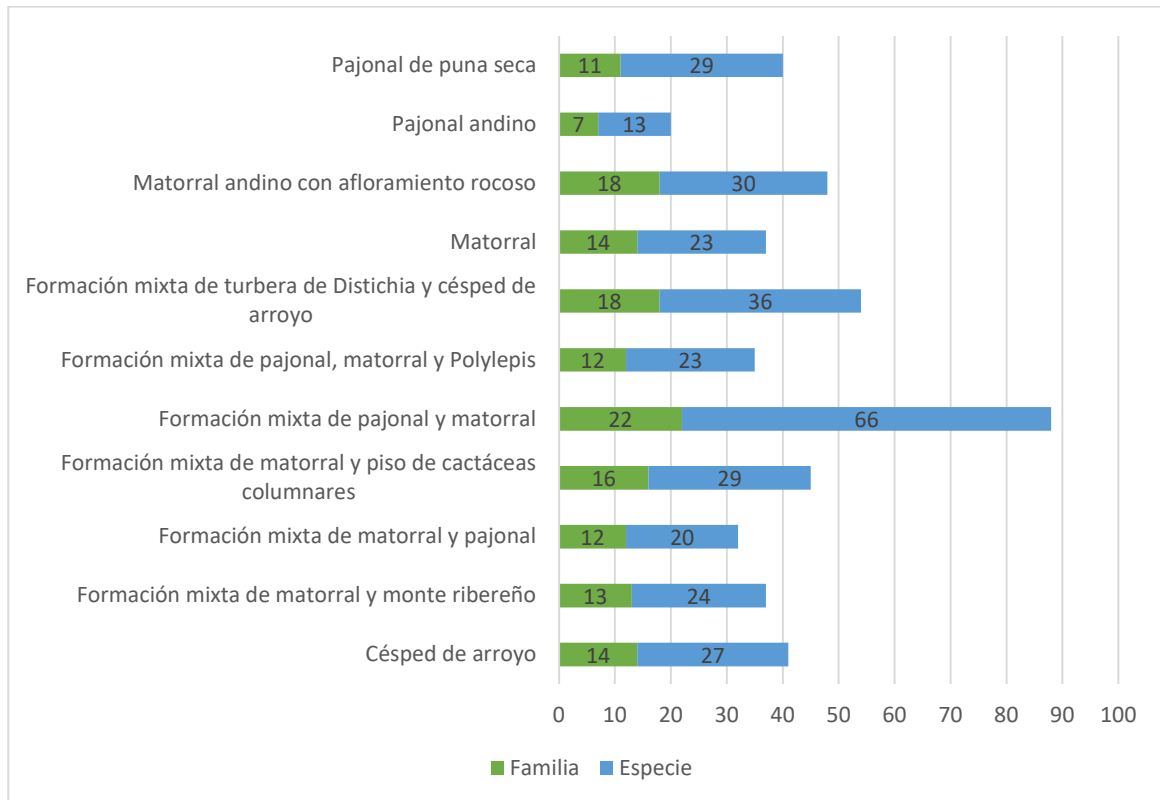
PUNTOS DE MONITOREO	Especies	Individuos	Shannon	Simpson 1-D	Pielou
O04	10	72	0.6613	1.419	0.6164

Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.4. ANÁLISIS POR UNIDAD DE VEGETACIÓN

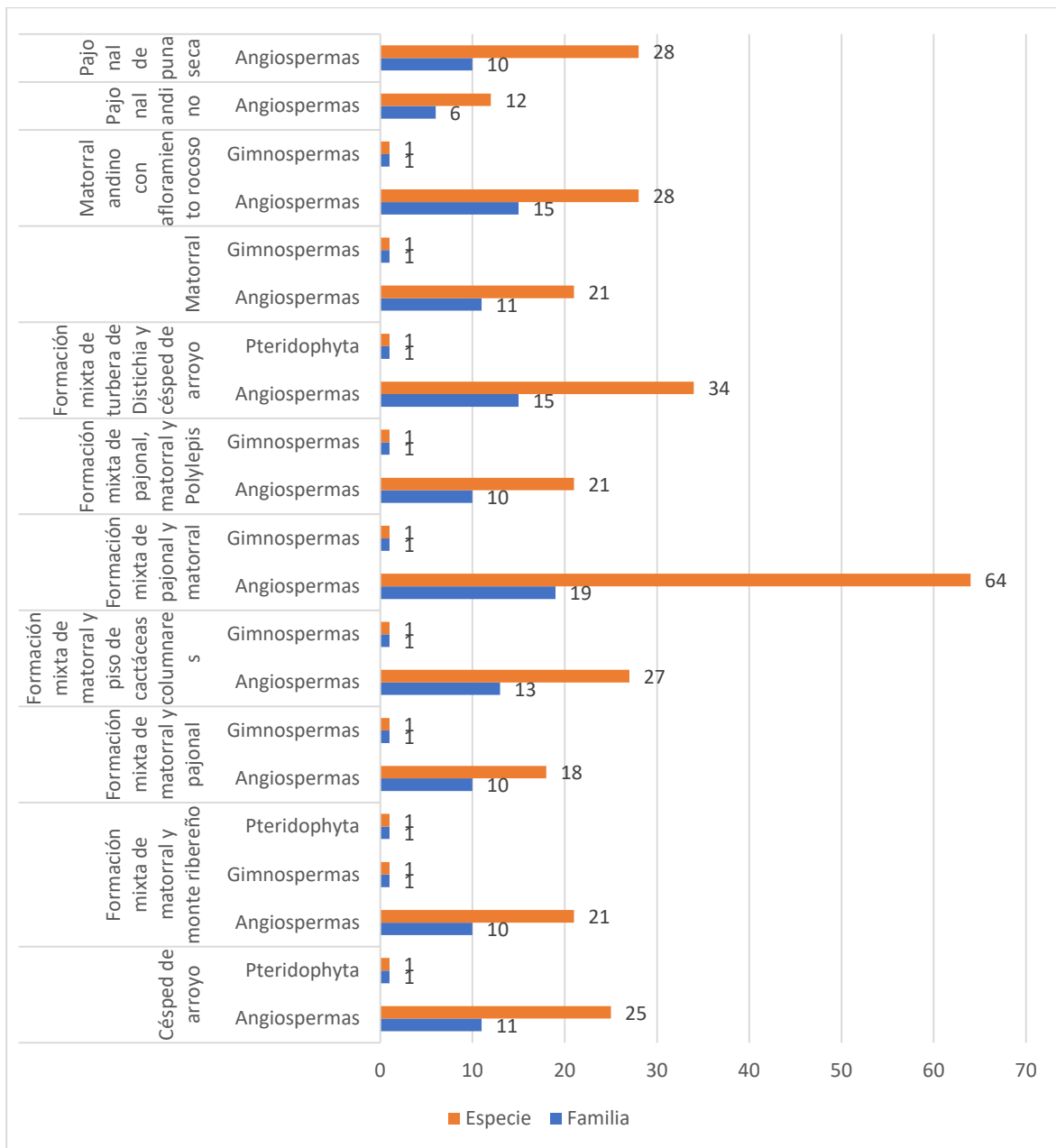
En las unidades de vegetación se observa también la predominancia de Angiospermas en la mayoría de las unidades de vegetación identificadas.

Figura 44 Número de especies y familias en las unidades de vegetación, temporada seca 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 45 Número de especies y familias en las unidades de vegetación, temporada seca 2022.



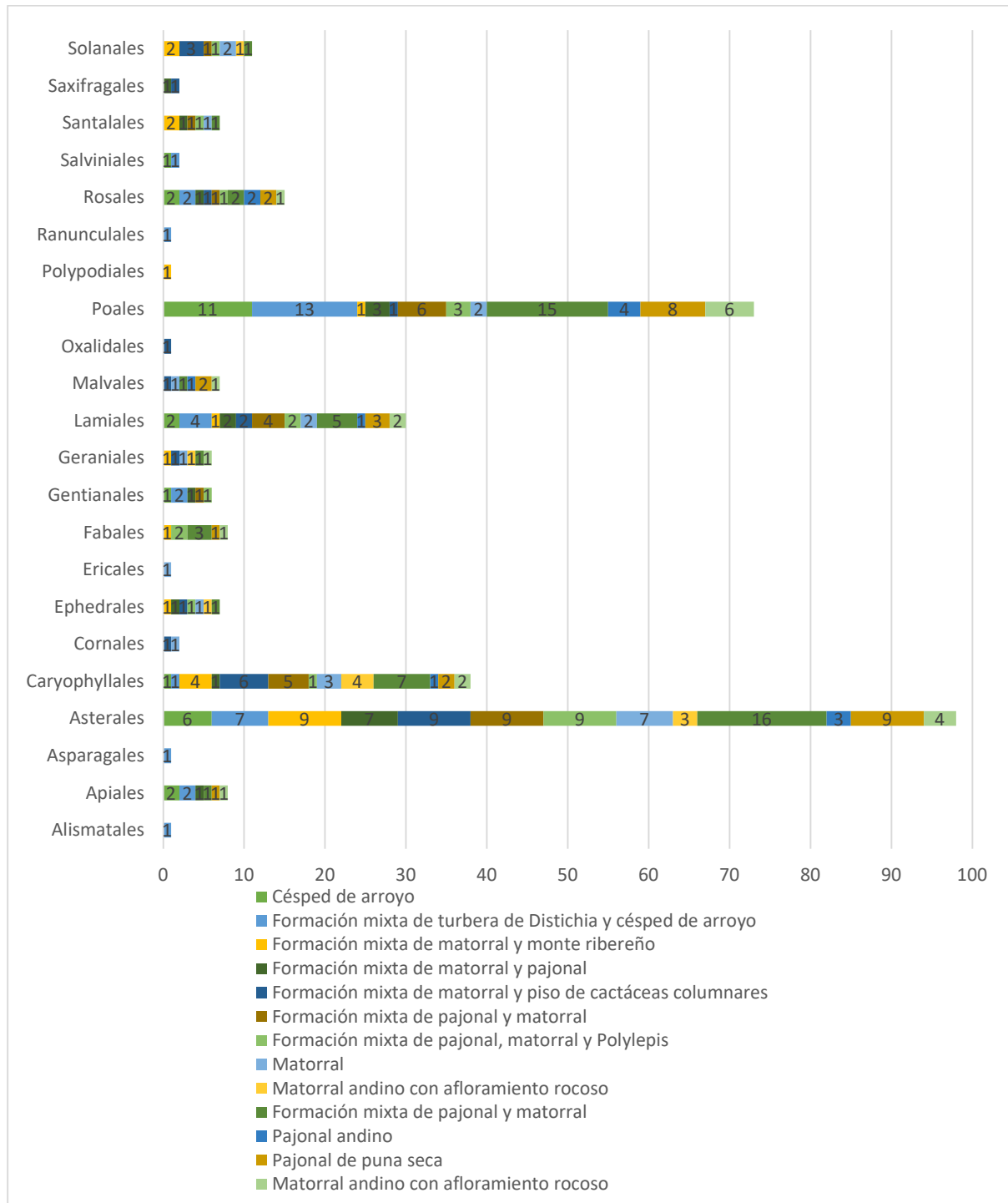
Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.4.1. 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.

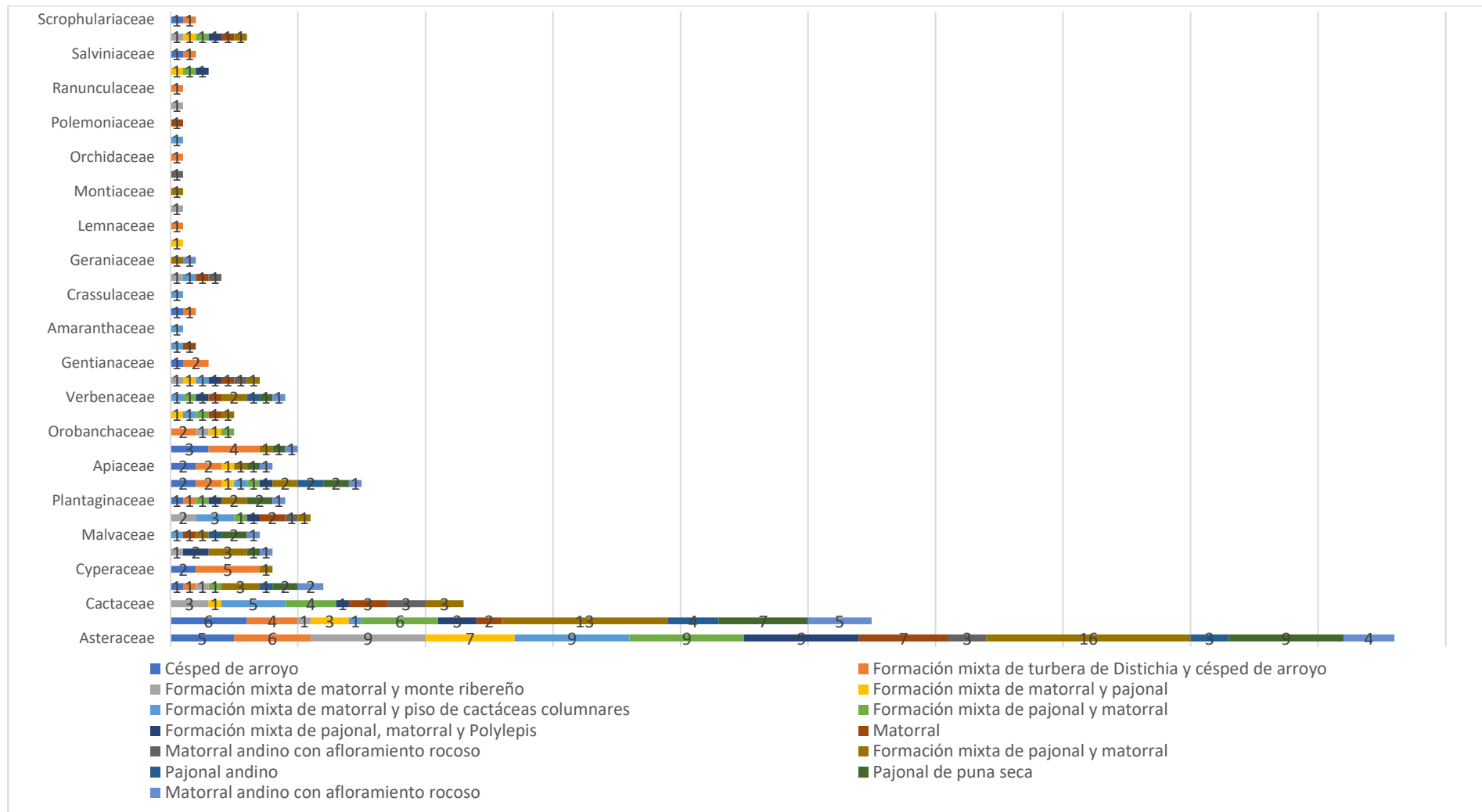
En lo referente a las familias reportadas a nivel de unidades de vegetación, Poaceae (22 especies), Asteraceae (54 especies) y Cactaceae (10 especies) son aquellas con mayor representatividad y distribución en las unidades de vegetación.

Figura 46 Composición de flora a nivel de orden taxonómico según unidades de vegetación en la temporada seca 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 47 Composición de flora a nivel de familia taxonómica según unidades de vegetación en la temporada seca 2022.

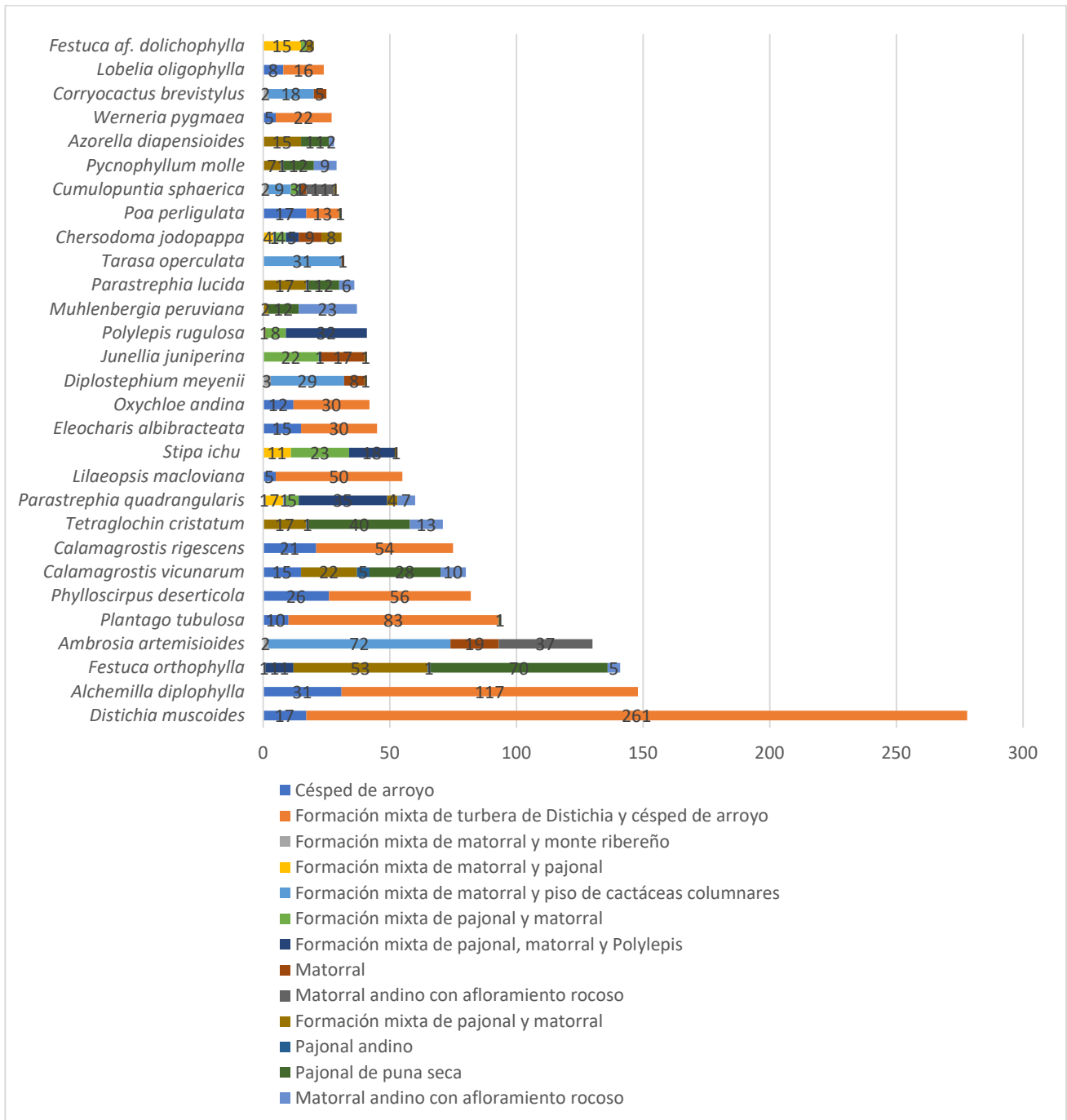


Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.4.2. ABUNDANCIA Y COBERTURA

Respecto a la abundancia relativa, se observa que las especies *Dystichia muscoides*, *Alchemilla diplophylla* y *Festuca orthophylla* son aquellas con mayor abundancia a nivel global y mayor representatividad en las unidades de vegetación evaluadas.

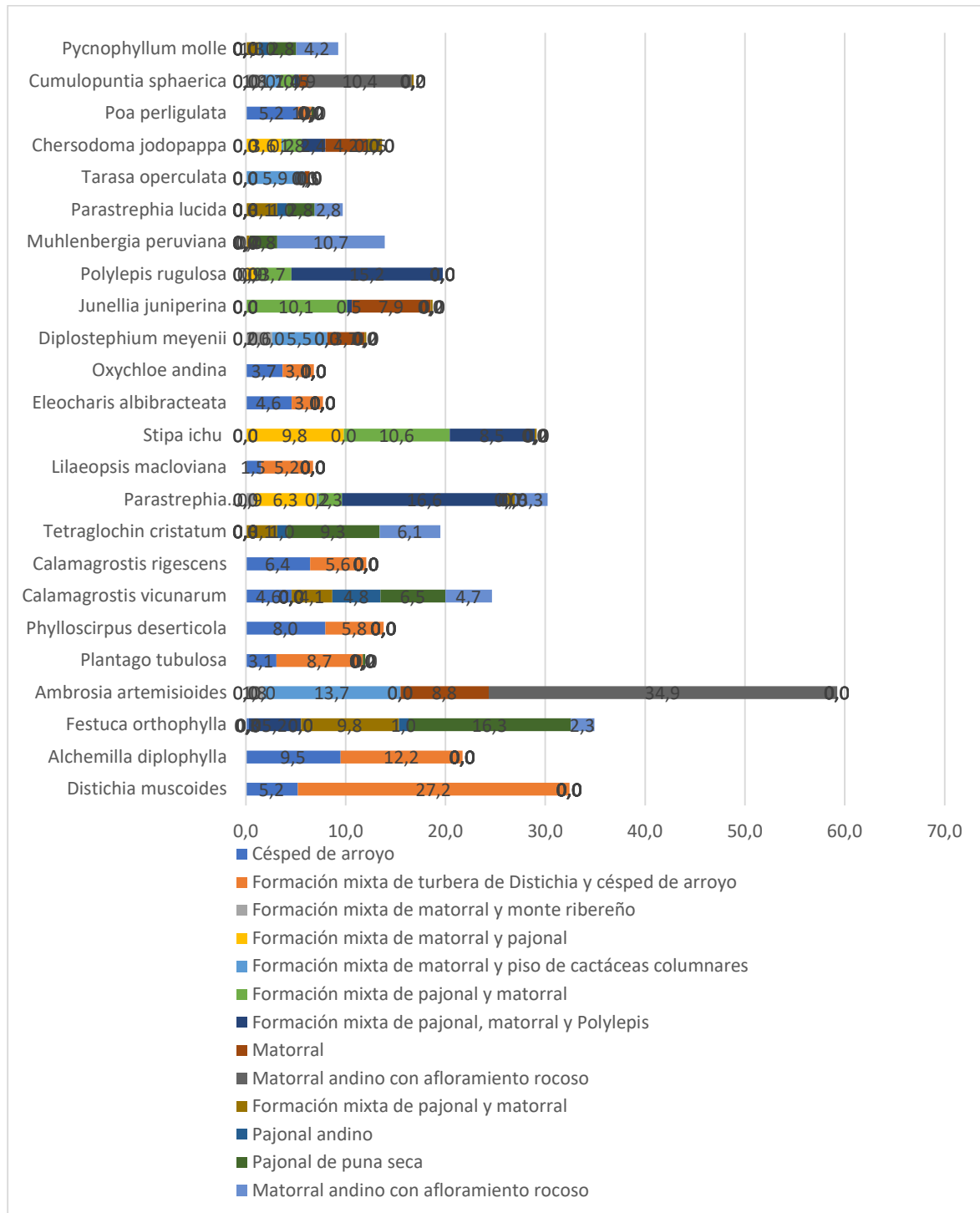
Figura 48 Abundancia relativa de especies según unidades de vegetación en la temporada seca 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

En tanto a la cobertura relativa, se observa que las especies *Ambrosia artemisioides*, *Distichia muscoides* y *Festuca orthophylla* 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.

Figura 49 Cobertura relativa según unidades de vegetación en la temporada seca 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.4.3. DIVERSIDAD

En la temporada seca 2022 se identificaron once unidades de vegetación, de las cuales todas presentan índices altos de diversidad, aunque en el tema de equidad si presentan valores bajos.

Cuadro 6.11. Índices de diversidad de las unidades de vegetación evaluadas en la temporada seca 2022.

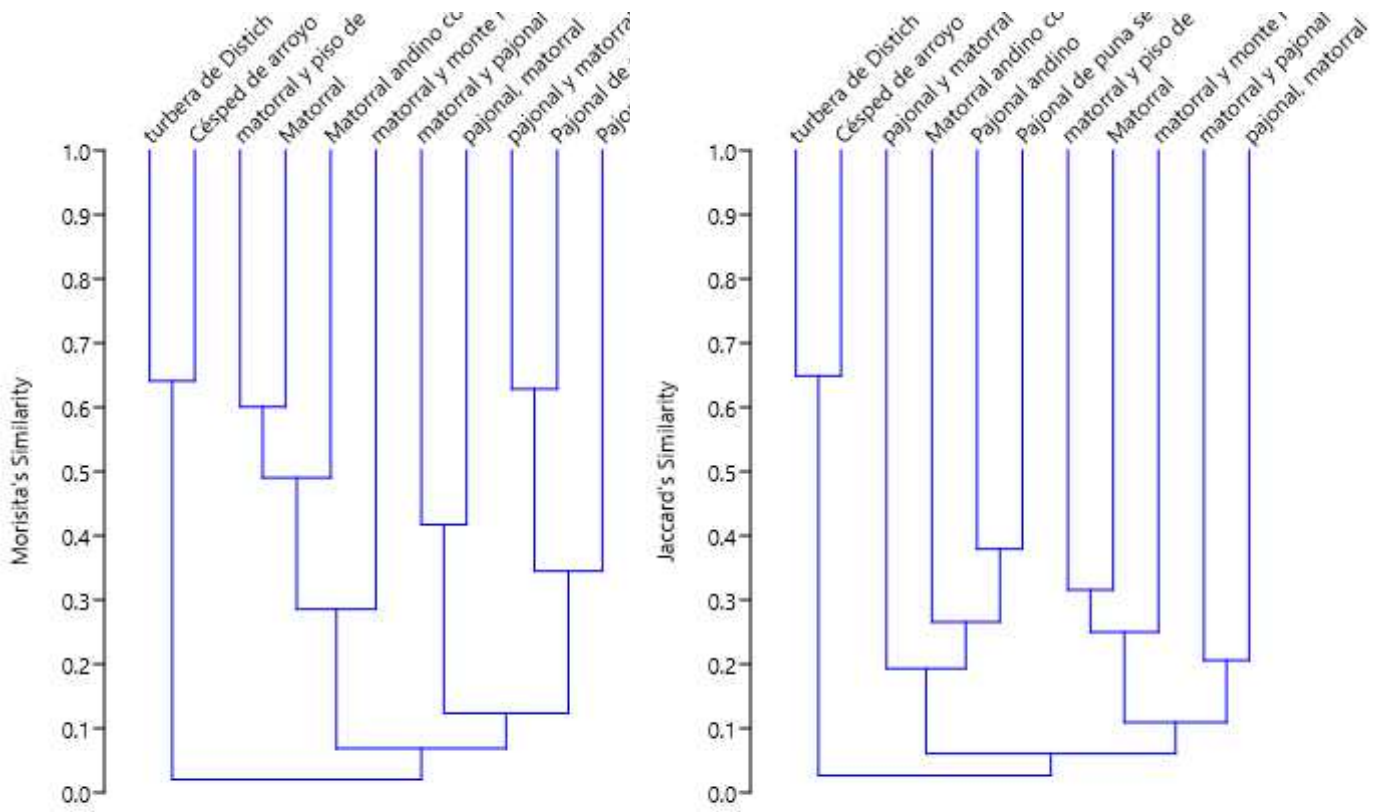
PUNTOS DE MONITOREO	Especies	Individuos	Simpson 1-D	Shannon	Pielou
Césped de arroyo	26	221	0.9242	2.798	0.8587
Formación mixta de matorral y monte ribereño	23	44	0.9349	2.929	0.9343
Formación mixta de matorral y pajonal	19	56	0.8584	2.363	0.8025
Formación mixta de matorral y piso de cactáceas columnares	28	215	0.8324	2.298	0.6896
Formación mixta de pajonal y matorral	65	382	0.9518	3.478	0.8333
Formación mixta de pajonal, matorral y Polylepis	22	160	0.8741	2.425	0.7844
Formación mixta de turbera de Distichia y césped de arroyo	35	818	0.8497	2.418	0.6802
Matorral	22	101	0.8907	2.511	0.8124
Matorral andino con a floramiento rocoso	29	171	0.9017	2.704	0.8029
Pajonal andino	12	24	0.8715	2.243	0.9028
Pajonal de puna seca	28	224	0.8416	2.345	0.7037
Total general	155	2416	0.9652	3.971	0.7874

Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.4.4. SIMILITUD JACCARD MORISSITA

Las unidades de vegetación presentan Índices de similitud bastante distantes, siendo el mayor acercamiento entre la Formación mixta de Turbera de Distichia con el Césped de arroyo.

Figura 50 Dendrograma de las unidades de vegetación de la zona de evaluación del proyecto



Elaboración: ASILORZA, 2022.

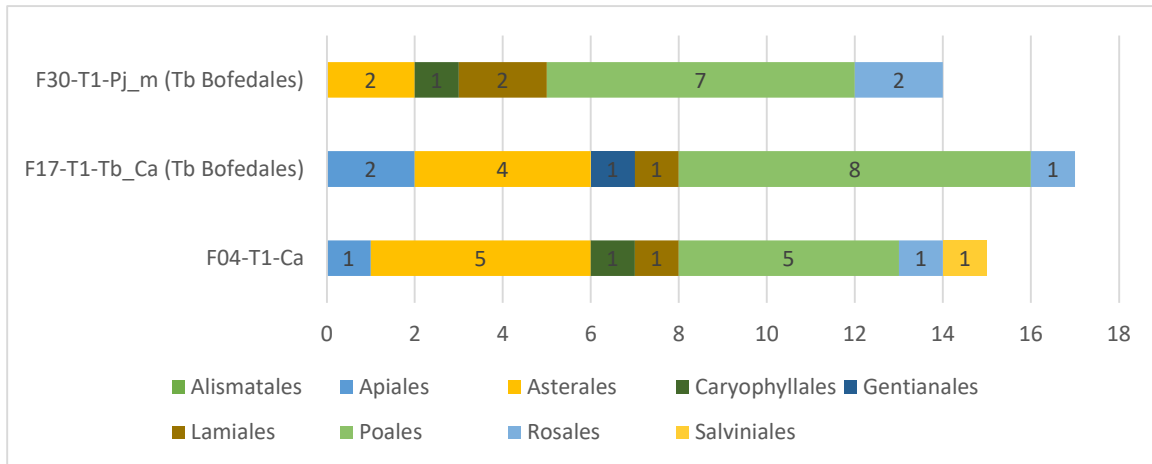
6.1.4.5. CÉSPED DE ARROYO

6.1.4.5.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

Los órdenes con mayor número de especies son Poales y Asterales. siendo los órdenes más representativos a nivel de número de especies reportadas y también bajo el criterio de órdenes con mayor distribución en las estaciones de evaluación en temporada seca. Se reporta un total de 26 especies en esta unidad de vegetación que consta de tres estaciones de evaluación.

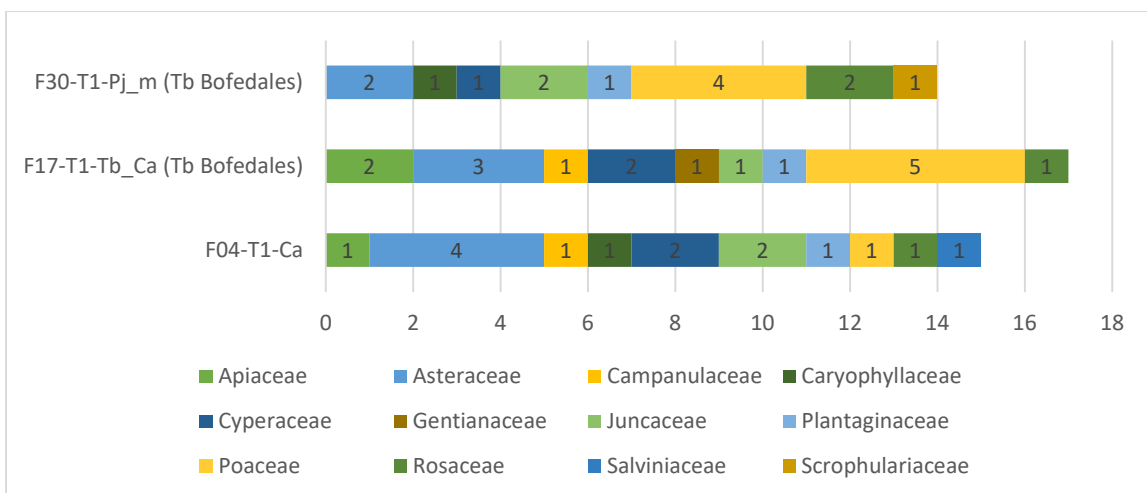
En lo referente a las familias reportadas Poaceae y Asteraceae son aquellas con mayor representatividad y distribución en las estaciones de evaluación.

Figura 51 Composición de flora a nivel de orden taxonómico en césped de arroyo en la temporada seca 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 52 Composición de flora a nivel de familia taxonómico en césped de arroyo en la temporada seca 2022.

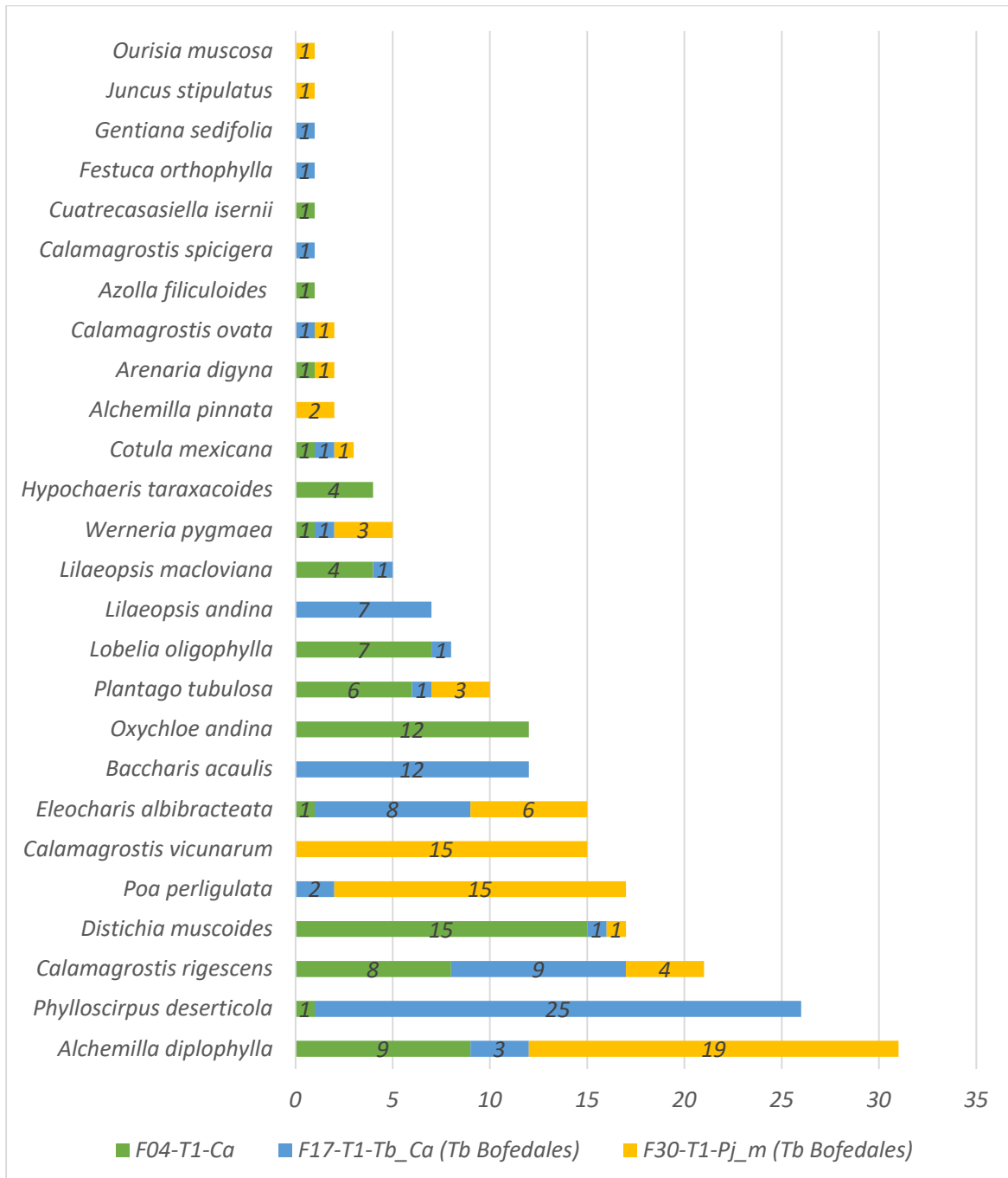


Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.4.5.2. ABUNDANCIA Y COBERTURA

Respecto a la abundancia relativa, se observa que las especies *Alchemilla diplophylla*, *Phylloscirus deserticola*, *Calamagrostis rigescens*, *Distichia muscoides* y *Poa perligulata* son aquellas con mayor abundancia a nivel global y mayor representatividad en las estaciones evaluadas.

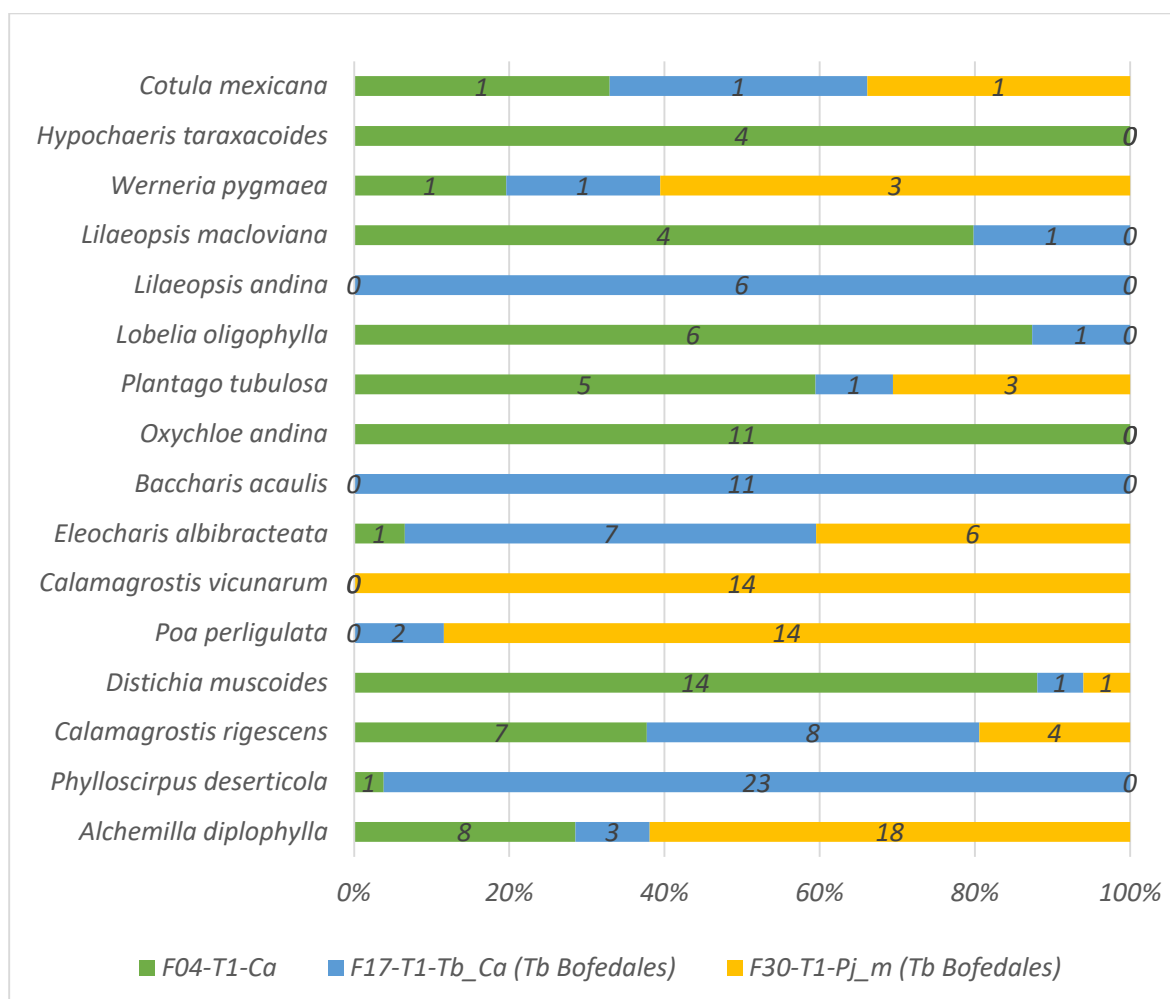
Figura 53 Abundancia relativa de especies en césped de arroyo en la temporada seca 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

En tanto a la cobertura relativa, se observa que las especies *Alchemilla diplophylla*, *Phylloscirpus deserticola*, *Calamagrostis rigescens*, *Distichia muscoides* y *Poa perligulata* son la de mayor cobertura a nivel global, correspondientes a 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 54 Cobertura relativa en césped de arroyo en la temporada húmeda 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.4.5.3. DIVERSIDAD

En la temporada seca 2022 se identificaron tres estaciones evaluadas en césped de arroyo, de las cuales la estación F04-T1-Ca es la que tiene un mayor índice de diversidad según Shannon, Simpsopn y Pielou.

Cuadro 6.12. Índices de diversidad en césped de arroyo en la temporada húmeda 2022.

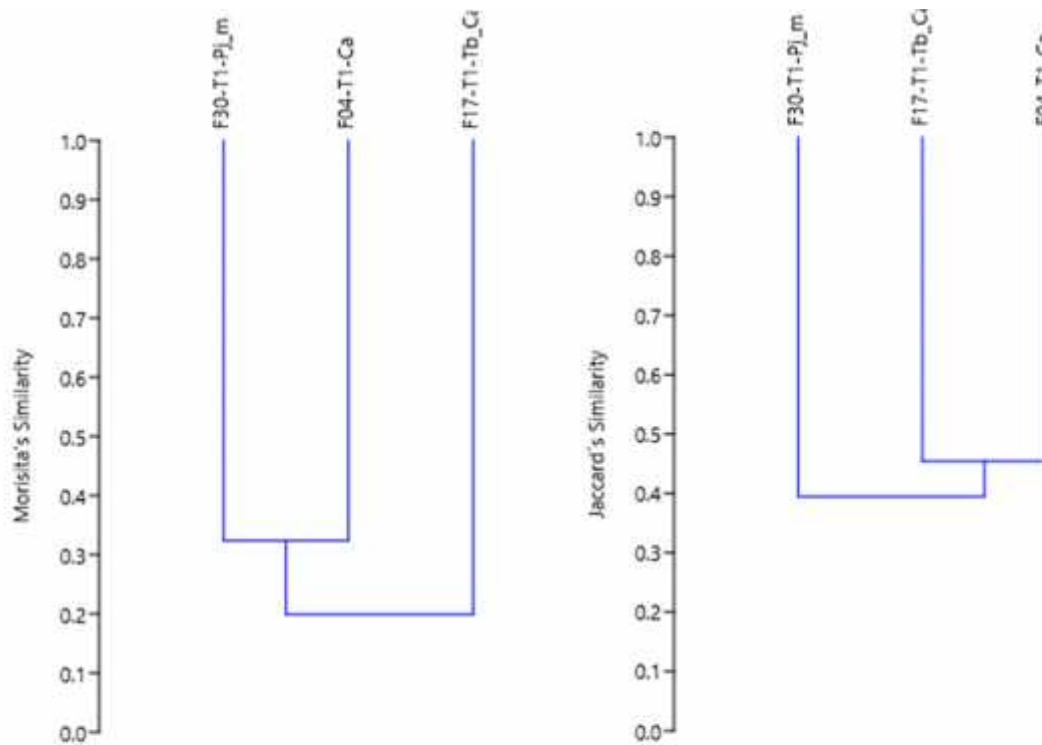
PUNTOS DE MONITOREO	Especies	Individuos	Shannon	Simpson 1-D	Pielou
F04-T1-Ca	15	72	0.8769	2.3	0.8494
F17-T1-Tb_Ca (Tb Bofedales)	17	76	0.8293	2.16	0.7623
F30-T1-Pj_m (Tb Bofedales)	14	73	0.8328	2.079	0.7877

Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.4.5.4. SIMILITUD JACCARD MORISSITA

Las estaciones evaluadas en césped de arroyo muestran una similitud del 20% al 50%, Lo que implica que la distribución de las especies en estas estaciones de evaluaciones tiene una baja similaridad. Lo que se corrobora con los datos anteriormente detallados en tanto a la distribución de especies por estación.

Figura 55 Dendrograma de las estaciones evaluadas en césped de arroyo temporada húmeda 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

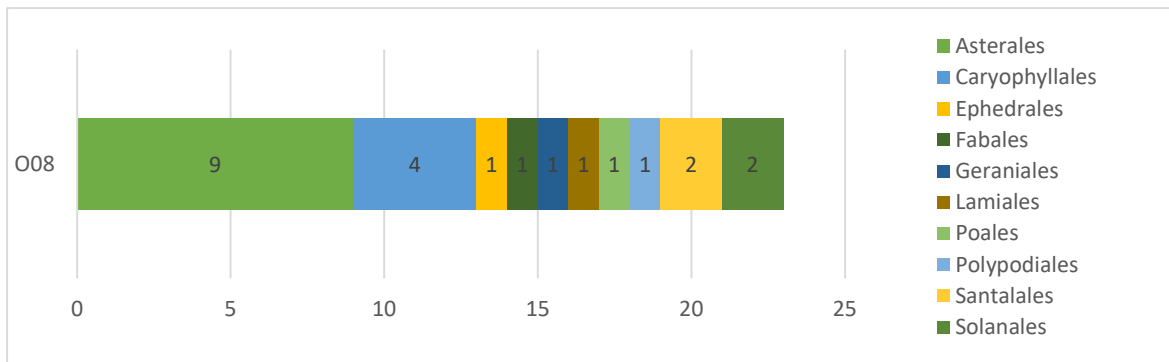
6.1.4.6. FORMACIÓN MIXTA DE MATORRAL Y MONTE RIBEREÑO

6.1.4.6.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

Los órdenes identificados como los de mayor representatividad son Asterales y Caryophyllales, de los cuales Asterales es la que presenta un mayor número de especies (9). 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.

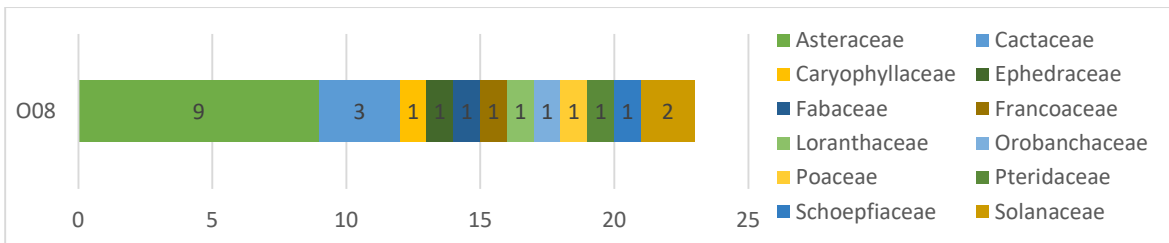
En lo referente a las familias reportadas, Asteraceae (9 especies) y Cactaceae (3 especies) son aquellas con mayor representatividad y distribución.

Figura 56 Composición de flora a nivel de orden taxonómico formación mixta de matorral y monte ribereño en la temporada seca 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 57 Composición de flora a nivel de familia taxonómico formación mixta de matorral y monte ribereño en la temporada seca 2022.

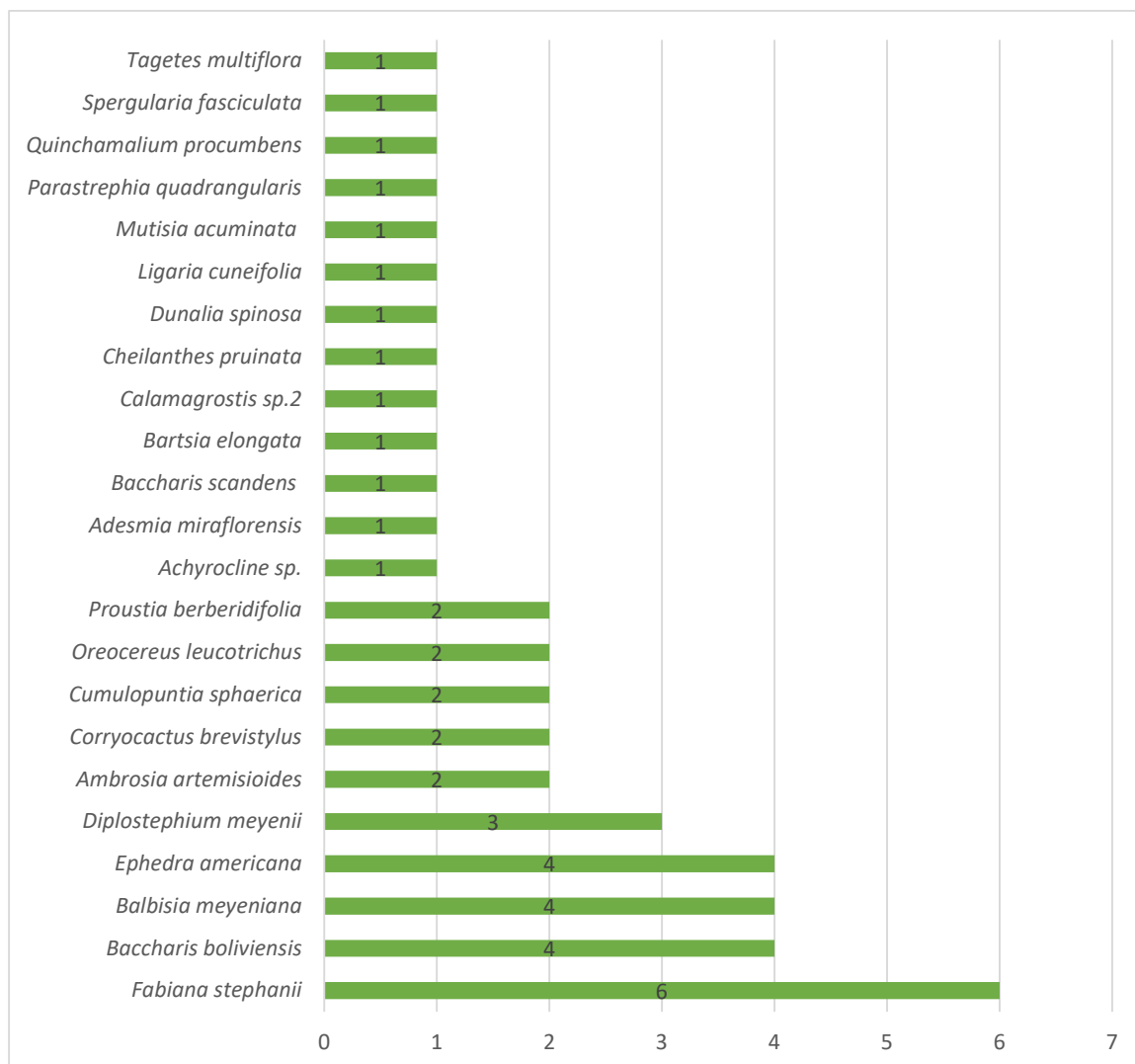


Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.4.6.2. ABUNDANCIA Y COBERTURA

Respecto a la abundancia relativa, se observa que las especies *Fabiana stephanii*, *Baccharis boliviensis*, *Balbisia meyeniana*, *Ephedra americana*, *Diplostephium meyenii* son aquellas con mayor abundancia y representatividad.

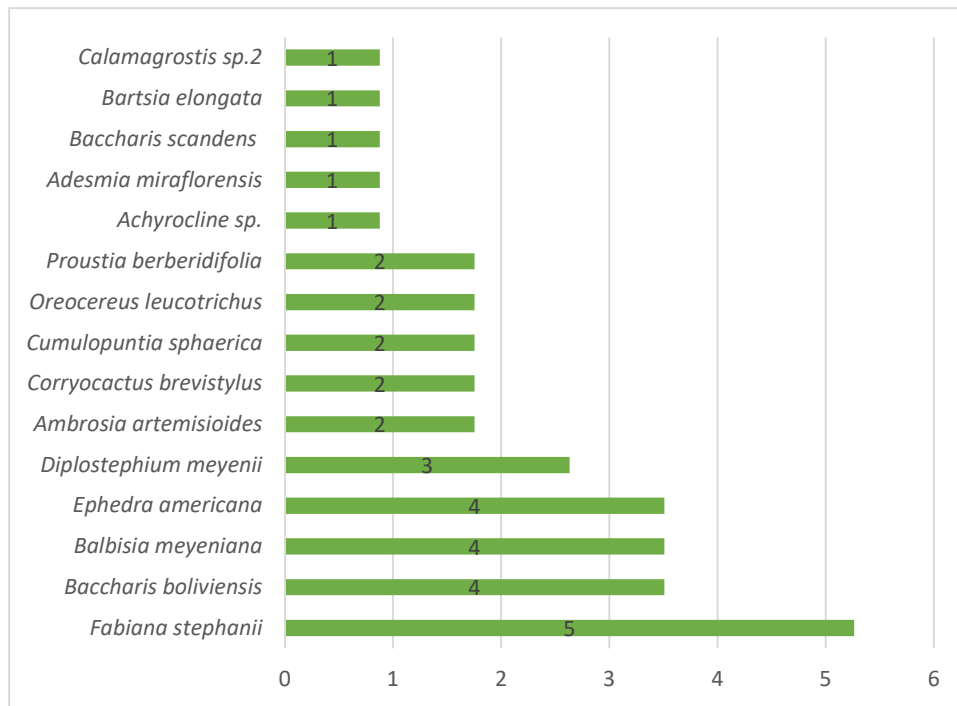
Figura 58 Abundancia relativa de especies formación mixta de matorral y monte ribereño en la temporada seca 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

En tanto a la cobertura relativa, se observa que las especies *Fabiana stephanii*, *Baccharis boliviensis*, *Balbisia meyeniana*, *Ephedra americana*, *Diplostephium meyenii* son la de mayor cobertura correspondientes a su abundancia encontrada en las zonas de muestreo.

Figura 59 Cobertura relativa formación mixta de matorral y monte ribereño en la temporada seca 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.4.6.3. DIVERSIDAD

En la temporada seca 2022 se identificó que la estación O08 tiene un valor alto en los índices de diversidad, dando a entender que está zona presenta una diversidad alta y con valores de equidad también altos.

Cuadro 6.13. Índices de diversidad de formación mixta de matorral y monte ribereño en la temporada seca 2022.

PUNTOS DE MONITOREO	Especies	Individuos	Shannon	Simpson 1-D	Pielou
O08	23	44	0.9349	2.929	0.9343

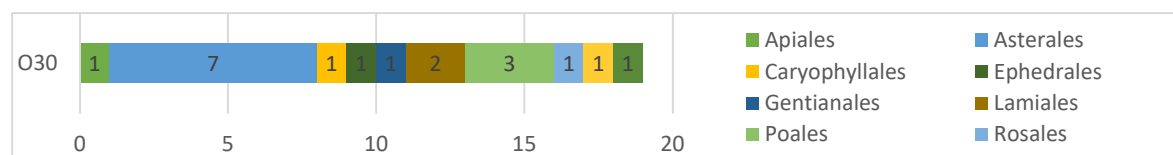
Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.4.7. FORMACIÓN MIXTA DE MATORRAL Y PAJONAL

6.1.4.7.1. 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 (7).

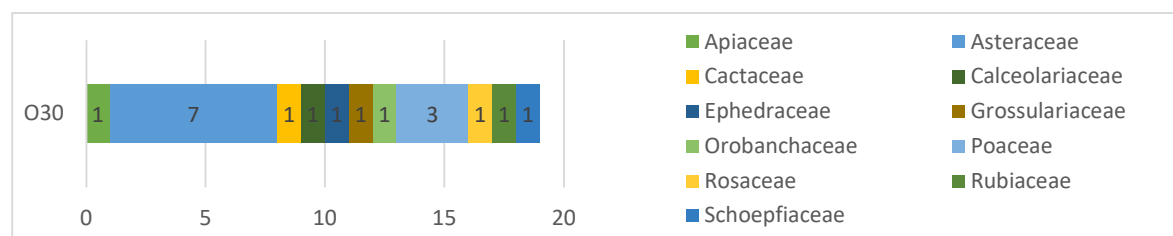
Figura 60 Composición de flora a nivel de orden taxonómico formación mixta de matorral y pajonal en la temporada seca 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

En lo referente a las familias reportadas, Asteraceae (7 especies) y Poaceae (3 especies) son aquellas con mayor representatividad y distribución.

Figura 61 Composición de flora a nivel de familia taxonómico formación mixta de matorral y pajonal en la temporada seca 2022.

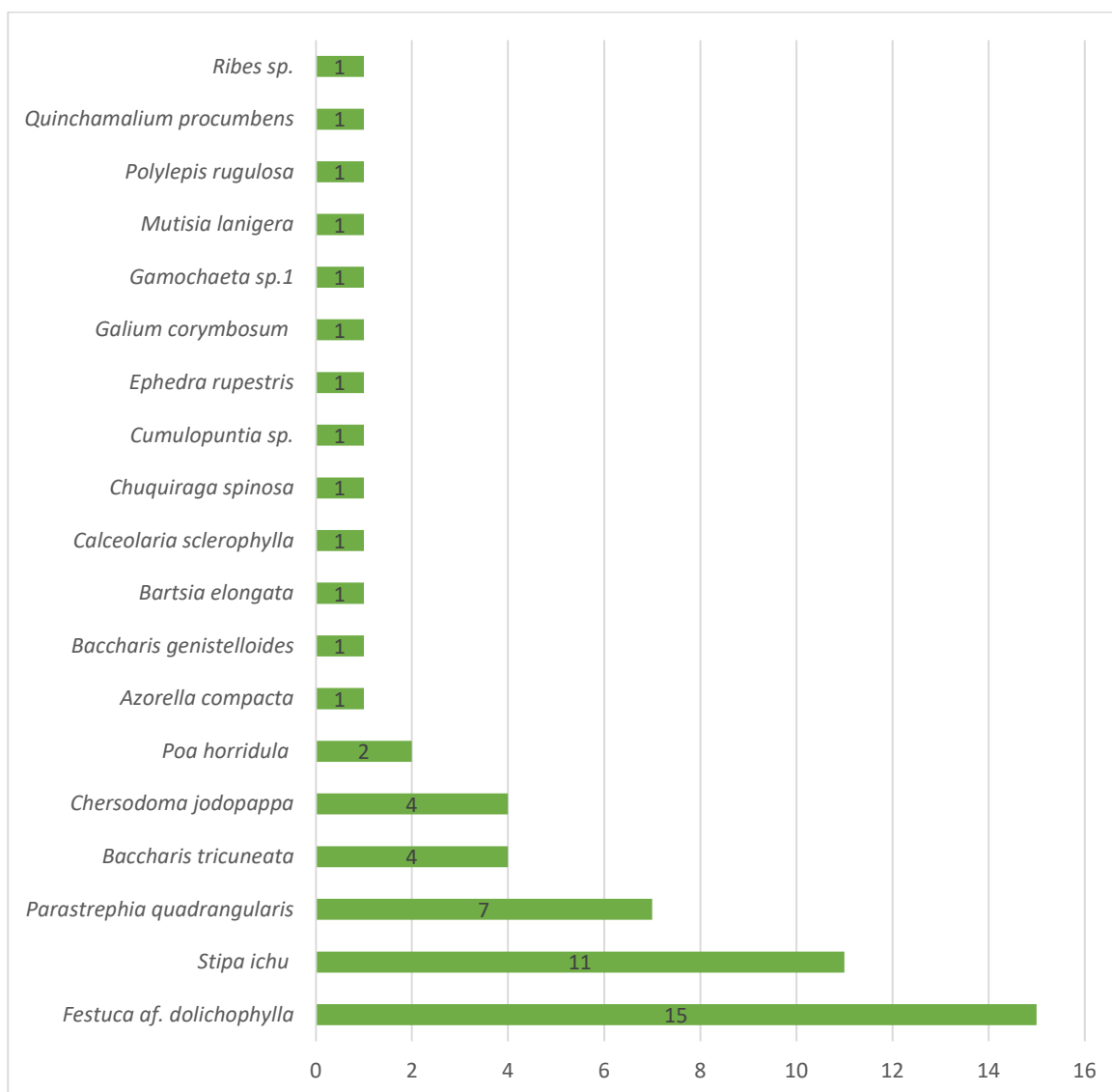


Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.4.7.2. ABUNDANCIA Y COBERTURA

Respecto a la abundancia relativa, se observa que las especies *Festuca* aff. *Dolichophylla*, *Stipa ichu*, *Parastrephia quadrangularis*, *Baccharis tricuneata*, *Chersodoma jodopappa* son aquellas con mayor abundancia y representatividad.

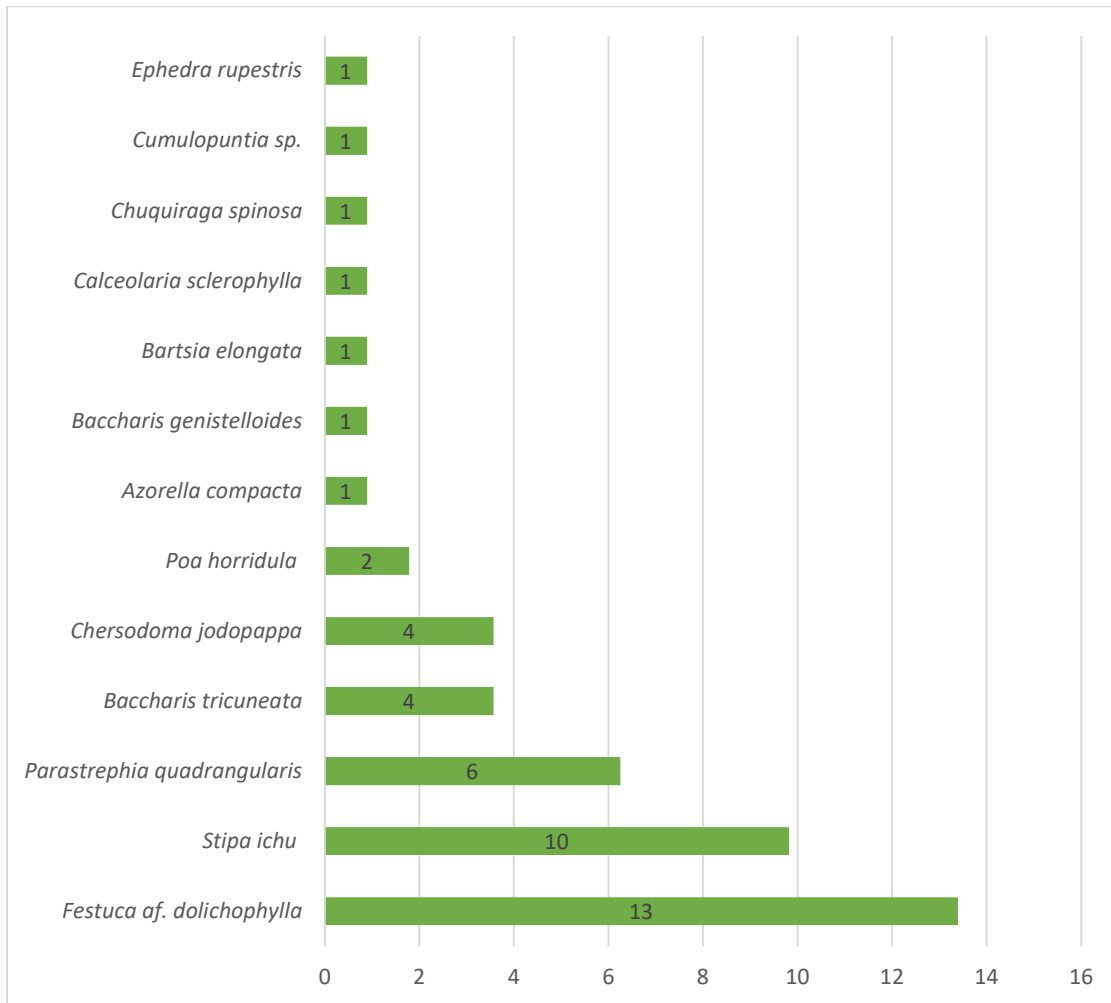
Figura 62 Abundancia relativa de especies formación mixta de matorral y pajonal en la temporada seca 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

En tanto a la cobertura relativa, se observa que las especies especies *Festuca* aff. *Dolichophylla*, *Stipa ichu*, *Parastrephia quadrangularis*, *Baccharis tricuneata*, *Chersodoma jodopappa* son la de mayor cobertura correspondientes a su abundancia encontrada en las zonas de muestreo.

Figura 63 Cobertura relativa formación mixta de matorral y pajonal en la temporada seca 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.4.7.3. DIVERSIDAD

En la temporada seca 2022 se identificó que la estación O30 tiene un valor alto en los índices de diversidad, dando a entender que esta zona presenta una diversidad alta y con valores de equidad también altos.

Cuadro 6.14. Índices de diversidad de formación mixta de matorral y pajonal en la temporada seca 2022.

PUNTOS DE MONITOREO	Especies	Individuos	Shannon	Simpson 1-D	Pielou
O30	19	56	0.8584	2.363	0.8025

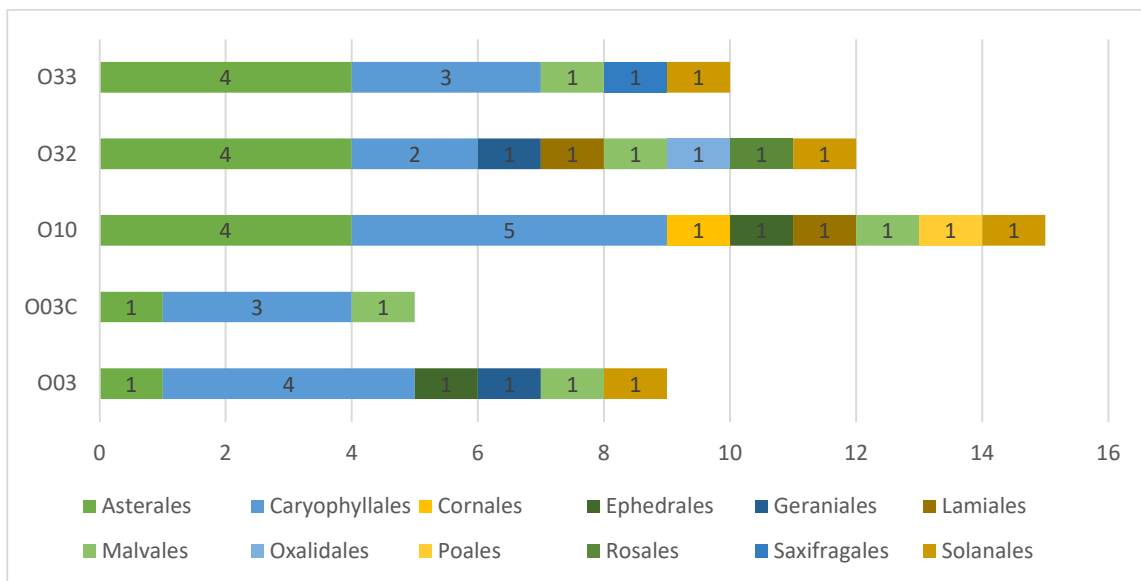
Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.4.8. FORMACIÓN MIXTA DE MATORRAL Y PISO DE CACTÁCEAS COLUMNARES

6.1.4.8.1. 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 Asterales y Caryophyllales son los órdenes más representativos a nivel de número de especies reportadas y también bajo el criterio de ordenes con mayor número de individuos.

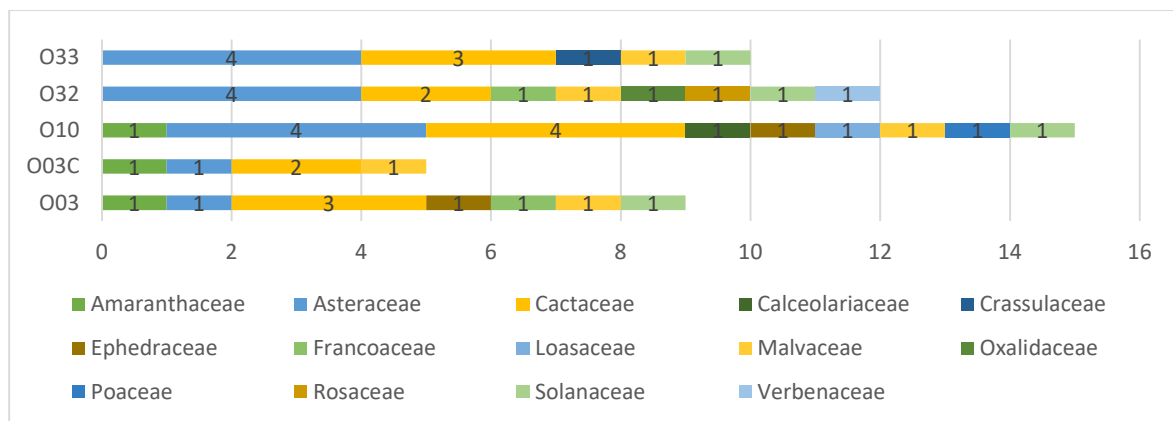
Figura 64 Composición de flora a nivel de orden taxonómico formación mixta de matorral y piso de cactáceas columnares en la temporada húmeda 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

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

Figura 65 Composición de flora a nivel de familia taxonómico formación mixta de matorral y piso de cactáceas columnares en la temporada húmeda 2022.

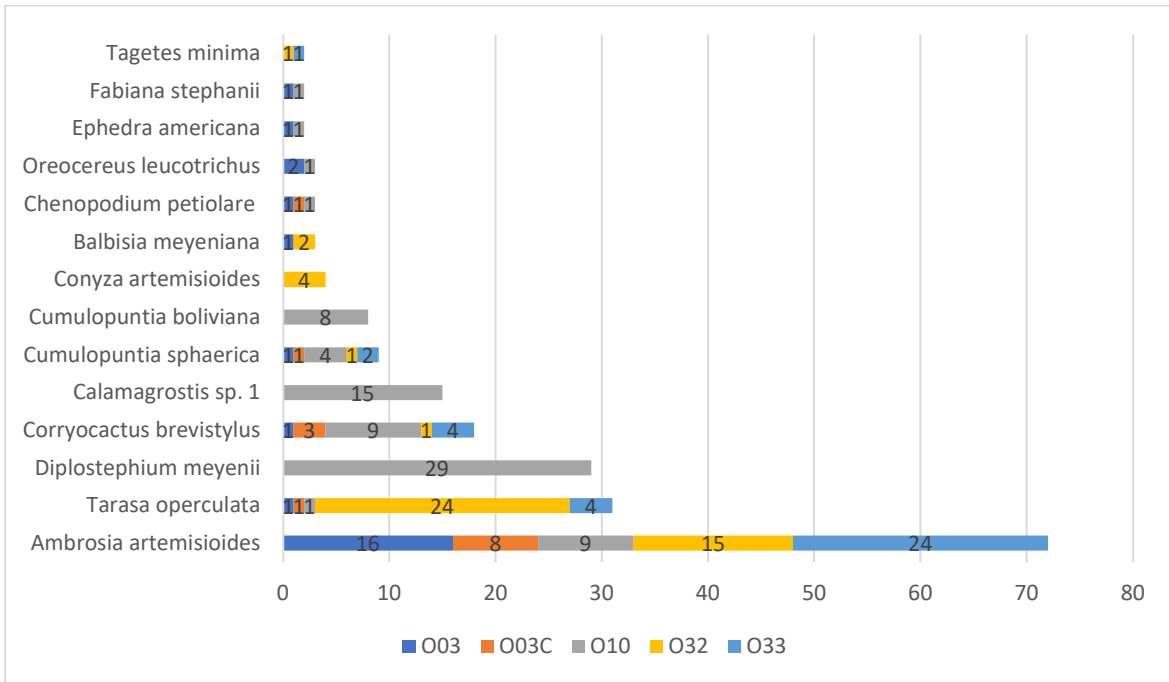


Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.4.8.2. ABUNDANCIA Y COBERTURA

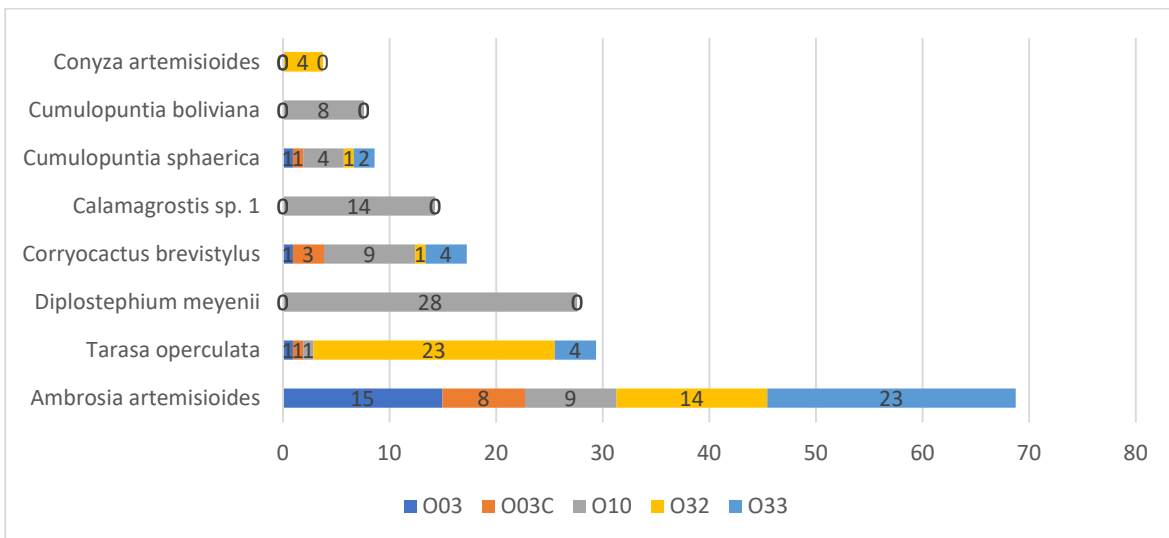
Respecto a la abundancia relativa, se observa que la especie *Ambrosia artemisioides*, es aquella con mayor abundancia a nivel de la unidad de vegetación y mayor representatividad en la estación evaluada. Lo mismo se repite a nivel de cobertura relativa

Figura 66 Abundancia relativa de especies formación mixta de matorral y piso de cactáceas columnares en la temporada húmeda 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 67 Cobertura relativa formación mixta de matorral y piso de cactáceas columnares en la temporada húmeda 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.4.8.3. DIVERSIDAD

En la unidad de vegetación formación mixta de matorral y piso de cactáceas columnares se evaluó cinco estaciones, solo la estación O10 presentó índices de diversidad altos, las otras estaciones presentan índices que muestran una pérdida de diversidad.

Cuadro 6.15. Índices de diversidad de formación mixta de matorral y piso de cactáceas columnares en la temporada húmeda 2022.

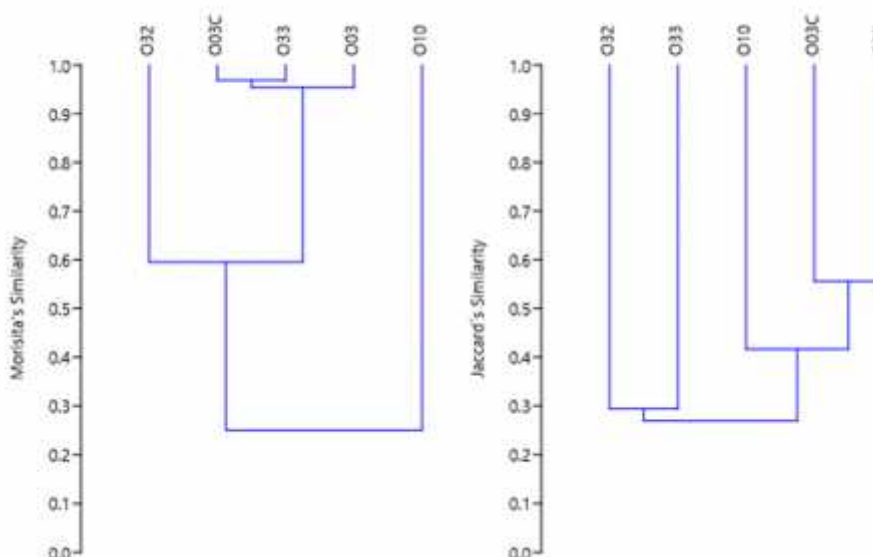
PUNTOS DE MONITOREO	Especies	Individuos	Shannon	Simpson 1-D	Pielou
O03	9	25	0.5728	1.389	0.6321
O03C	5	14	0.6122	1.215	0.7552
O10	15	83	0.8088	2.009	0.7419
O32	12	53	0.7049	1.634	0.6576
O33	10	40	0.6138	1.47	0.6385

Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.4.8.4. SIMILITUD JACCARD MORISSITA

Las estaciones evaluadas en césped de arroyo muestran una similitud del 20%, en el caso de algunas estaciones, habiendo tres estaciones que poseen una similitud alta.

Figura 68 Dendrograma de las estaciones evaluadas en césped de arroyo temporada húmeda 2022.



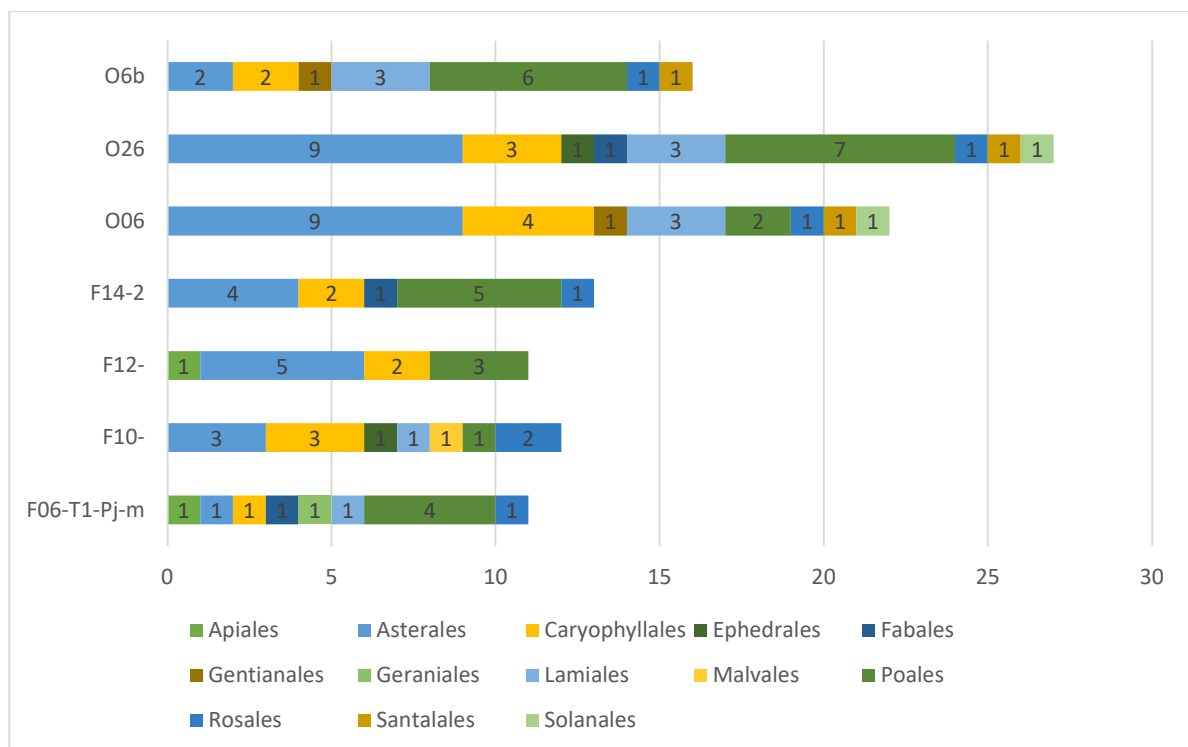
Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.4.9. FORMACIÓN MIXTA DE PAJONAL Y MATORRAL

6.1.4.9.1. 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 y Asterales 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.

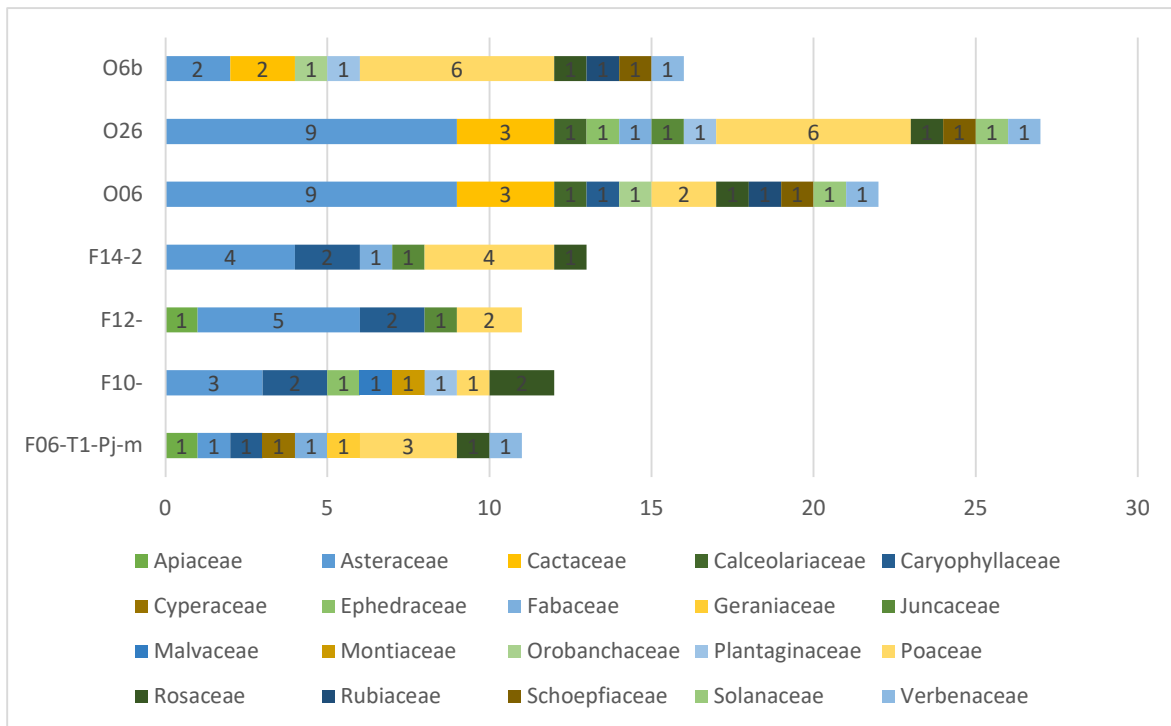
Figura 69 Composición de flora a nivel de orden taxonómico formación mixta de pajonal y matorral en la temporada seca 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

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

Figura 70 Composición de flora a nivel de familia taxonómico formación mixta de pajonal y matorral en la temporada seca 2022.

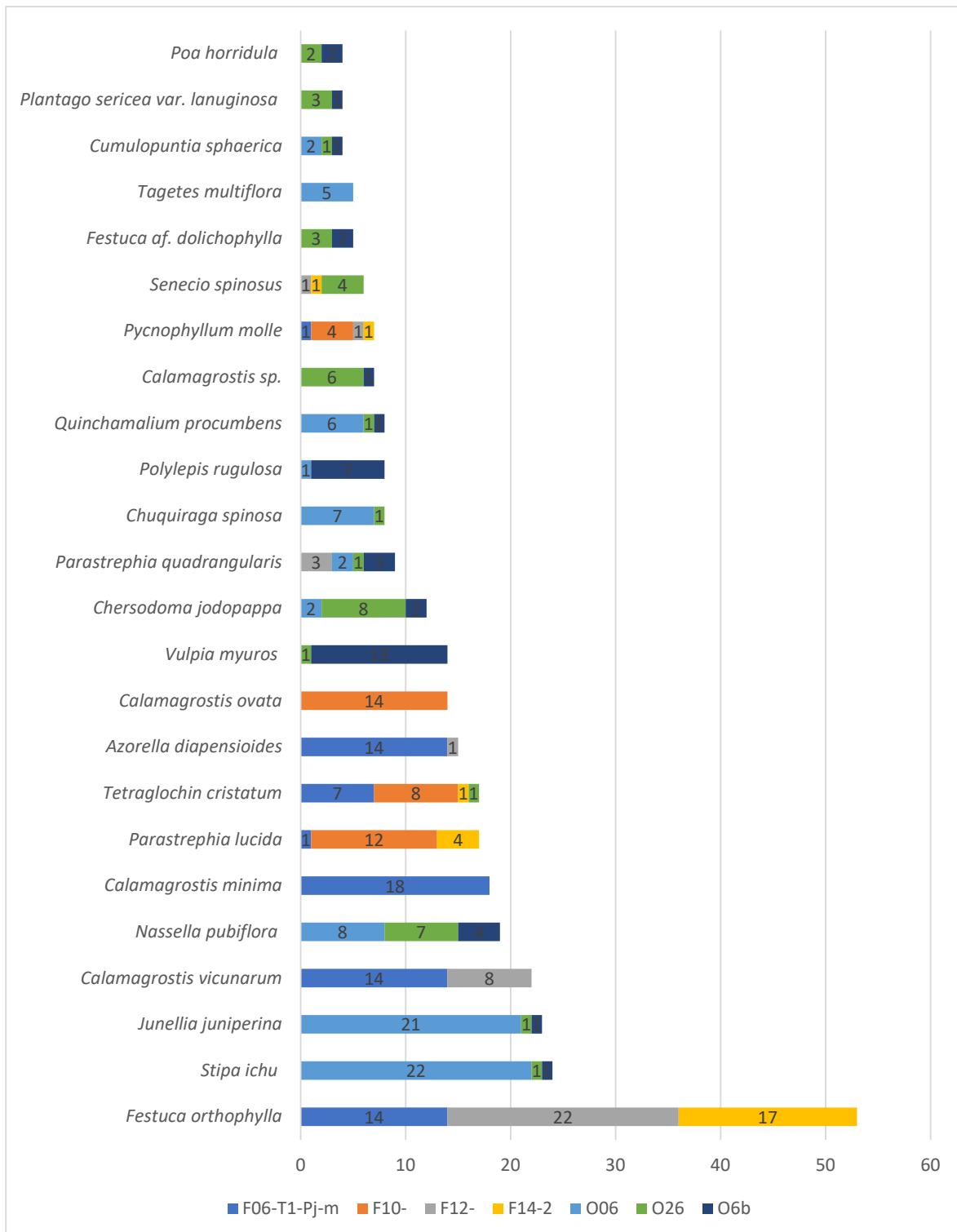


Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.4.9.2. ABUNDANCIA Y COBERTURA

Respecto a la abundancia relativa, se observa que las especies *Festuca orthophylla* y *Stipa ichu* son aquellas con mayor abundancia a nivel de la unidad de vegetación y mayor representatividad en las estaciones evaluadas.

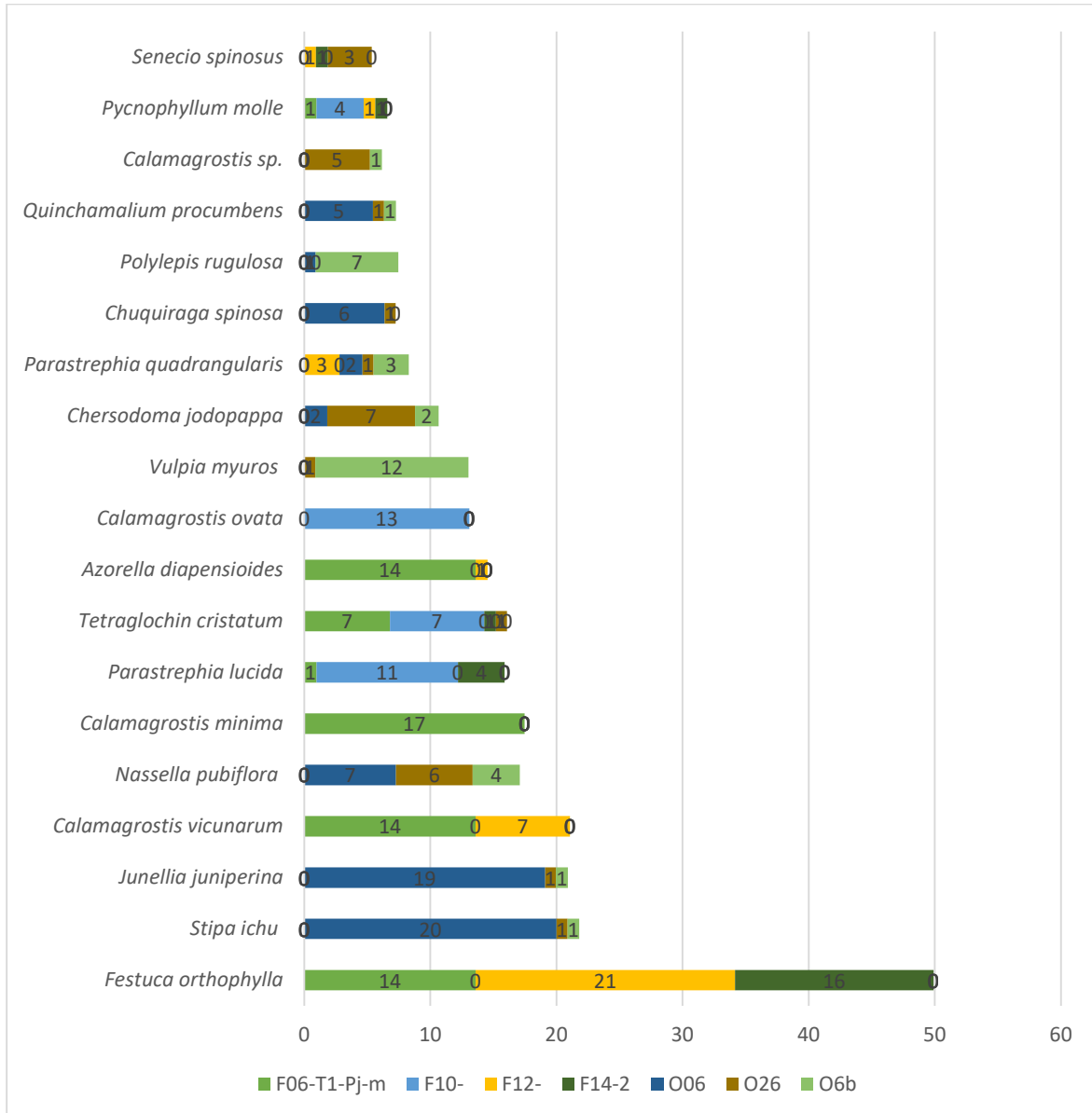
Figura 71 Abundancia relativa de especies formación mixta de pajonal y matorral en la temporada seca 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

En tanto a la cobertura relativa, se observa que las especies *Festuca orthophylla* y *Stipa ichu*, 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 72 Cobertura relativa formación mixta de pajonal y matorral en la temporada seca 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.4.9.3. DIVERSIDAD

En la unidad de vegetación formación mixta de pajonal y matorral se evaluaron 07 estaciones, de las cuales O26 tiene los índices más altos en Shanon, Simsonp y Pielou; siendo estas estaciones las de mayor diversidad en la unidad de vegetación.

Cuadro 6.16. Índices de diversidad de formación mixta de pajonal y matorral en la temporada seca 2022.

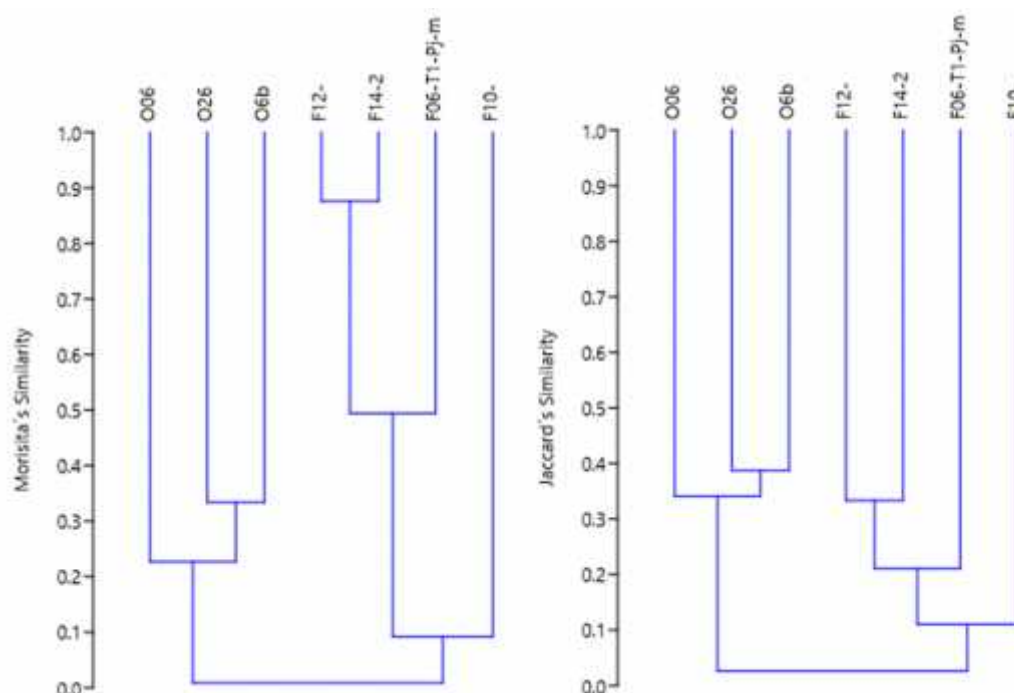
PUNTOS DE MONITOREO	Especies	Individuos	Shannon	Simpson 1-D	Pielou
F06-T1-Pj-m	11	75	0.8267	1.92	0.8009
F10-	12	47	0.8049	1.928	0.776
F12-	11	41	0.6639	1.569	0.6543
F14-2	13	35	0.7331	1.887	0.7357
O06	22	89	0.8577	2.393	0.7741
O26	27	53	0.9263	2.941	0.8925
O6b	16	42	0.8503	2.31	0.8331

Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.4.9.4. SIMILITUD JACCARD MORISSITA

Las estaciones evaluadas en formación mixta de pajonal y matorral se encuentran con una baja similitud en su composición florística, salvo las estaciones F14-2 y F12. Mientras que las demás estaciones de evaluación se encuentran con una similitud de 50% aproximadamente. Lo que se corrobora con las distribuciones de especies en estas estaciones según los datos anteriormente presentados.

Figura 73 Dendrograma de estaciones evaluadas en formación mixta de pajonal y matorral



Elaboración: ASILORZA, 2022.

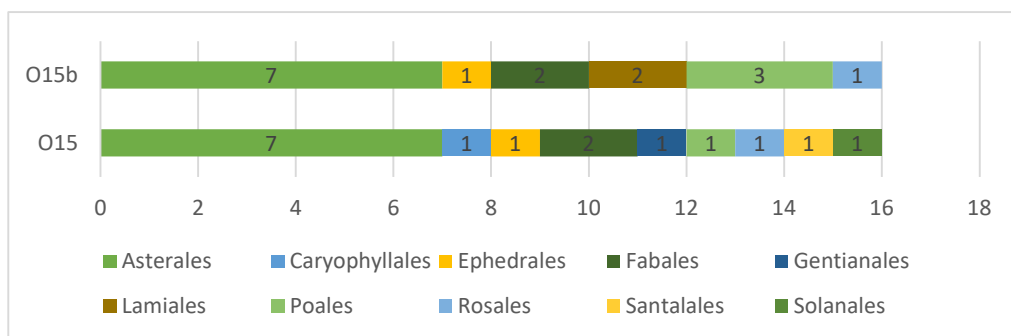
6.1.4.10. FORMACIÓN MIXTA DE PAJONAL, MATORRAL Y POLYLEPIS

6.1.4.10.1. 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 y Poales son los órdenes más representativos a nivel de número de especies reportadas y también bajo el criterio de órdenes con mayor número de individuos.

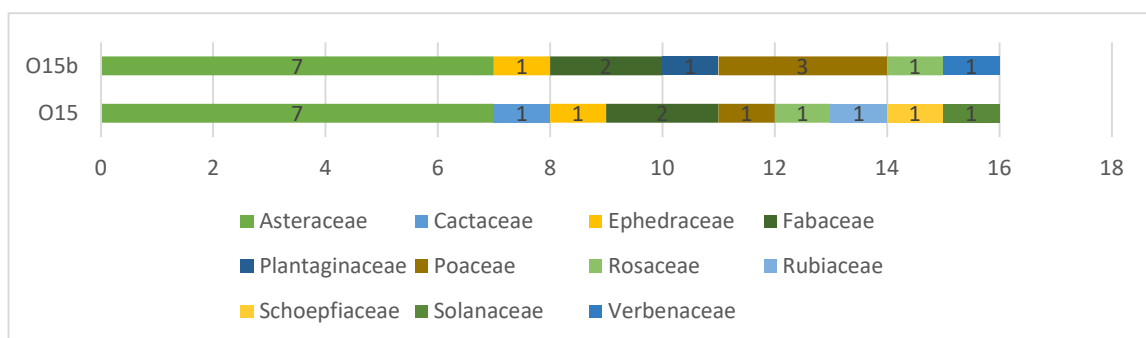
En lo referente a las familias reportadas en esta unidad de vegetación, Asteraceae y Poaceae son aquellas con mayor representatividad.

Figura 74 Composición de flora a nivel de orden taxonómico formación mixta de pajonal, matorral y Polylepis en la temporada seca 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 75 Composición de flora a nivel de familia taxonómico formación mixta de pajonal, matorral y Polylepis en la temporada seca 2022.

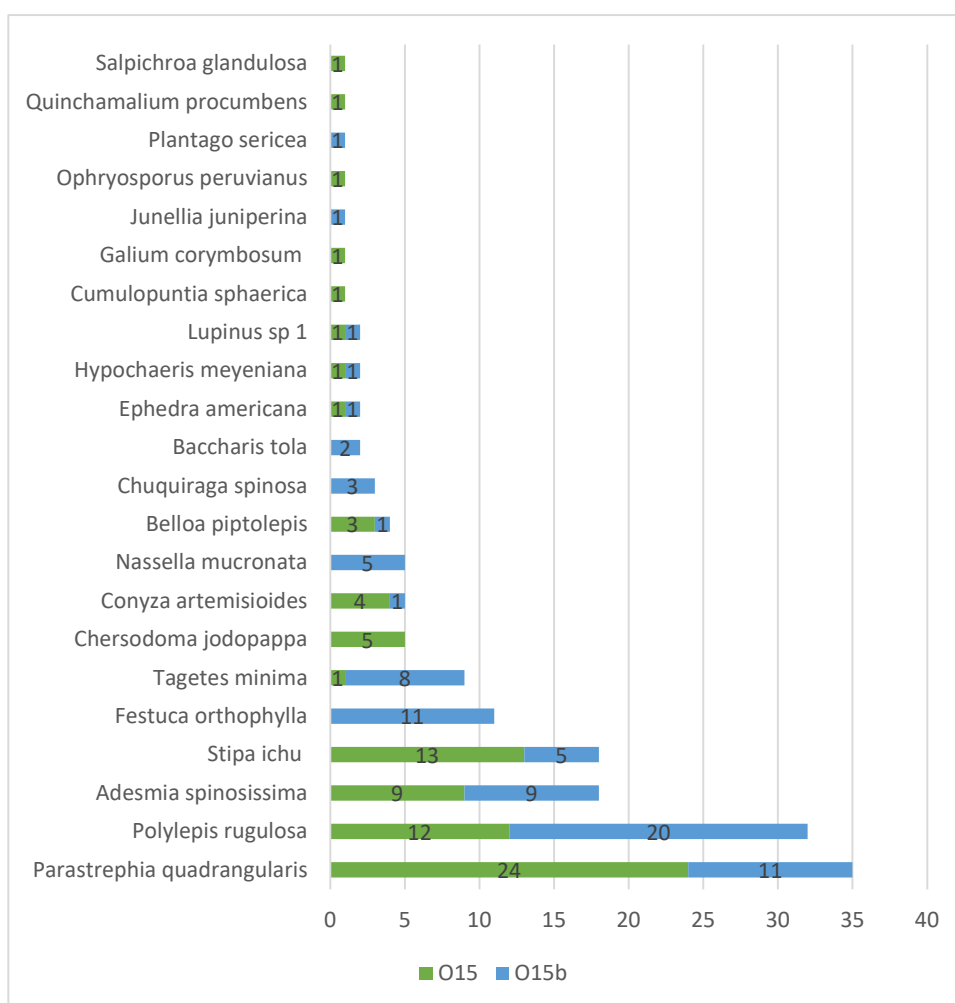


Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.4.10.2. ABUNDANCIA Y COBERTURA

Respecto a la abundancia relativa, se observa que las especies *Parastrephia quadrangularis*, *Polylepis rugulosa* son aquellas con mayor abundancia a nivel de la unidad de vegetación y mayor representatividad en la estación evaluada.

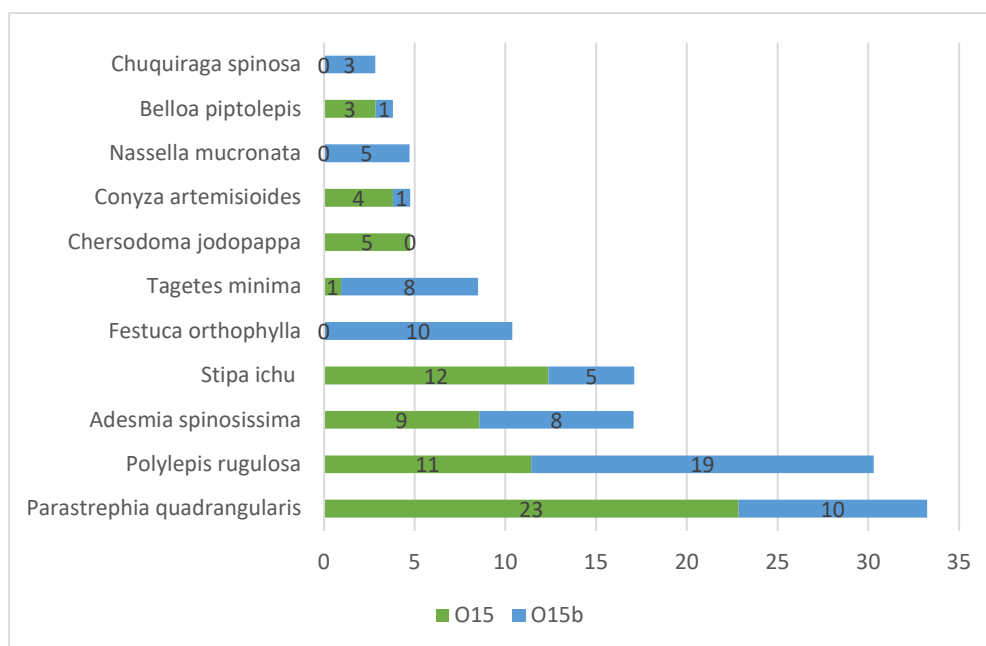
Figura 76 Abundancia relativa de especies formación mixta de pajonal, matorral y Polylepis en la temporada seca 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

En tanto a la cobertura relativa, se observa que las especies *Parastrephia quadrangularis*, *Polylepis rugulosa*, son la de mayor cobertura a nivel de unidad de vegetación.

Figura 77 Cobertura relativa formación mixta de pajonal, matorral y Polylepis en la temporada seca 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.4.10.3. DIVERSIDAD

En la unidad de vegetación formación mixta de pajonal, matorral y Polylepis se evaluó dos estaciones. Las cuales presentan índices de diversidad altos indicando una gran capacidad en su biodiversidad. Esta estación presenta en su mayoría a *Polylepis rugulosa*, la cual ha repercutido en los valores significativos anteriormente mostrados.

Cuadro 6.17. Índices de diversidad de formación mixta de pajonal, matorral y Polylepis en la temporada seca 2022.

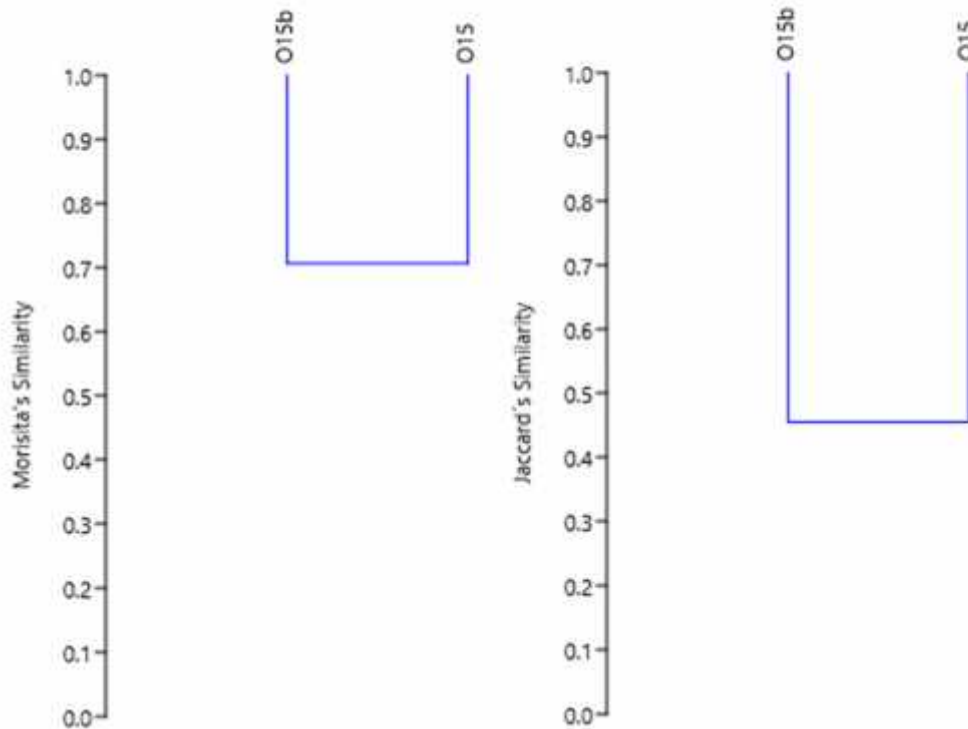
PUNTOS DE MONITOREO	Especies	Individuos	Shannon	Simpson 1-D	Pielou
O15	16	79	0.8351	2.14	0.772
O15b	16	81	0.8694	2.297	0.8286

Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.4.10.4. SIMILITUD JACCARD MORISSITA

Las estaciones evaluadas en formación mixta de pajonal y matorral se encuentran con una similitud media en su composición florística.

Figura 78 Dendrograma de estaciones evaluadas en formación mixta de pajonal y matorral



Elaboración: ASILORZA, 2022.

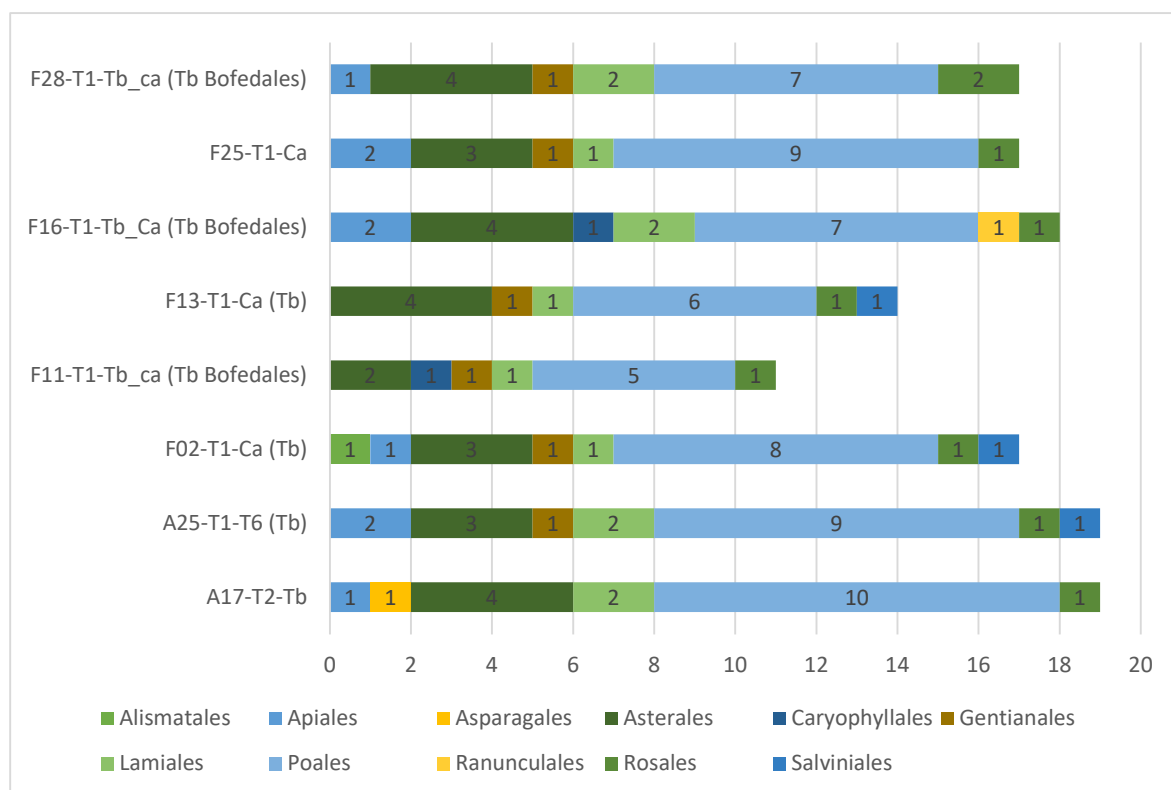
6.1.4.11. FORMACIÓN MIXTA DE TURBERA DE DISTICHIA Y CÉSPED DE ARROYO

6.1.4.11.1. 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 y Asterales son los órdenes más representativos a nivel de número de especies reportadas y también bajo el criterio de órdenes con mayor distribución en las estaciones evaluadas en temporada seca.

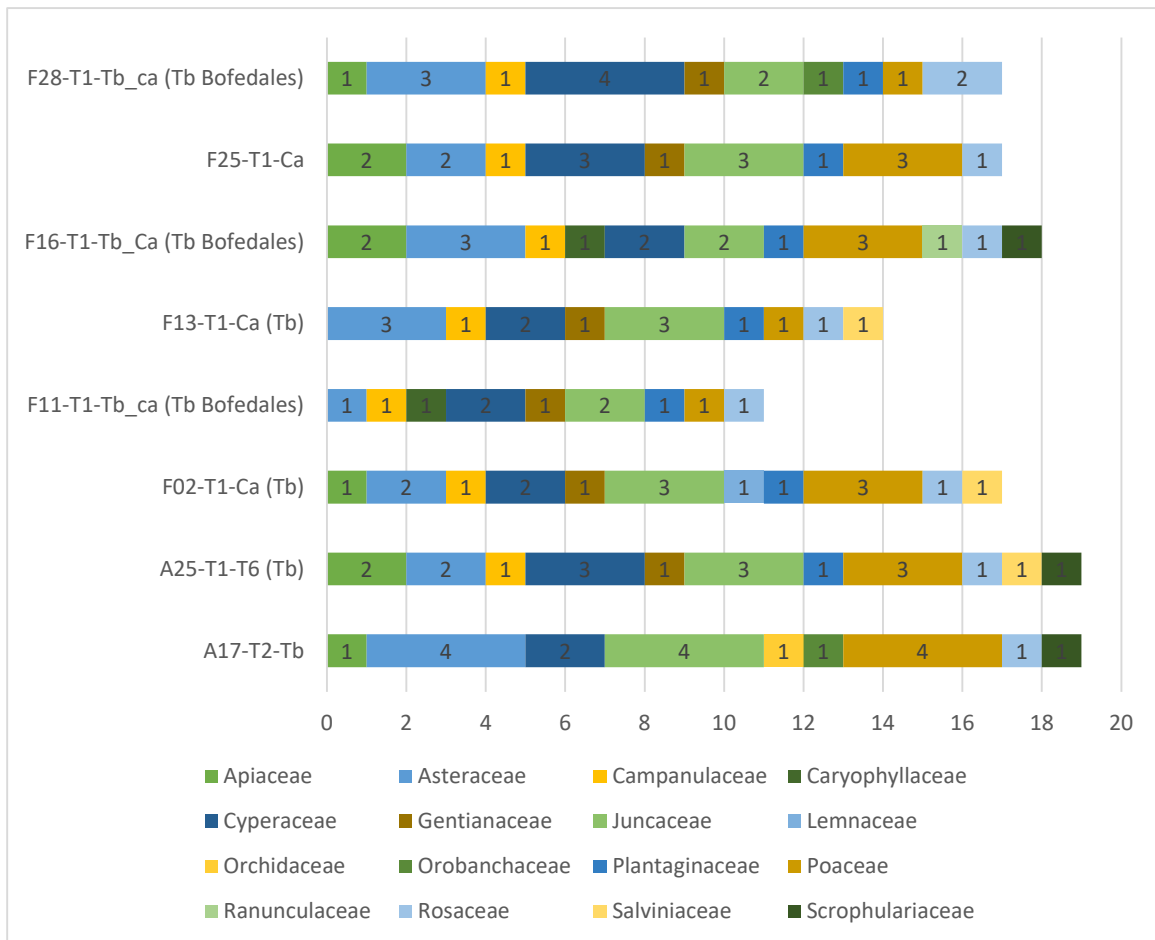
En lo referente a las familias reportadas en esta unidad de vegetación, Asteraceae y Juncaceae son aquellas con mayor representatividad y distribución en las estaciones evaluadas.

Figura 79 Composición de flora a nivel de orden taxonómico formación mixta de turbera de Distichia y césped de arroyo en la temporada seca 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 80 Composición de flora a nivel de familia taxonómico formación mixta de turbera de *Distichia* y césped de arroyo en la temporada seca 2022.

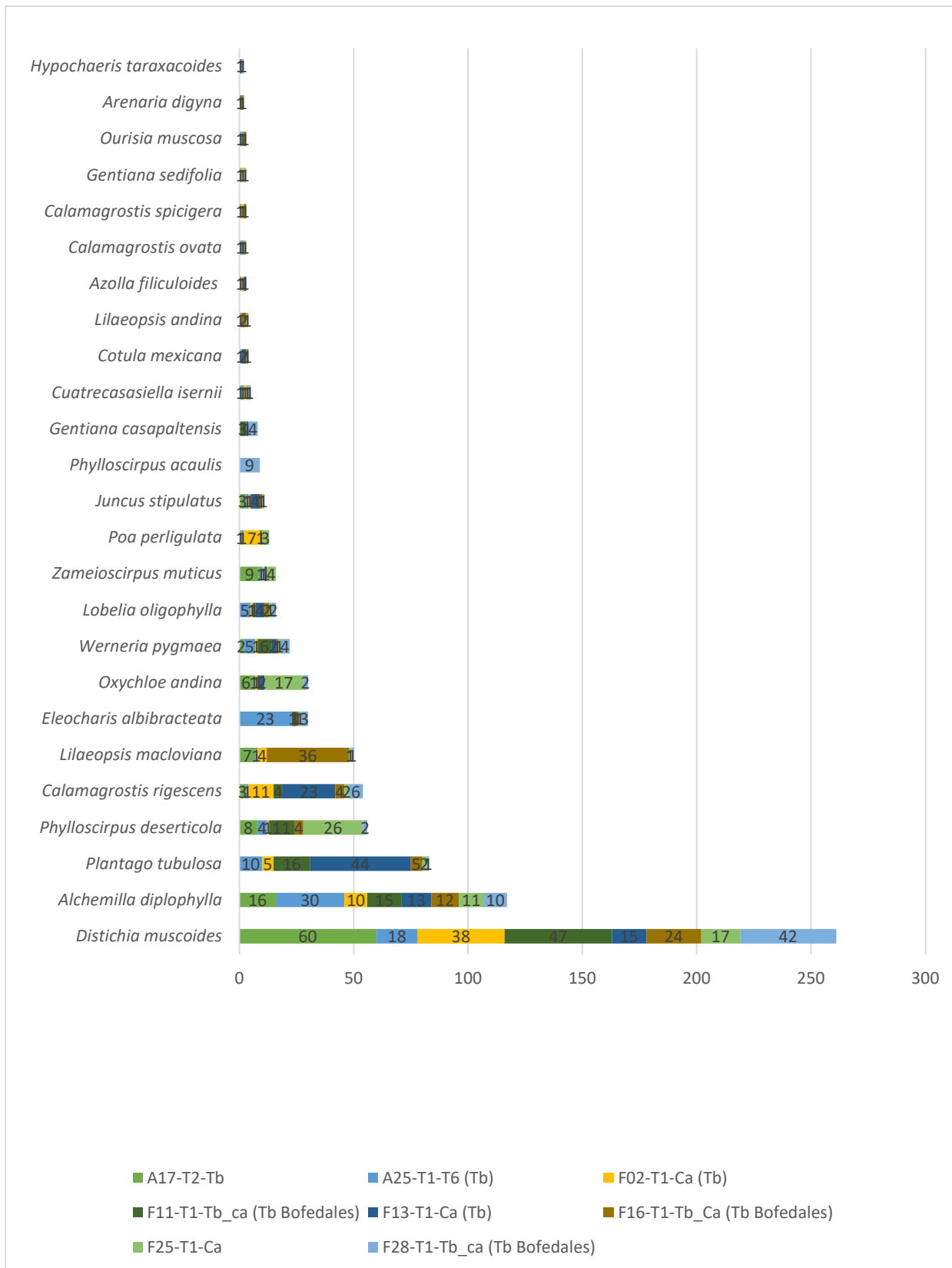


Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.4.11.2. ABUNDANCIA Y COBERTURA

Respecto a la abundancia relativa, se observa que las especies *Distichia muscoides*, *Alchemilla diplophylla* y *Plantago tubulosa* son aquellas con mayor abundancia a nivel de la unidad de vegetación y mayor representatividad en las estaciones evaluadas.

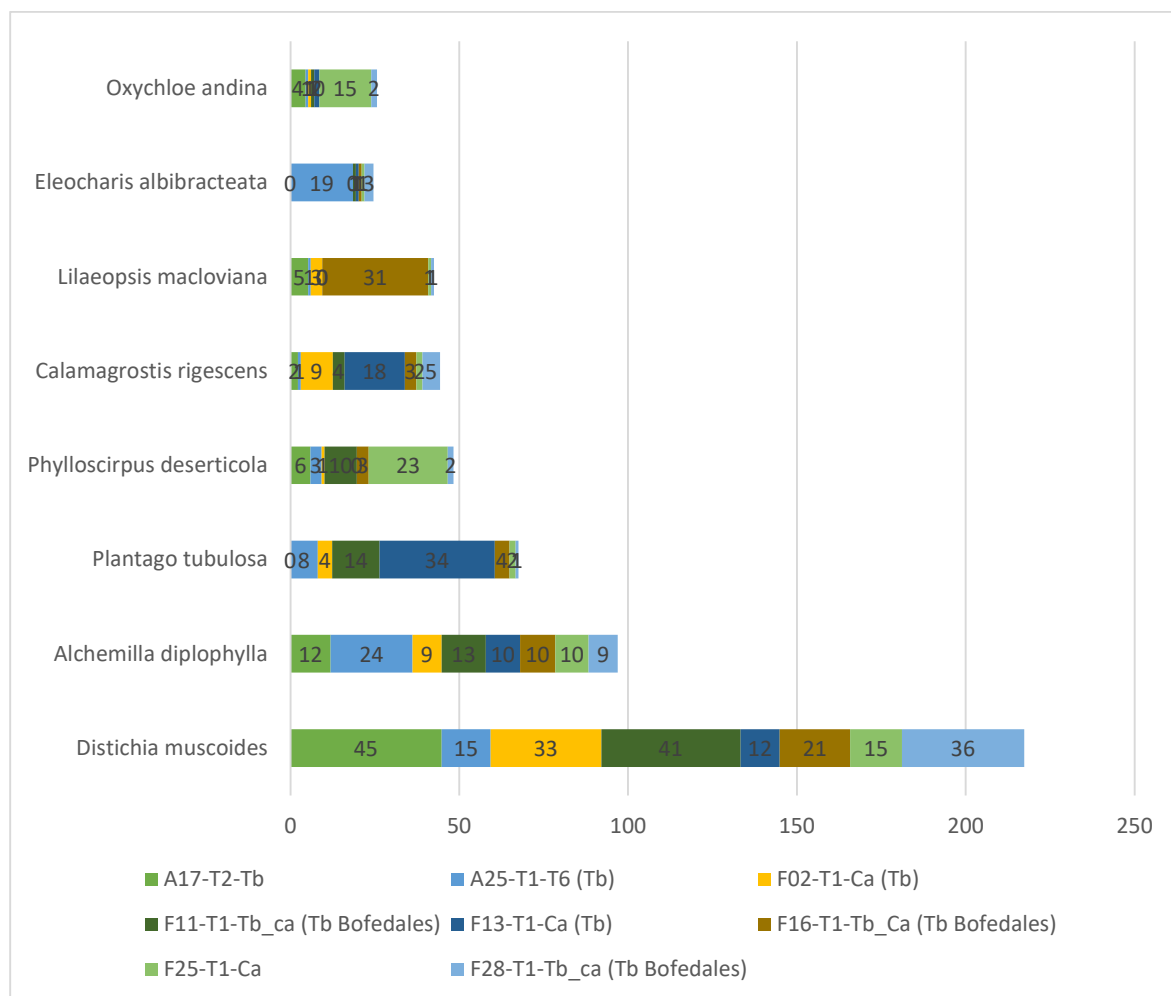
Figura 81 Abundancia relativa de especies formación mixta de turbera de Distichia y césped de arroyo en la temporada seca 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

En tanto a la cobertura relativa, se observa que las especies *Distichia muscoides*, *Alchemilla diplophylla* y *Plantago tubulosa* 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 82 Cobertura relativa formación mixta de turbera de *Distichia* y césped de arroyo en la temporada seca 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.4.11.3. DIVERSIDAD

En la unidad de vegetación formación mixta de turbera de *Distichia* y césped de arroyo se evaluaron 8 estaciones, de las cuales A25-T1-T6 (Tb) y F25-T1-Ca resultaron ser las estaciones con mayor número de especies y mayores valores en el índice de Simpsón y el índice de Pielou.

Cuadro 6.18. Índices de diversidad de formación mixta de turbera de Distichia y césped de arroyo en la temporada seca 2022.

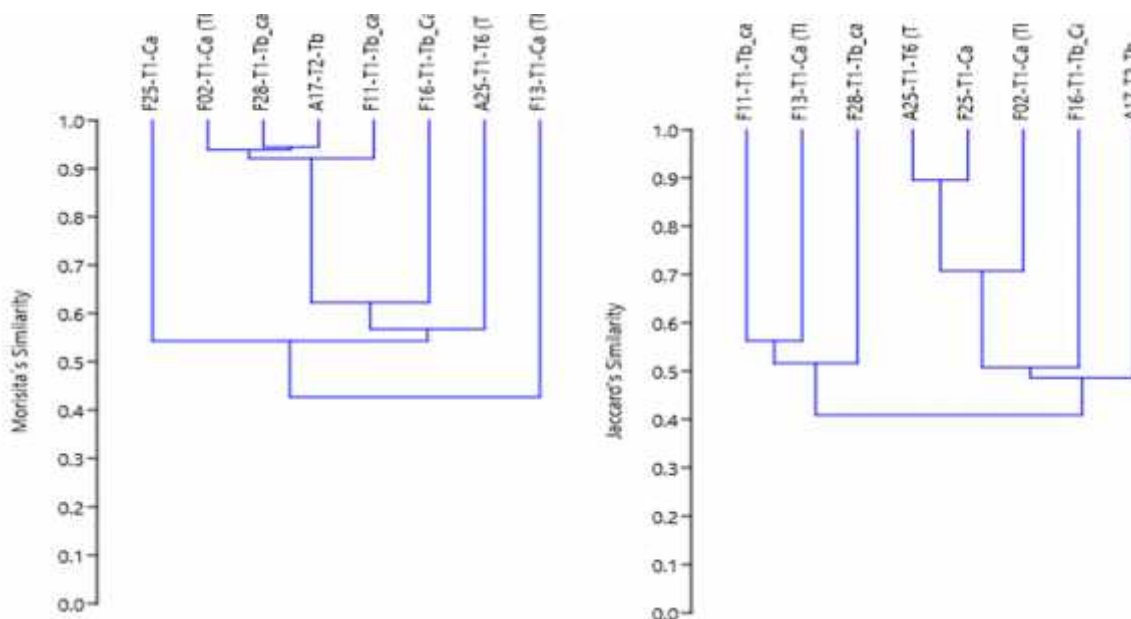
PUNTOS DE MONITOREO	Especies	Individuos	Shannon	Simpson 1-D	Pielou
A17-T2-Tb	19	124	0.7322	1.927	0.6544
A25-T1-T6 (Tb)	19	107	0.8313	2.142	0.7273
F02-T1-Ca (Tb)	17	86	0.7612	1.956	0.6904
F11-T1-Tb_ca (Tb Bofedales)	11	106	0.744	1.721	0.7177
F13-T1-Ca (Tb)	14	114	0.7762	1.86	0.705
F16-T1-Tb_Ca (Tb Bofedales)	18	99	0.7867	1.999	0.6916
F25-T1-Ca	17	91	0.8289	2.104	0.7426
F28-T1-Tb_ca (Tb Bofedales)	17	91	0.7535	1.994	0.7036

Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.4.11.4. 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 70%. Mientras que las demás estaciones evaluadas se encuentran con una similitud de 40% aproximadamente.

Figura 83 Dendrograma de estaciones evaluadas en formación mixta de turbera de Distichia y césped de arroyo



Elaboración: ASILORZA, 2022.

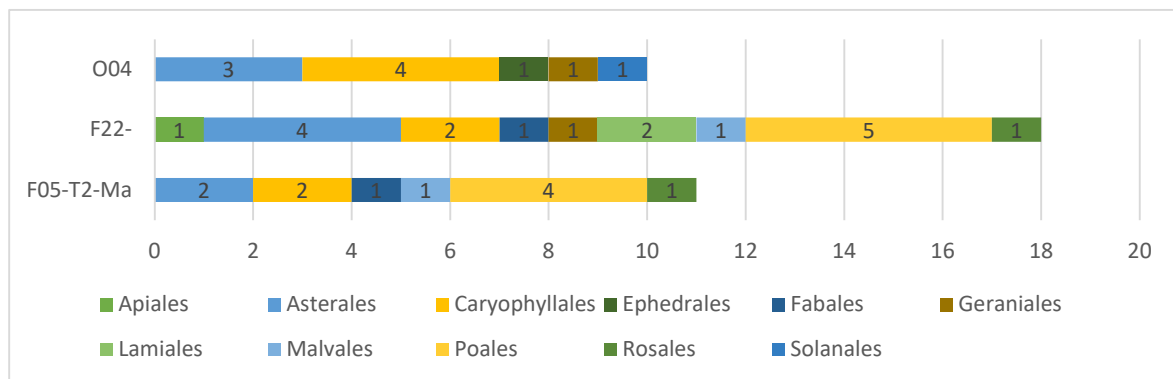
6.1.4.12. MATORRAL ANDINO CON AFLORAMIENTO ROCOSO

6.1.4.12.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

Se registró a los órdenes Poales y Caryophyllales como los más representativos a nivel de número de especies reportadas y también bajo el criterio de órdenes con mayor distribución en las estaciones evaluadas en temporada húmeda.

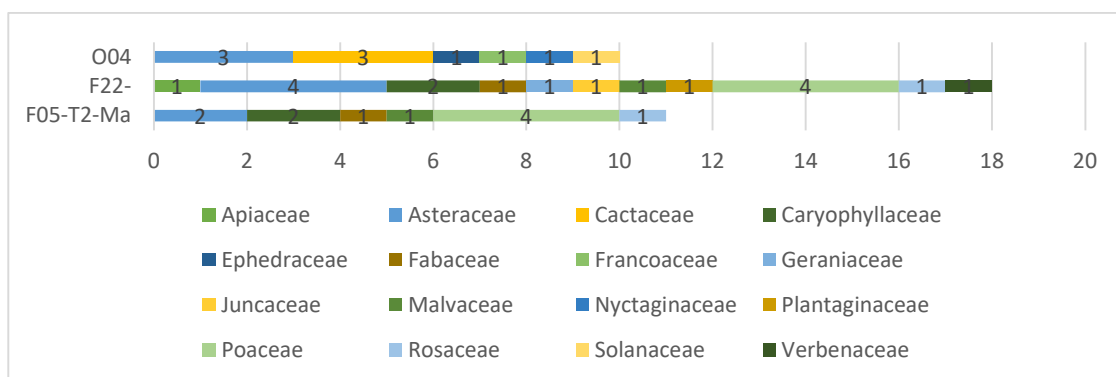
En lo referente a las familias reportadas en esta unidad de vegetación, Asteraceae y Francoaceae son aquellas con mayor representatividad y distribución en las estaciones evaluadas.

Figura 84 Composición de flora a nivel de orden taxonómico matorral andino con afloramiento rocoso en la temporada seca 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 85 Composición de flora a nivel de familia taxonómico matorral andino con afloramiento rocoso en la temporada seca 2022.

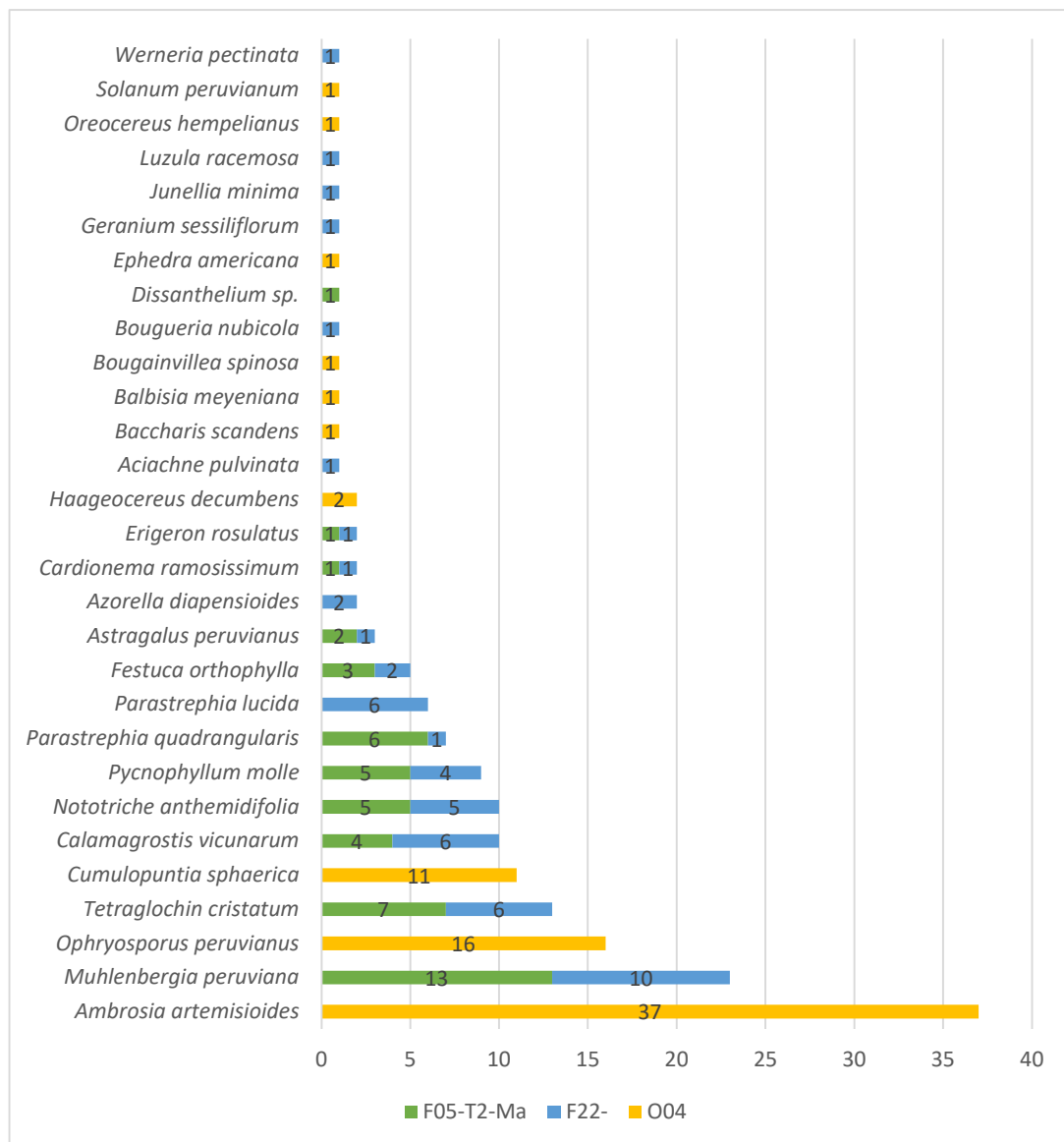


Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.4.12.2. ABUNDANCIA Y COBERTURA

Respecto a la abundancia relativa, se observa que las especies *Ambrosia artemisioides*, *Muhlenbergia peruviana*), *Ophryosporus peruvianus*, son aquellas con mayor abundancia a nivel de la unidad de vegetación y mayor representatividad en las estaciones evaluadas.

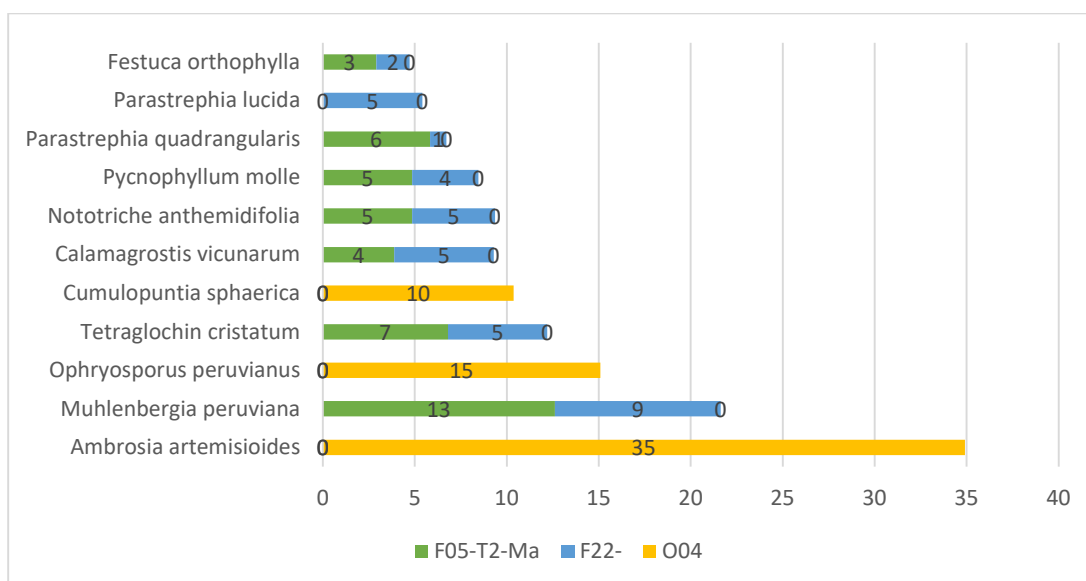
Figura 86 Abundancia relativa de especies matorral andino con afloramiento rocoso en la temporada seca 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

En tanto a la cobertura relativa, se observa que las especies *Ambrosia artemisioides*, *Muhlenbergia peruviana*, *Ophryosporus peruvianus* 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 87 Cobertura relativa matorral andino con afloramiento rocoso en la temporada seca 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.4.12.3. 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.

Cuadro 6.19. Índices de diversidad de matorral andino con afloramiento rocoso en la temporada seca 2022.

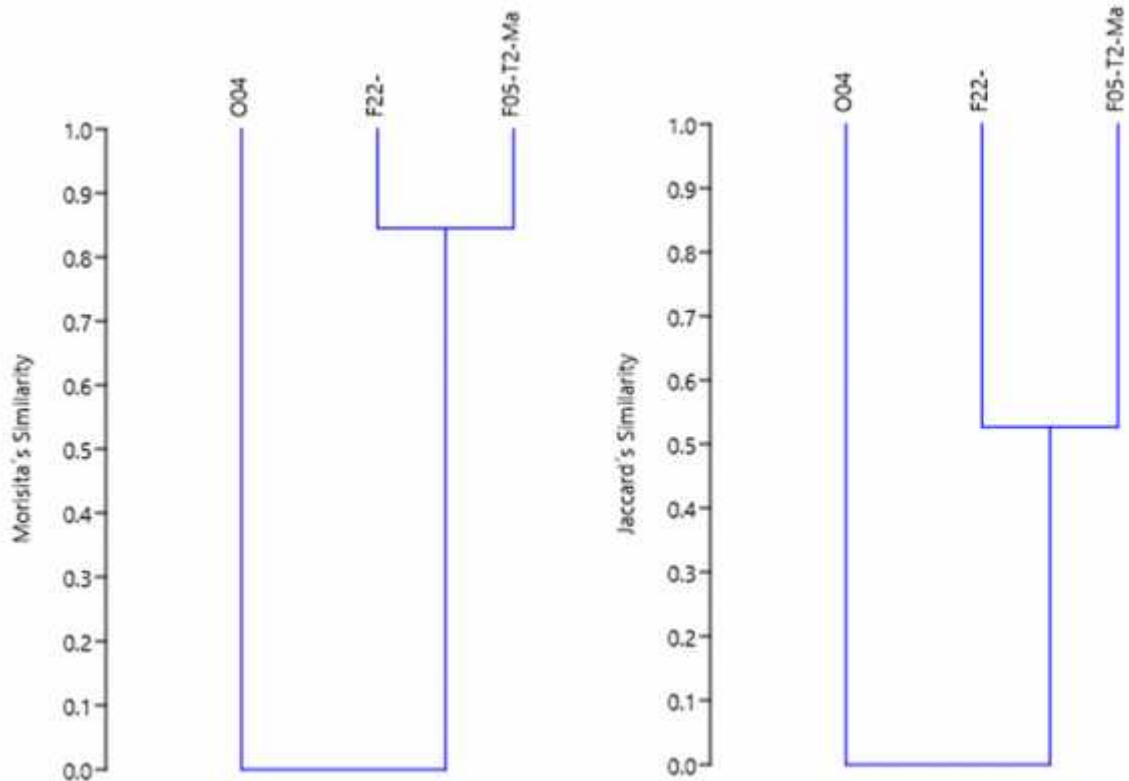
PUNTOS DE MONITOREO	Especies	Individuos	Shannon	Simpson 1-D	Pielou
F05-T2-Ma	11	48	0.8542	2.12	0.8843
F22-	18	51	0.8973	2.527	0.8743
O04	10	72	0.6613	1.419	0.6164

Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.4.12.4. SIMILITUD JACCARD MORISSITA

Las estaciones evaluadas en matorral andino con afloramiento rocoso se encuentran con una mayor similitud en su composición florística superior al 50%. Siendo las estaciones F05-T2-Ma y F22- aquellas con mayor similitud superando el 84%. Lo cual coincide con los reportes para estas estaciones.

Figura 88 Dendrograma de estaciones evaluadas en matorral andino con afloramiento rocoso



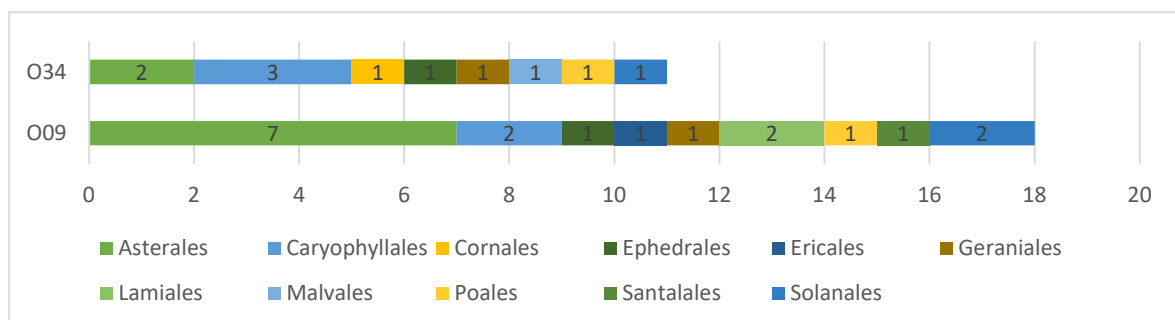
Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.4.13. MATORRAL

6.1.4.13.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

Se observa que Asterales y Caryophyllales son los órdenes más representativos a nivel de número de especies reportadas y también bajo el criterio de órdenes con mayor distribución en las estaciones evaluadas en temporada húmeda.

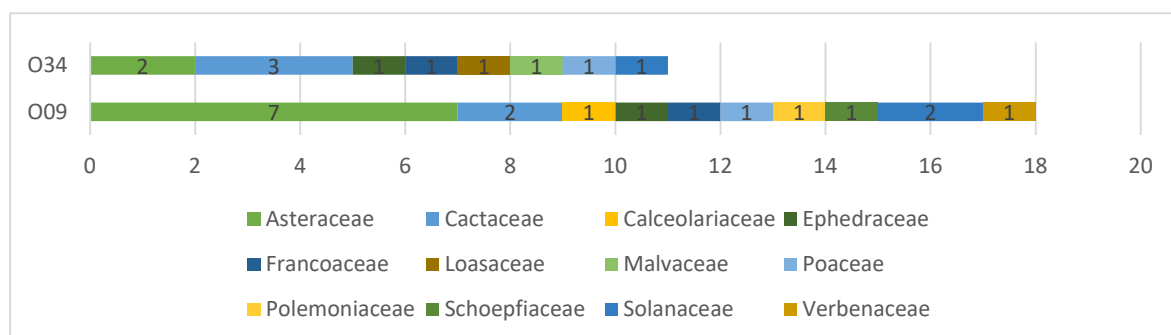
Figura 89 Composición de flora a nivel de orden taxonómico en matorral en la temporada seca 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

En lo referente a las familias reportadas en esta unidad de vegetación, Asteraceae y Cactaceae son aquellas con mayor representatividad y distribución en las estaciones evaluadas.

Figura 90 Composición de flora a nivel de familia taxonómico en matorral en la temporada seca 2022.

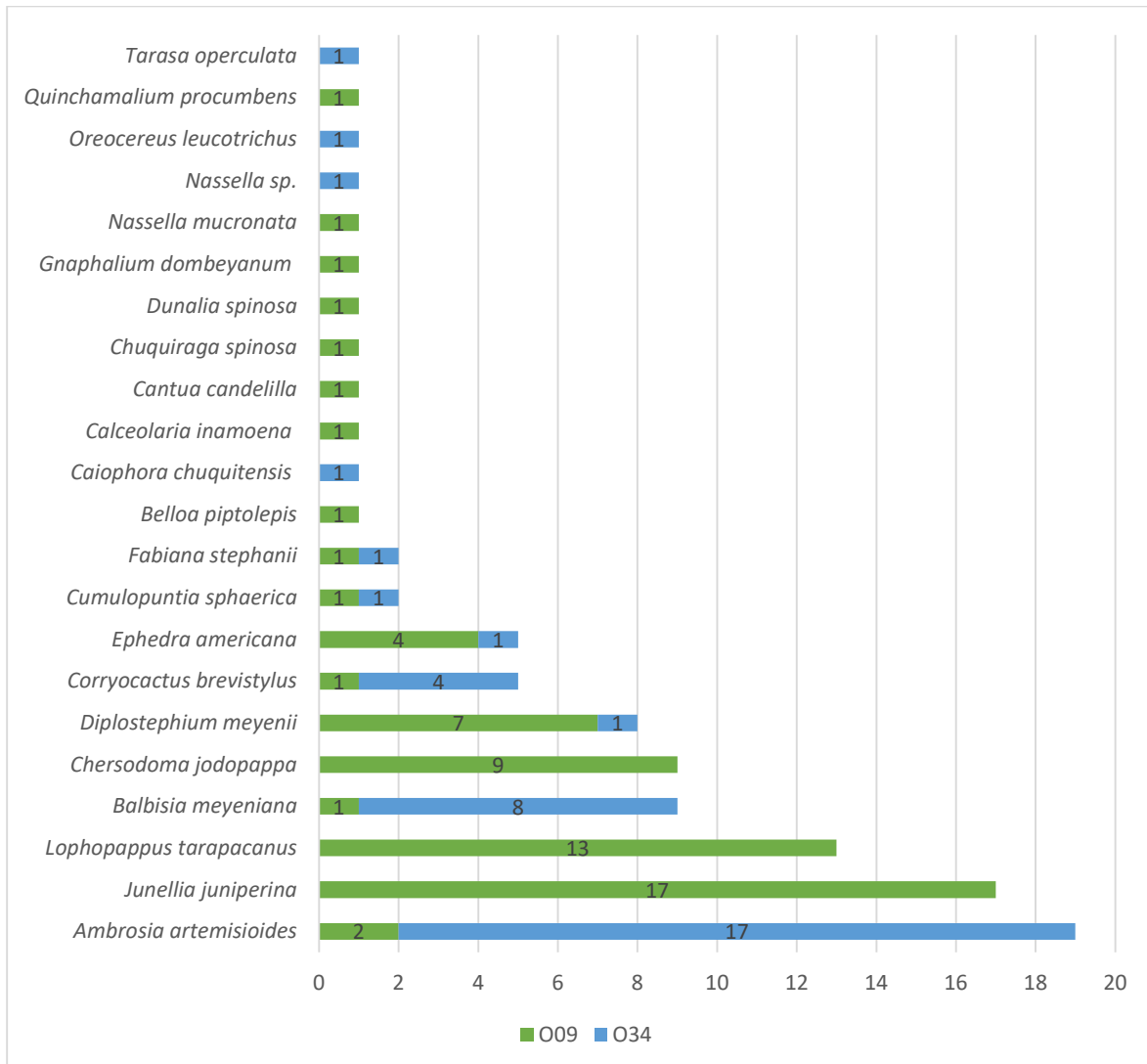


Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.4.13.2. ABUNDANCIA Y COBERTURA

Respecto a la abundancia relativa, se observa que las especies *Ambrosia artemisioides*, *Junellia juniperina*, *Lophopappus tarapacanus* son aquellas con mayor abundancia a nivel de la unidad de vegetación y mayor representatividad en las estaciones evaluadas.

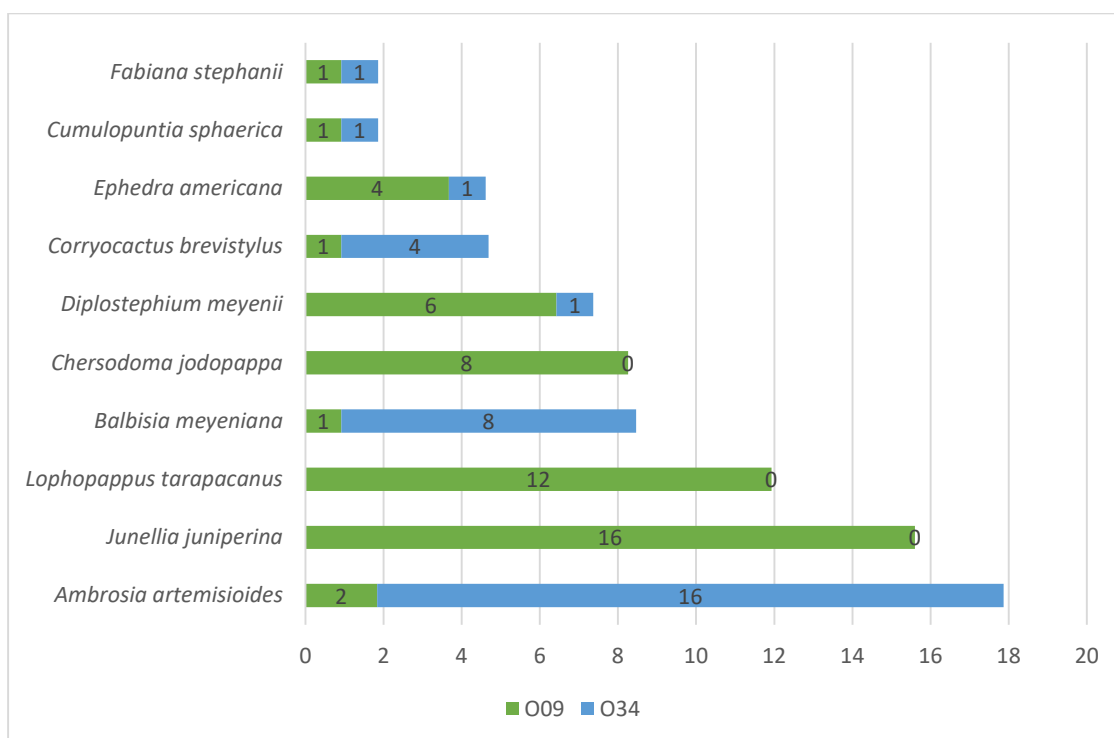
Figura 91 Abundancia relativa de especies en matorral en la temporada seca 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

En tanto a la cobertura relativa, se observa que las especies *Ambrosia artemisioides*, *Junellia juniperina*, *Lophopappus tarapacanus* 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 92 Cobertura relativa en matorral en la temporada seca 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.4.13.3. DIVERSIDAD

En la unidad de vegetación matorral las estaciones evaluadas presentaron índices de diversidad medio, indicando que la presencia de especies no es muy.

Cuadro 6.20. Índices de diversidad de matorral en la temporada seca 2022.

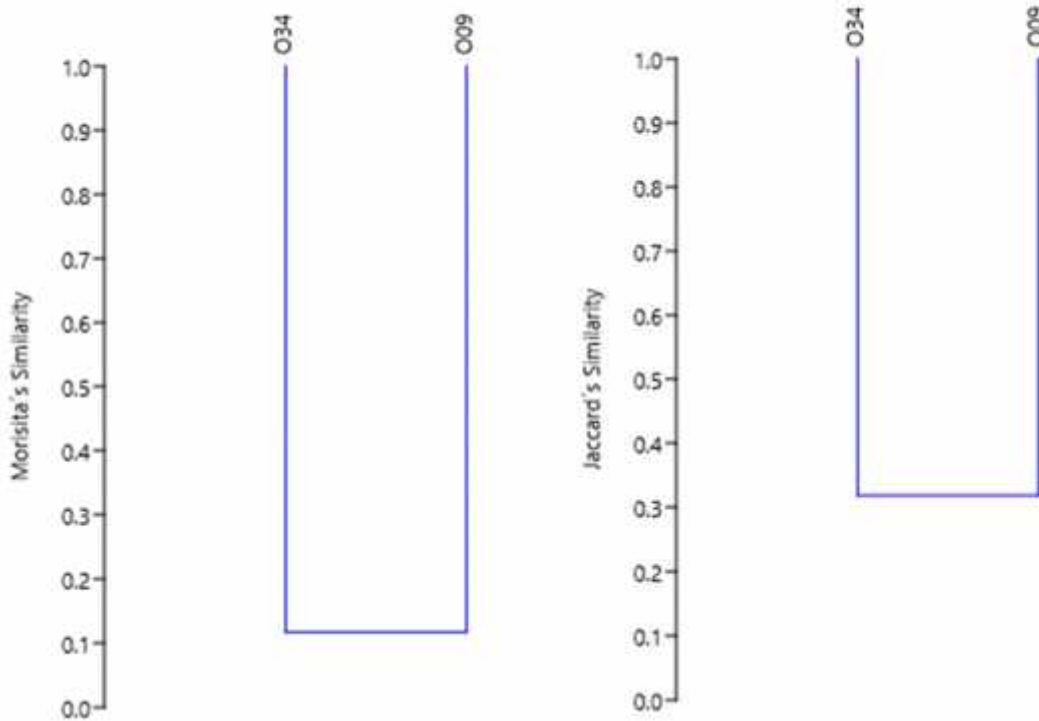
PUNTOS DE MONITOREO	Especies	Individuos	Shannon	Simpson 1-D	Pielou
O09	18	64	0.8486	2.255	0.7802
O34	11	37	0.7246	1.71	0.713

Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.4.13.4. SIMILITUD JACCARD MORISSITA

Las estaciones evaluadas en matorral se encuentran con una baja similaridad en su composición florística no mayor al 40%. Lo que denota una baja similitud entre la mayoría de las estaciones evaluadas.

Figura 93 Dendrograma de estaciones evaluadas en matorral



Elaboración: ASILORZA, 2022.

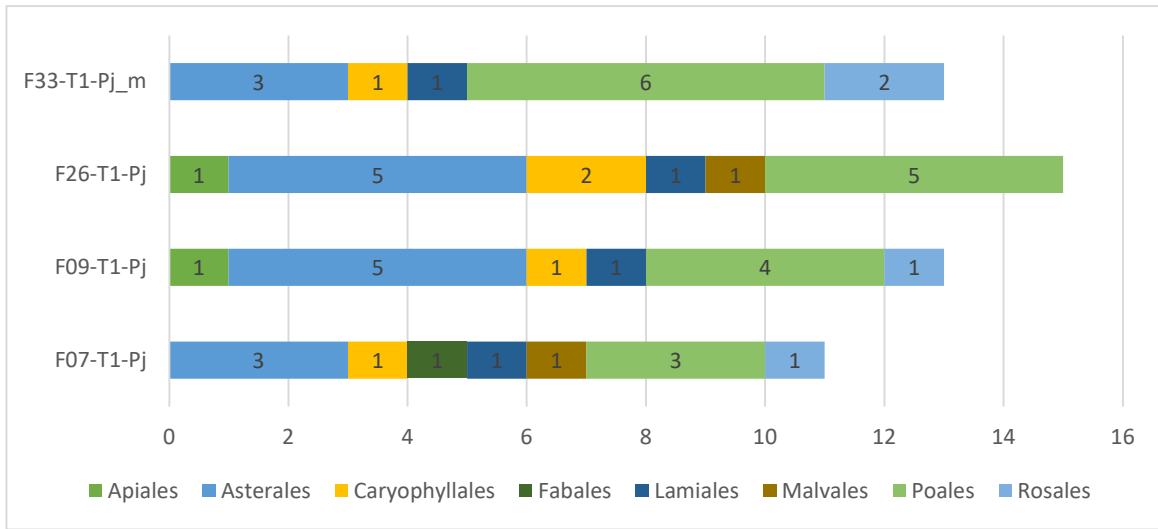
6.1.4.14. PAJONAL DE PUNA SECA

6.1.4.14.1. 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 y Asterales son los órdenes más representativos a nivel de número de especies reportadas y también bajo el criterio de órdenes con mayor distribución en las estaciones evaluadas en temporada húmeda.

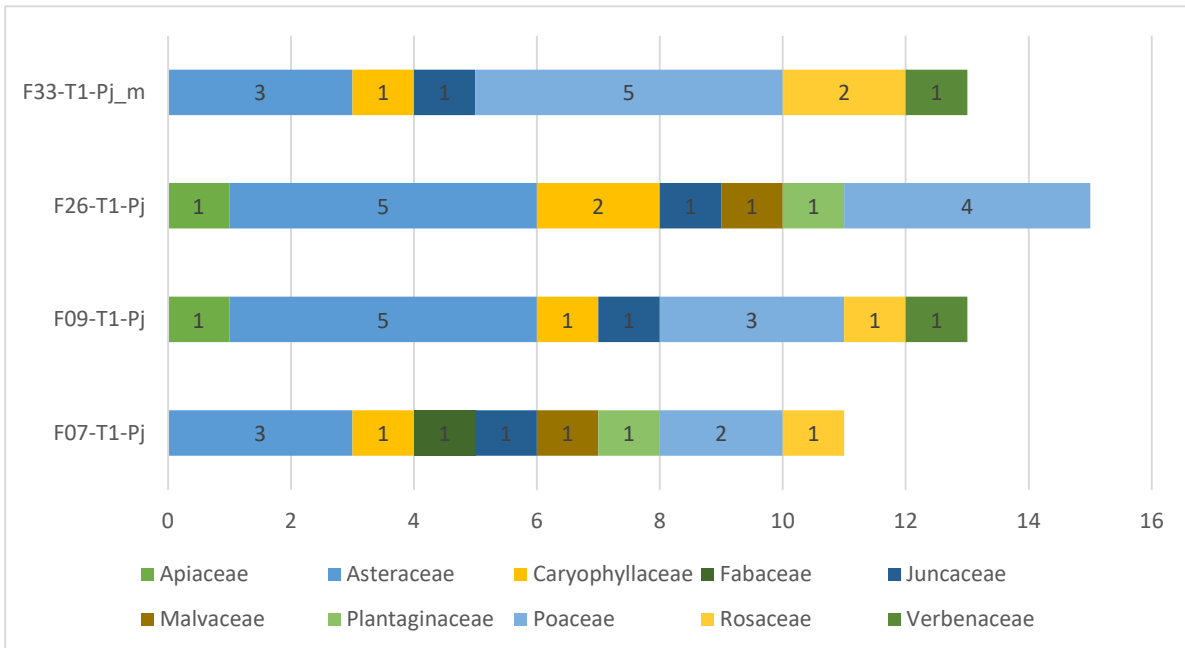
En lo referente a las familias reportadas en esta unidad de vegetación, Poaceae y son aquellas con mayor representatividad y distribución en las estaciones evaluadas.

Figura 94 Composición de flora a nivel de orden taxonómico pajonal de puna seca en la temporada seca 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 95 Composición de flora a nivel de familia taxonómico pajonal de puna seca en la temporada seca 2022.

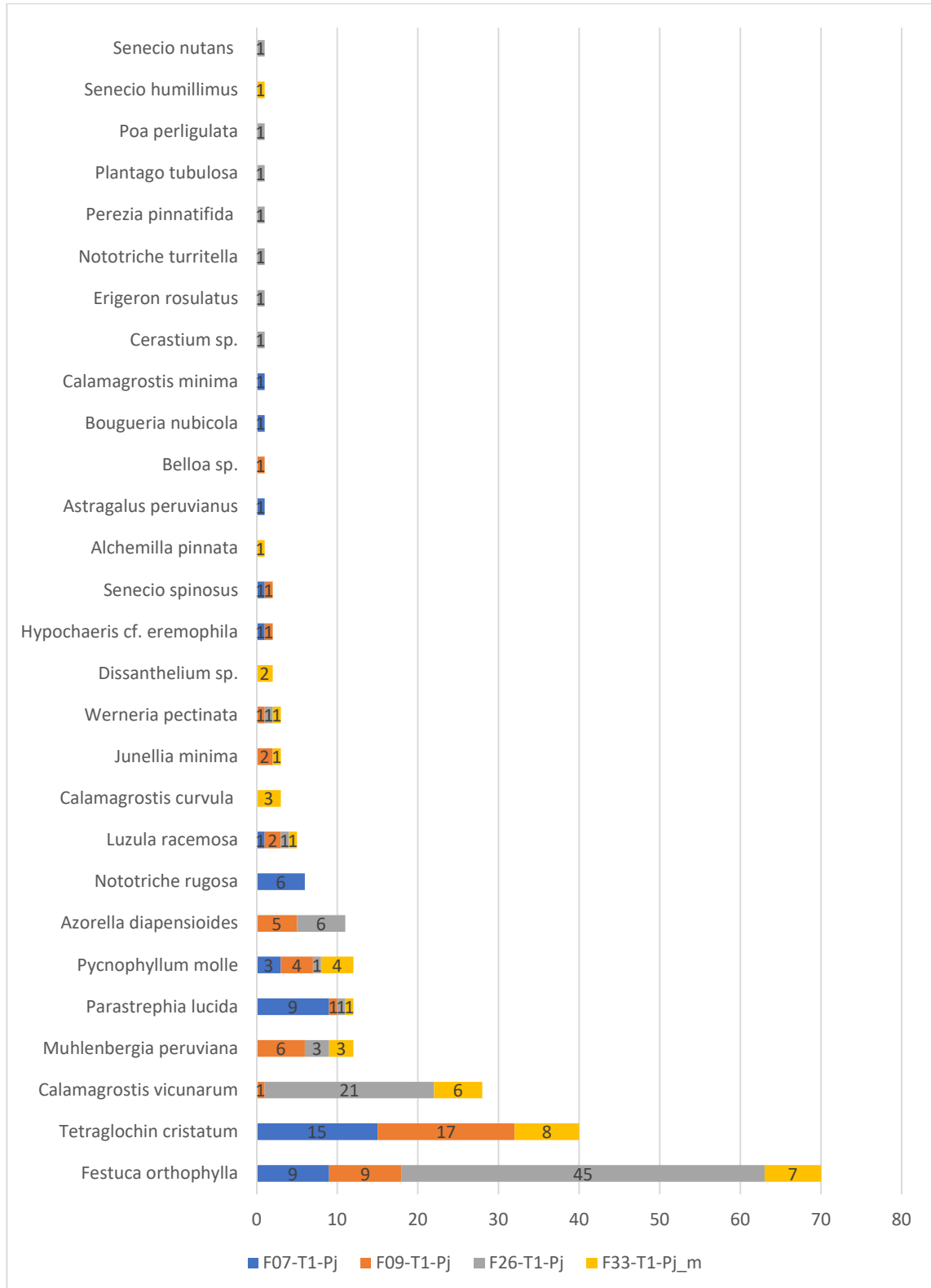


Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.4.14.2. ABUNDANCIA Y COBERTURA

Respecto a la abundancia relativa, se registraron que las especies *Festuca orthophylla*, *Tetraglochin cristatum* y *Calamagrostis vicunarum*, son aquellas con mayor abundancia a nivel de la unidad de vegetación y mayor representatividad en las estaciones evaluadas.

Figura 96 Abundancia relativa de especies pajonal de puna seca en la temporada seca 2022.

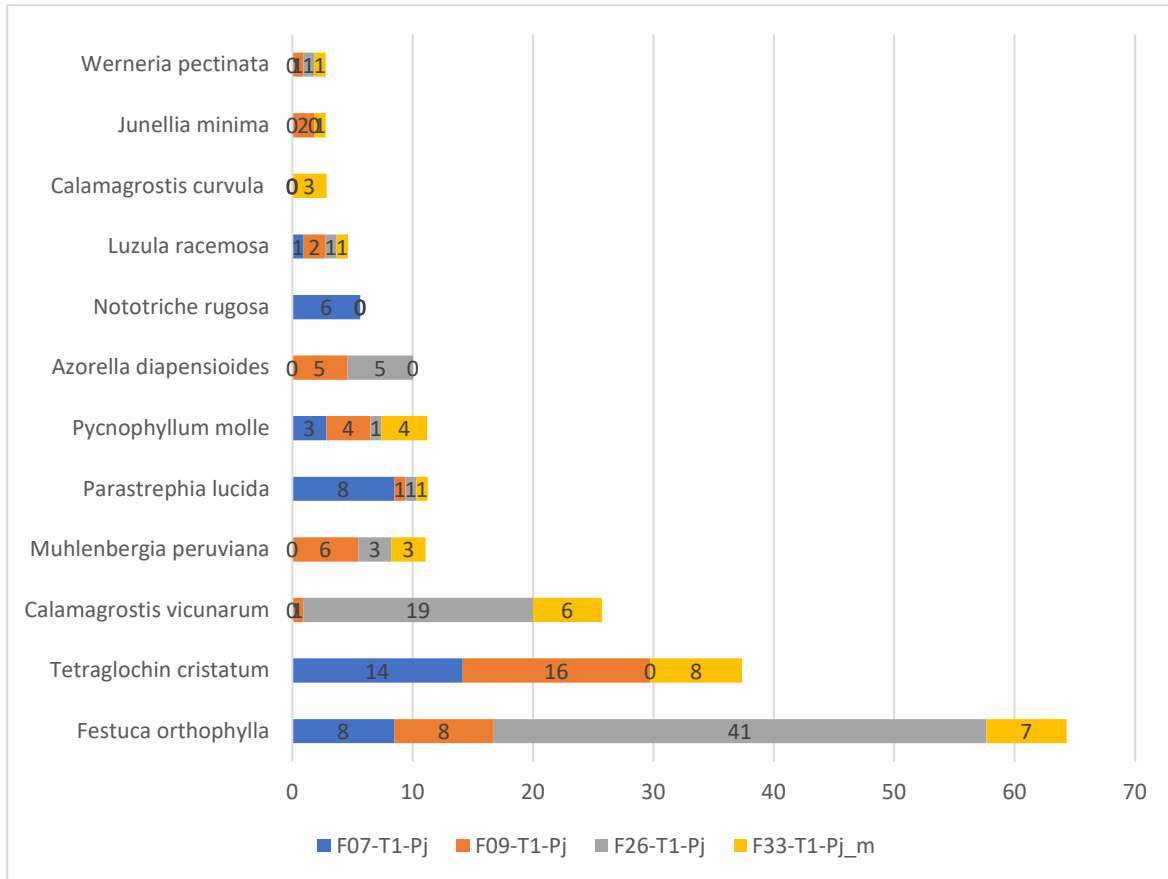


Elaboración: ASILORZA, 2022.

En tanto a la cobertura relativa, se observa que las especies *Festuca orthophylla*, *Tetraglochin cristatum* y *Calamagrostis vicunarum* 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 97 Cobertura relativa pajonal de puna seca en la temporada seca 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.4.14.3. DIVERSIDAD

En la unidad de vegetación pajonal de puna seca se evaluaron cuatro estaciones, de las cuales F33-T1-Pj_m tiene los índices más altos en Shannon y Simpson.

Cuadro 6.21. Índices de diversidad de pajonal de puna seca en la temporada seca 2022.

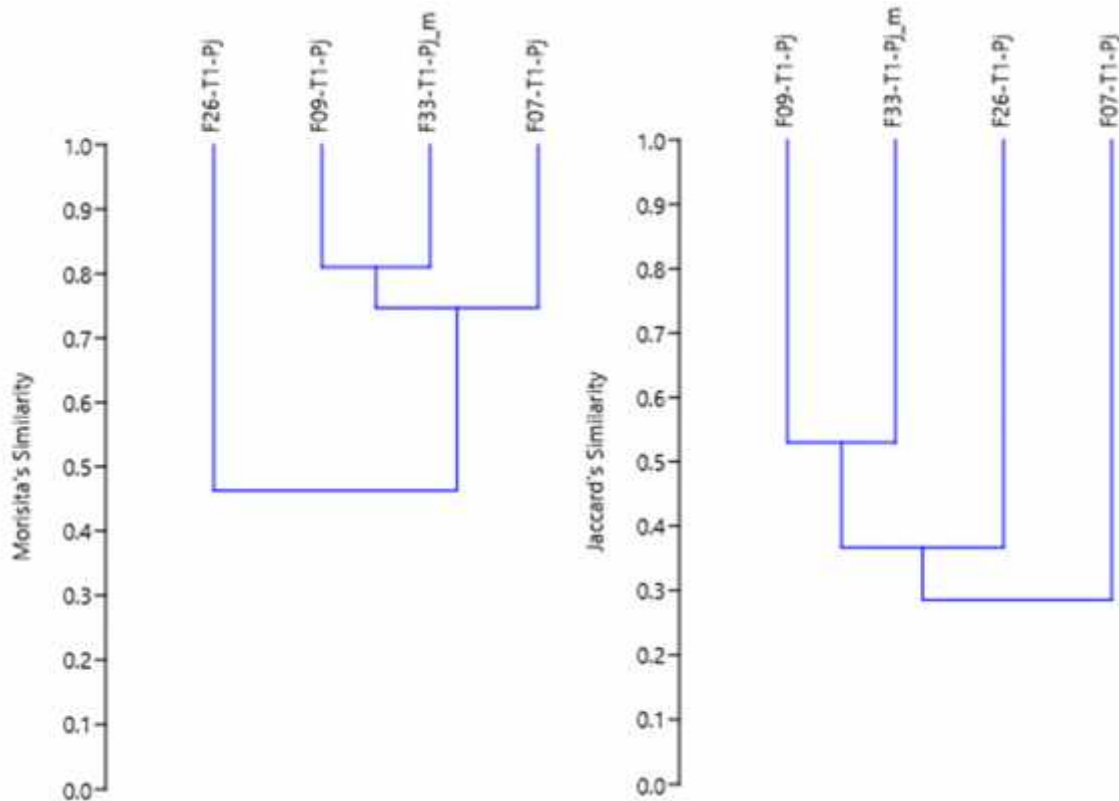
PUNTOS DE MONITOREO	Especies	Individuos	Shannon	Simpson 1-D	Pielou
F07-T1-Pj	11	48	0.8099	1.908	0.7958
F09-T1-Pj	13	51	0.8228	2.068	0.8063
F26-T1-Pj	15	86	0.659	1.556	0.5745
F33-T1-Pj_m	13	39	0.8731	2.265	0.8832

Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.4.14.4. SIMILITUD JACCARD MORISSITA

Las estaciones evaluadas en pajonal de puna seca las estaciones F09_T1_Pj y F33_T1_Pj_m 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 98 Dendrograma de estaciones evaluadas en pajonal de puna seca en temporada húmeda 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

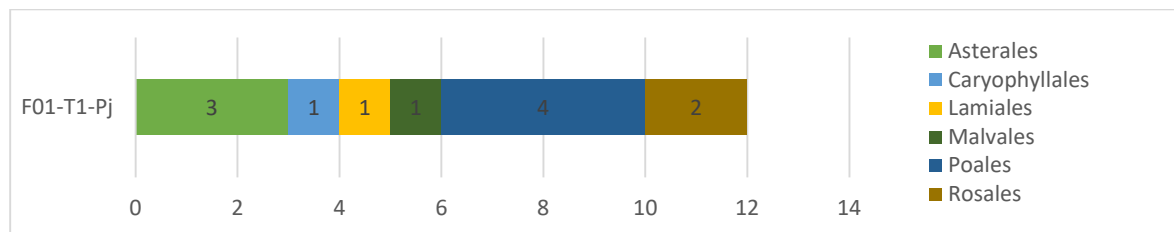
6.1.4.15. PAJONAL ANDINO

6.1.4.15.1. 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 y Asterales 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.

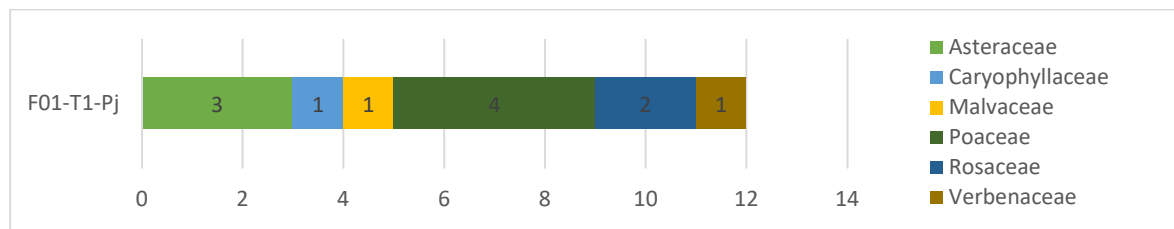
En lo referente a las familias reportadas en esta unidad de vegetación, Poaceae y son aquellas con mayor representatividad y distribución en las estaciones evaluadas.

Figura 99 Composición de flora a nivel de orden taxonómico pajonal andino en la temporada seca 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 100 Composición de flora a nivel de familia taxonómico pajonal andino en la temporada seca 2022.

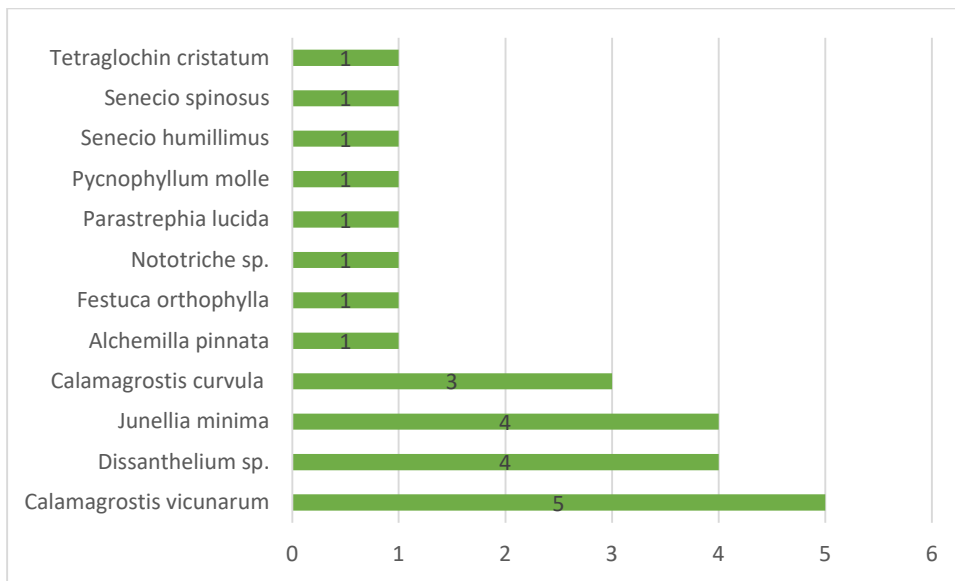


Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.4.15.2. ABUNDANCIA Y COBERTURA

Respecto a la abundancia relativa, se registraron que las especies *Calamagrostis vicunarum*, *Dissanthelium*, *Junellia minima* son aquellas con mayor abundancia a nivel de la unidad de vegetación y mayor representatividad en las estaciones evaluadas.

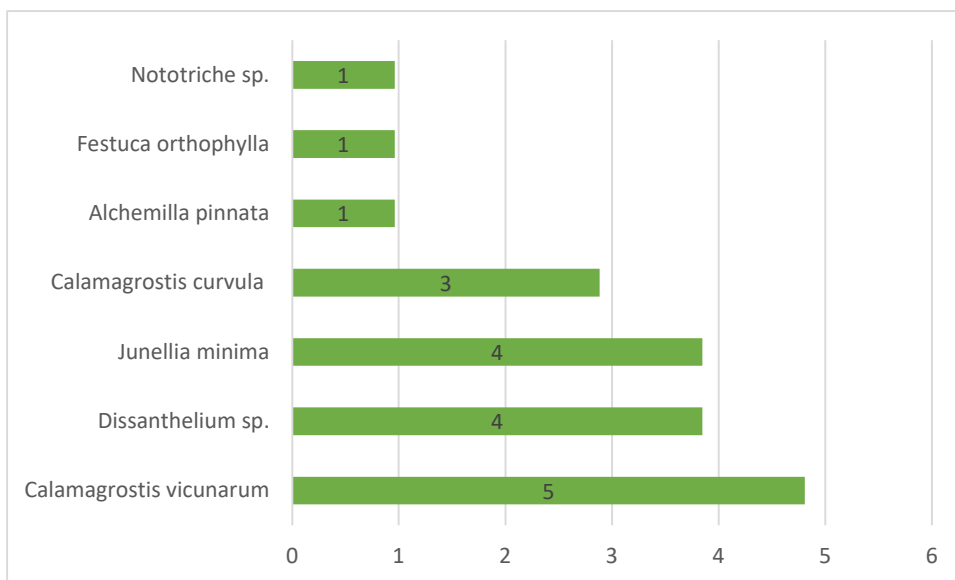
Figura 101 Abundancia relativa de especies pajonal andino en la temporada seca 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

En tanto a la cobertura relativa, se observa que las especies *Calamagrostis vicunarum*, *Dissanthelium*, *Junellia minima* 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 102 Cobertura relativa pajonal andino en la temporada seca 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.4.15.3. DIVERSIDAD

En la unidad de vegetación pajonal andino se evaluó la estación F01-T1-Pj que tiene índices de diversidad altos, así como un índice de equidad también alto, demostrando que es una zona de buena proporción de diversidad y que hay los factores indicados para que las especies puedan ser encontrados en igual medida.

Cuadro 6.22. Índices de diversidad de pajonal de puna seca en la temporada seca 2022.

Puntos de monitoreo	Especies	Individuos	Shannon	Simpson 1-D	Pielou
F01-T1-Pj	12	24	0.8715	2.243	0.9028

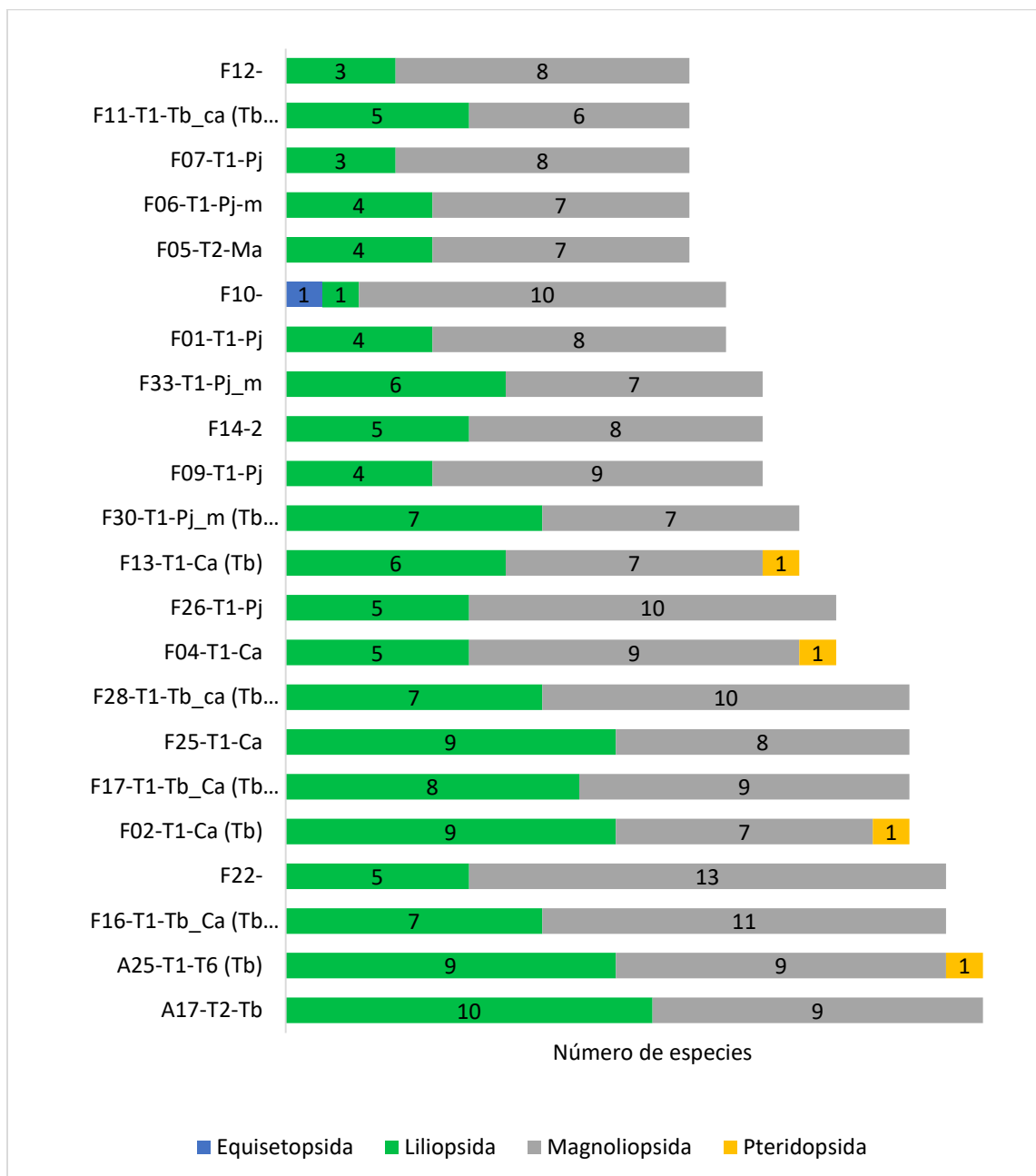
Elaboración: ASILORZA, 2022.

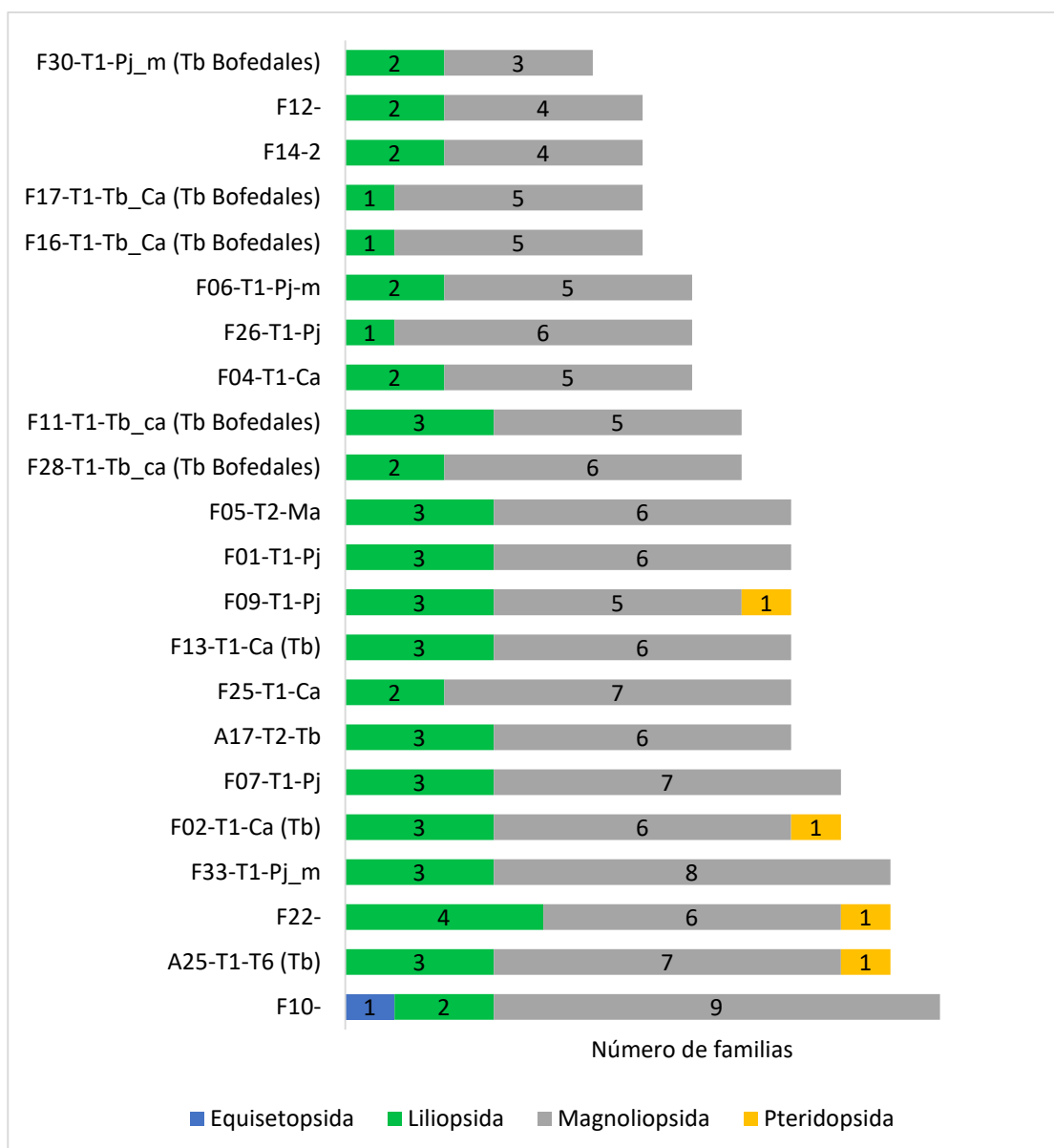
6.1.5. ANÁLISIS POR ZONA DEL PROYECTO

6.1.5.1. ZONA DE ABASTECIMIENTO

Se observa que se han evaluado 22 estaciones, que en comparación con la temporada anterior es menor con una diferencia de 10 estaciones. En esta temporada se han reportado 74 especies y 22 familias, siendo las estaciones A17-T2-Tb y A25-T1-T6 de mayor número de especies y familias. Si bien, la diferencia de registros de esta temporada con la temporada seca del 2021 es significativa, posiblemente sea a razón del mayor esfuerzo realizado en la búsqueda de especies durante el monitoreo.

Figura 103 Número de especies y familias en zona de abastecimiento, temporada seca 2022.

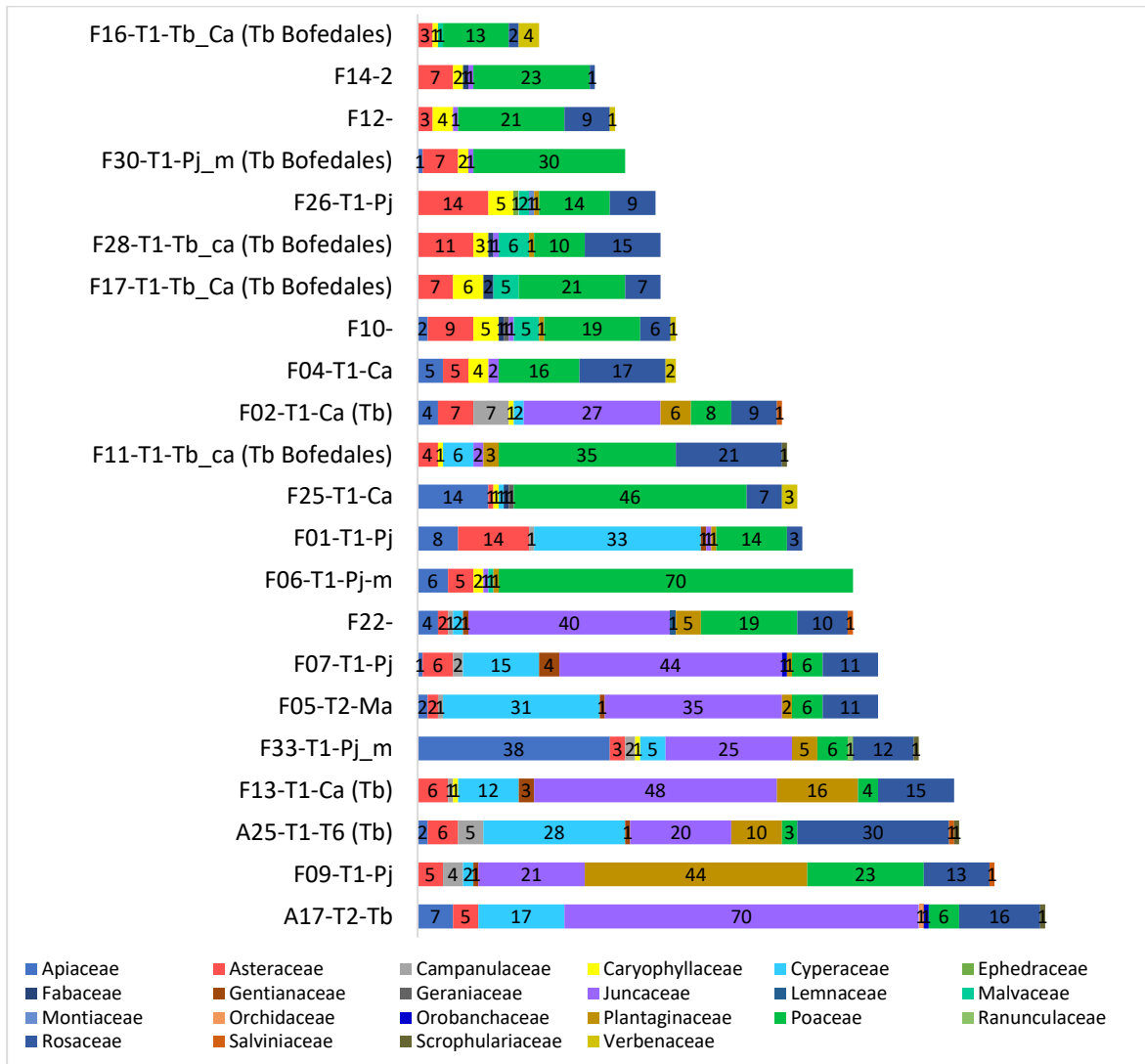




Elaboración: ASILORZA, 2022.

Respecto a la abundancia de las estaciones evaluadas en la zona de abastecimiento, se identificó que la estación A17-T2-Tb es la que tiene un mayor número de individuos (124 individuos) y la que cuenta con una mayor diversidad de familias, en el marco de la composición florística. Siendo la familia Juncaceae la de mayor representatividad.

Figura 104 Abundancia y composición familias en zona de abastecimiento, temporada seca 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.5.1.1. DIVERSIDAD

De las 22 estaciones de monitoreo evaluadas en la zona de abastecimiento en la temporada seca 2022, se identificó que la estación A17-T2-Tb presenta el mayor número de individuos registrados (124 individuos), las estaciones A25-T1-T6 (Tb) y A17-T2-Tb presentan el mayor número de especies (19 especies), mientras que para el año 2021 se identificó que la estación F22- presenta el mayor número de individuos y especies registrados. Por otro lado, en el monitoreo durante la temporada seca del 2022 la estación F.22 es aquella con un mayor valor de diversidad (H=2.52) en comparación con las demás.

Cuadro 6.23. Índices de diversidad de las estaciones de monitoreo de la zona de abastecimiento, la temporada seca 2021 y temporada seca 2022.

Estación de monitoreo	Época Seca 2021					Época Seca 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	7	7	1.946	0.8571	3.083					
A17-T2-Tb	8	8	2.079	0.875	3.366	19	124	1.927	0.7322	3.734
A25-T1-T6 (Tb)	6	6	1.792	0.8333	2.791	19	107	2.142	0.8313	3.852
A25-T2-T6 (Tb)	12	12	2.485	0.9167	4.427					
A34-T2-Tb_Ca	4	4	1.386	0.75	2.164					
F01-T1-Pj	8	8	2.079	0.875	3.366	12	24	2.243	0.8715	3.461
F02-T1-Ca (Tb)	12	12	2.485	0.9167	4.427	17	86	1.956	0.7612	3.592
F02-T2-Ca (Tb)	7	7	1.946	0.8571	3.083					
F03-T1-Pj	9	9	2.197	0.8889	3.641					
F04-T1-Ca	15	15	2.708	0.9333	5.17	15	72	2.3	0.8769	3.274
F04-T2-Ca	10	10	2.303	0.9	3.909					
F05-T1-Ma	12	12	2.485	0.9167	4.427					
F05-T2-Ma	3	3	1.099	0.6667	1.82	11	48	2.12	0.8542	2.583
F06-T1-Pj_m	8	8	2.079	0.875	3.366	11	75	1.92	0.8267	2.316
F07-T1-Pj	14	14	2.639	0.9286	4.926	11	48	1.908	0.8099	2.583
F08-T1-Pj	8	8	2.079	0.875	3.366					
F09-T1-Pj	8	8	2.079	0.875	3.366	13	51	2.068	0.8228	3.052
F10-	9	9	2.197	0.8889	3.641	12	47	1.928	0.8049	2.857
F11-T1-Tb_Ca (Tb Bofedales)	12	12	2.485	0.9167	4.427	11	106	1.721	0.744	2.144
F12-	16	16	2.773	0.9375	5.41	11	41	1.569	0.6639	2.693
F13-T1-Ca (Tb)	3	3	1.099	0.6667	1.82	14	114	1.86	0.7762	2.745
F14-1	9	9	2.197	0.8889	3.641					
F14-2	5	5	1.609	0.8	2.485	13	35	1.887	0.7331	3.375
F15-T1-Pj	11	11	2.398	0.9091	4.17					
F16-T1-Tb_Ca (Tb Bofedales)	8	8	2.079	0.875	3.366	18	99	1.999	0.7867	3.7
F17-T1-Tb_Ca (Tb Bofedales)	13	13	2.565	0.9231	4.678	17	76	2.16	0.8293	3.695
F-22	7	7	1.946	0.8571	3.083	18	51	2.527	0.8973	4.324
F23-T1-Pj_m	7	7	1.946	0.8571	3.083					
F25-T1-CA	7	7	1.946	0.8571	3.083	17	91	2.104	0.8289	3.547
F26-T1-Pj	12	12	2.485	0.9167	4.427	15	86	1.556	0.659	3.143
F27-T1-Ca (Tb)	7	7	1.946	0.8571	3.083					
F28-T1-Tb_Ca (Tb Bofedales)	7	7	1.946	0.8571	3.083	17	91	1.994	0.7535	3.547

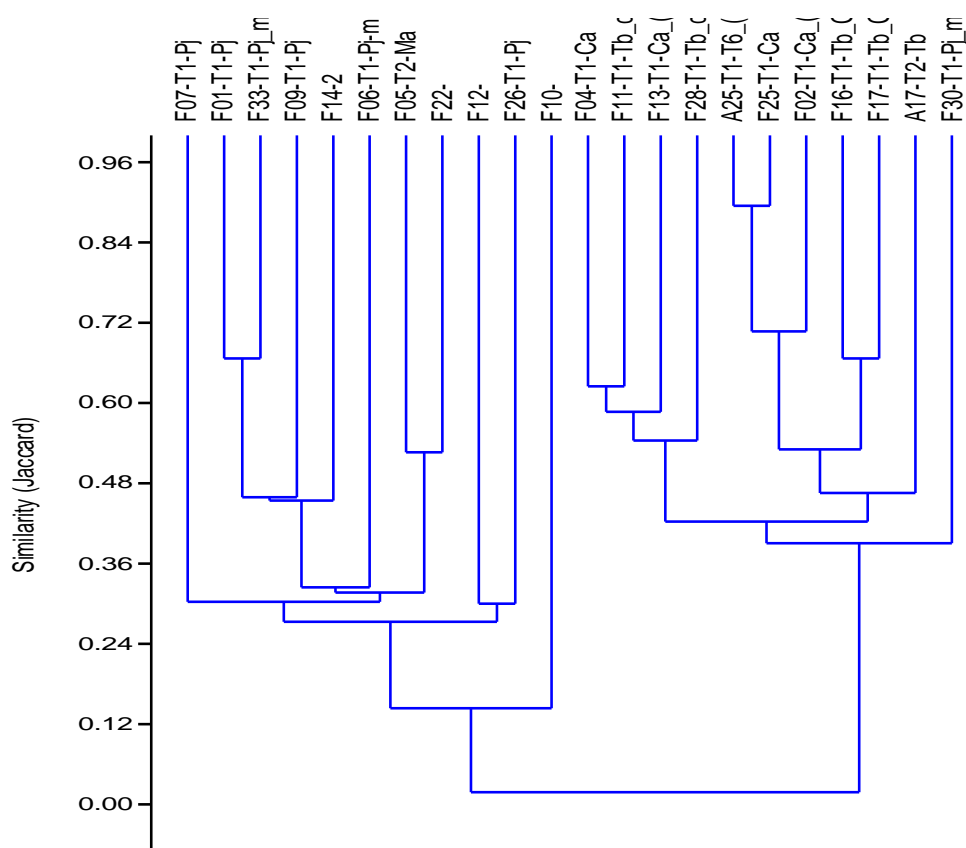
Estación de monitoreo	Época Seca 2021					Época Seca 2022				
	Número de especies (S)	Número de individuos (N)	Shannon-Wiener (H)	Índice Simpson (1-D)	Equidad (J)	Número de especies (S)	Número de individuos (N)	Shannon-Wiener (H)	Índice Simpson (1-D)	Equidad (J)
F30-T1-Pj_m (Tb Bofedales)	11	11	2.398	0.9091	4.17	14	73	2.079	0.8328	3.03
F33-T1-Pj_m	7	7	1.946	0.8571	3.083	13	39	2.265	0.8731	3.276

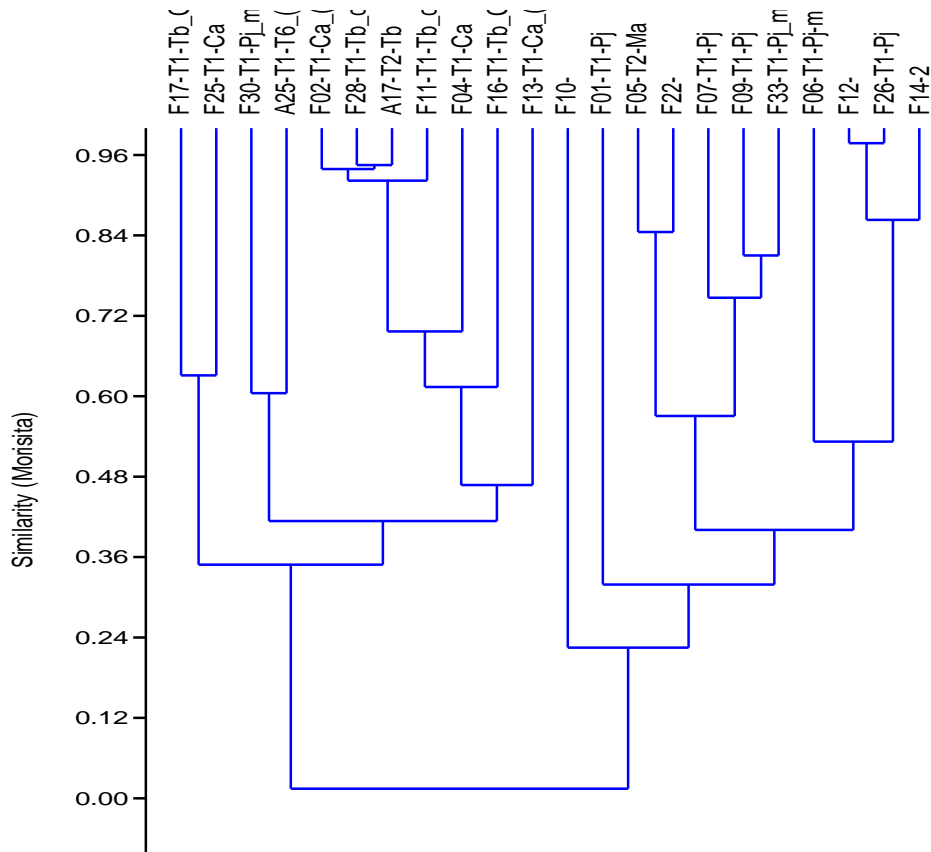
Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.5.1.2. SIMILARIDAD

La mayoría de las estaciones evaluadas en la zona de abastecimiento presentan una similitud mayormente en el 40%. Siendo F12- y F26-T1-Pj, las estaciones con similitud mayor a 95%. en el área de abastecimiento.

Figura 105 Dendrogramas de las estaciones evaluadas en zona de abastecimiento, temporada seca 2022.



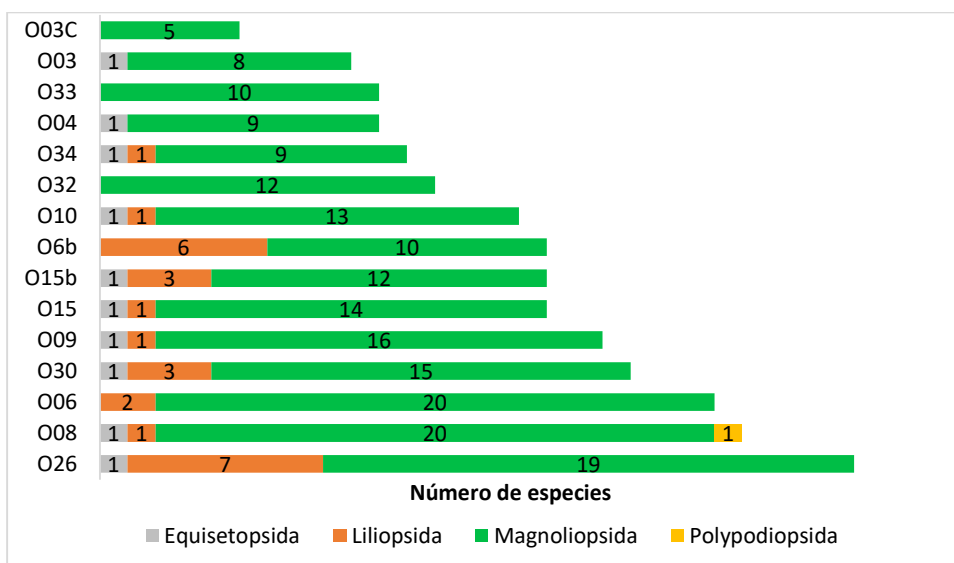


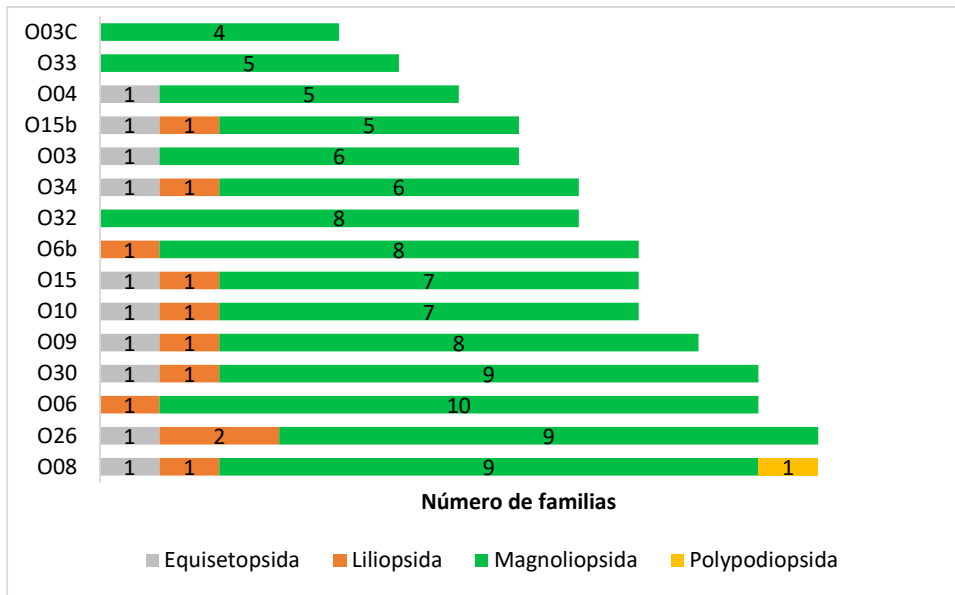
Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.5.2. ZONA DE OPERACIONES

Se observa que se han evaluado 15 estaciones, reportándose 88 especies y 27 familias, siendo O30 la estación con mayor número familias y la estación O26 con mayor número de especies; mientras que la estación O08 es la que cuenta con mayor número de familias (12 familias).

Figura 106 Número de especies y familias en zona de operaciones, temporada seca 2022.

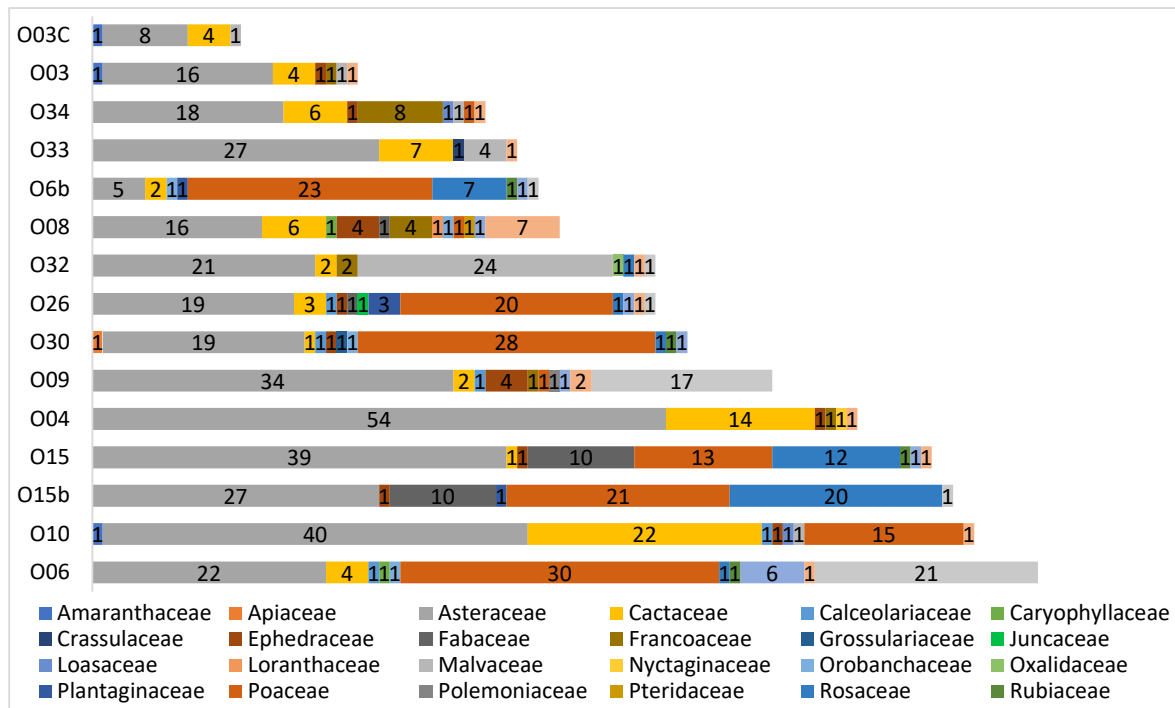




Elaboración: ASILORZA, 2022.

Respecto a la abundancia de las estaciones evaluadas en la zona de operaciones, se identificó que la estación O06 es la que tiene un mayor número de individuos (89 individuos) y la que cuenta con una mayor diversidad de familias, en el marco de la composición florística. Siendo la familia Asteraceae la de mayor representatividad.

Figura 107 Abundancia y composición familias en zona de operaciones, temporada seca 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.5.2.1. DIVERSIDAD

De las 15 estaciones de monitoreo evaluadas en la zona de operaciones en la temporada seca 2022, se identificó que la estación O26 presenta el mayor número de especies (27), con mayor índice de Shanon y Simsonp; mientras que la estación O08 es la que tiene un índice mas alto en equidad (0.93).

Cuadro 6.24. Índices de diversidad de las estaciones de monitoreo de la zona de operaciones en temporada seca 2021 vs temporada seca 2022.

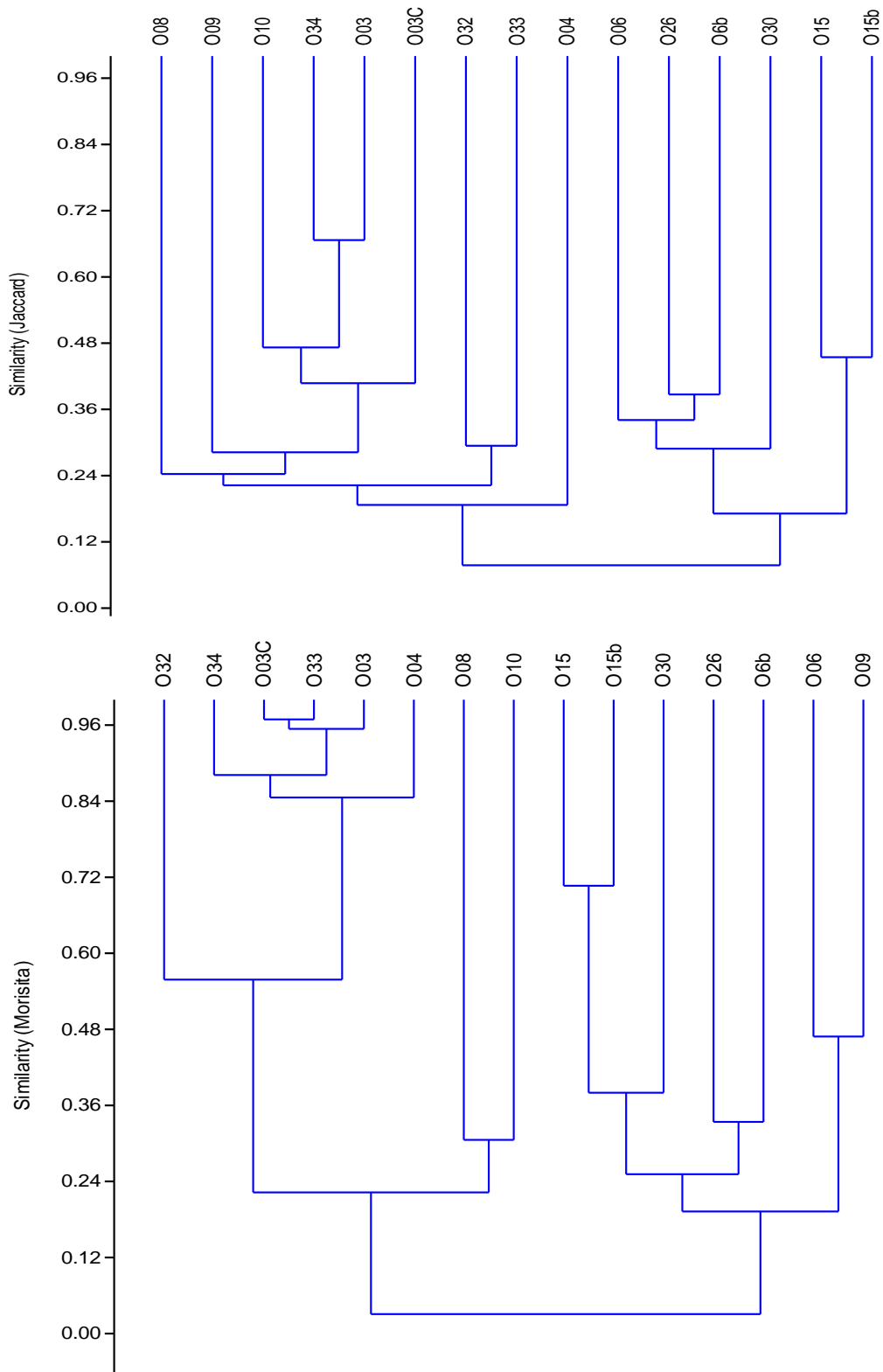
Estación de monitoreo	Época Seca 2021					Época Seca 2022				
	Número de especies (S)	Número de individuos (N)	Shannon-Wiener (H)	Índice Simpson (1-D)	Equidad (J)	Número de especies (S)	Número de individuos (N)	Shannon-Wiener (H)	Índice Simpson (1-D)	Equidad (J)
O03	7	7	1.946	0.8571	3.083	9	25	1.389	0.5728	0.6321
O03b	7	7	1.946	0.8571	3.083					
O03c	9	9	2.197	0.8889	3.641	5	14	1.215	0.6122	0.7552
O04	7	7	1.946	0.8571	3.083	10	72	1.419	0.6613	0.6164
O06	15	15	2.708	0.9333	5.17	22	89	2.393	0.8577	0.7741
O08	6	7	1.748	0.8163	2.569	23	44	2.929	0.9349	0.9343
O09	12	12	2.485	0.9167	4.427	18	64	2.255	0.8486	0.7802
O10	10	10	2.303	0.9	3.909	15	83	2.009	0.8088	0.7419
O15	11	11	2.398	0.9091	4.17	16	79	2.14	0.8351	0.772
O15a	16	16	2.773	0.9375	5.41					
O15b	13	13	2.565	0.9231	4.678	16	81	2.297	0.8694	0.8286
O26	11	11	2.398	0.9091	4.17	27	53	2.941	0.9263	0.8925
O30	8	12	2.023	0.8611	2.817	19	56	2.363	0.8584	0.8025
O32	9	9	2.197	0.8889	3.641	12	53	1.634	0.7049	0.6576
O33	10	10	2.303	0.9	3.909	10	40	1.47	0.6138	0.6385
O34	8	8	2.079	0.875	3.366	11	37	1.71	0.7246	0.713
O6b	11	11	2.398	0.9091	4.17	16	42	2.31	0.8503	0.8331

Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.5.2.2. SIMILARIDAD

La mayoría de las estaciones evaluadas en la zona de operaciones presentan una similaridad mayor al 10%. Siendo las estaciones O03 y O04 aquellas con una similaridad mayor al 60%; en los cuales la composición florística se asemeja significativamente.

Figura 108 Dendrogramas de las estaciones evaluadas en zona de operaciones, temporada seca 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.6. ESPECIES DE IMPORTANCIA BIOLÓGICA

6.1.6.1. 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 6.25. Listado de especies de flora categorizadas por la normativa nacional e internacional en la temporada seca 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>Parastrephia quadrangularis</i>	VU	LC	-
6	<i>Corryocactus brevistylus</i>	VU	LC	Apendice II
7	<i>Cumulopuntia boliviana</i>	-	-	Apendice II
8	<i>Cumulopuntia sphaerica</i>	VU	LC	Apendice II
9	<i>Echinopsis pampana</i>	-	-	Apendice II
10	<i>Haageocereus decumbens</i>	-	-	Apendice II
11	<i>Oreocereus hempelianus</i>	-	-	Apendice II
12	<i>Oreocereus leucotrichus</i>	-	LC	Apendice II
13	<i>Ephedra americana</i>	NT	LC	-
14	<i>Ephedra rupestris</i>	CR	LC	-
15	<i>Myrosmodes gymnandra</i>	-	-	Apendice II
16	<i>Polylepis rugulosa</i>	VU	VU	-

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.

6.1.6.2. ESPECIES ENDÉMICAS

En la zona de evaluación se identificaron 03 especies endémicas; como se muestra en el cuadro.

Cuadro 6.26. Listado de especies de flora categorizadas como endémicas en la temporada seca 2022.

Nro	Especie	Endemismo
1	<i>Proustia berberidifolia</i>	AR, AY, CA, HU, JU, LI, MO, TA
2	<i>Corryocactus brevistylus</i>	AR, AY
3	<i>Echinopsis pampana</i>	AR, MO

Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.6.3. ESPECIES POTENCIALES DE USO LOCAL

En la zona de monitoreo en la temporada seca se identificaron 4 especies de uso local. como se muestra en el cuadro siguiente:

Cuadro 6.27. Listado de especies de flora categorizadas por endémicas en el área de monitoreo temporada seca 2022.

N°	Especie	Nombre común	Uso Potencial
1	<i>Alchemilla diplophylla</i>	Pie de leon, planta de leon, Sillu sillu	Terapeutico
2	<i>Alchemilla pinnata</i>	Pie de leon, planta de leon, Sillu sillu	Terapeutico
3	<i>Ephedra rupestris</i>	Sanu sanu	Medicinal
4	<i>Ephedra americana</i>	Cola de Buey, Pino Pingo	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.

6.1.7. ANALISIS COMPARATIVO DE TIPO HISTÓRICO DEL MAP CAMPAÑA N°8 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

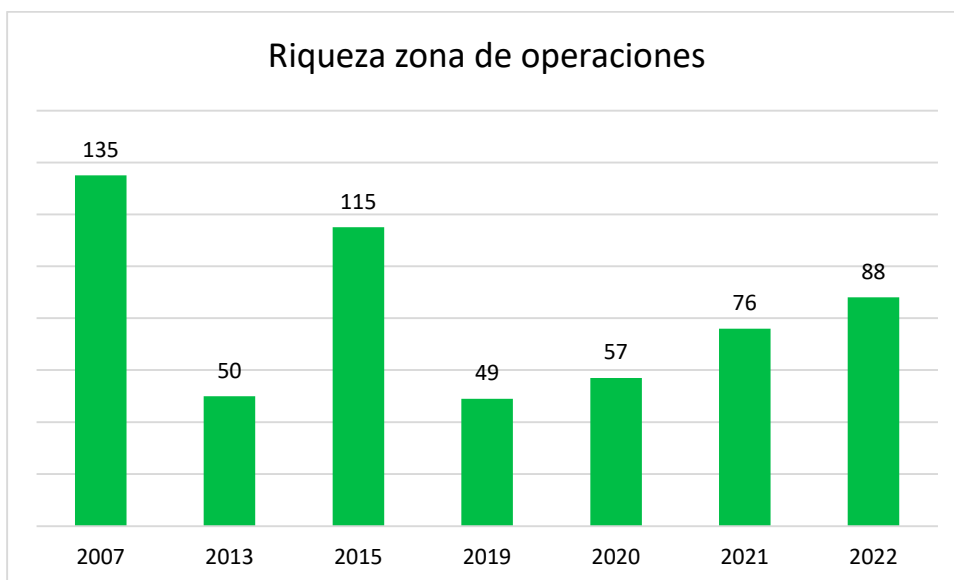
El análisis comparativo de indicadores o parámetros de flora en la Zona de Operaciones se focaliza en la riqueza de especies; los datos evaluados comprenden información referida a la Línea base ambiental y los monitoreos de la estación seca durante los años 2007, 2013, 2015 y 2019; asimismo, se incluyen los resultados del monitoreo del año 2020, 2021 y temporada seca del año 2022. En general se observa variabilidad respecto al número de especies para la zona, que tienen un rango de 49 hasta 132 taxones de flora; el valor más alto se obtuvo durante los estudios de la línea base biológica inicial, 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 seca. 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 76 especies en 2021 y 88 especies en el 2022 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.

Figura 109 Análisis comparativo de la riqueza florística en la zona de operaciones en la temporada seca 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

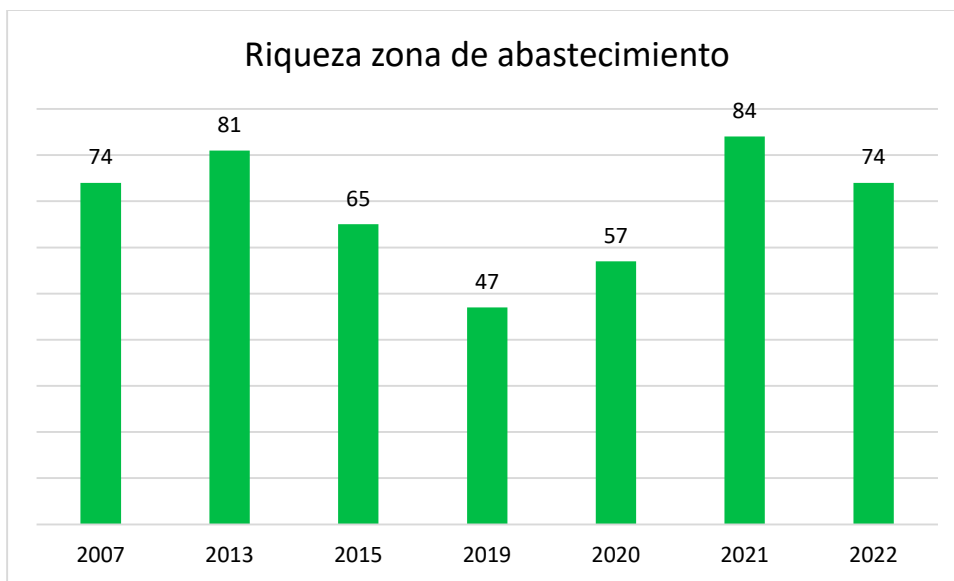
Zona de abastecimiento

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 seca. En general

se observa menor variabilidad respecto al número de especies para la zona, que tienen un rango de 47 hasta 84 especies; el valor más alto se obtuvo en el monitoreo del 2021, 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 84 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; además de la variación en las condiciones climáticas y el esfuerzo desarrollado en campo por los especialistas.

Figura 110 Análisis comparativo de la riqueza florística en la zona de abastecimiento en la temporada seca 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2. FAUNA

6.2.1. AVIFAUNA

6.2.1.1. ANÁLISIS TOTAL EN EL ÁREA DEL PROYECTO

6.2.1.1.1. ESFUERZO DE MUESTREO

En el área de estudio se evaluaron un total de 180 puntos de conteo distribuidos en las 18 estaciones de monitoreo, 14 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 una (01) estación no fue evaluada (O15PC8). Asimismo, se incremento el esfuerzo de muestreo.

Cuadro 6.28. Esfuerzo de muestreo realizado en el área del proyecto en temporada húmeda 2022

Cobertura vegetal	Puntos de conteo (PC)
Matorral arbustivo	90
Bosque relicto altoandino	10
Pajonal andino	80
Total	180

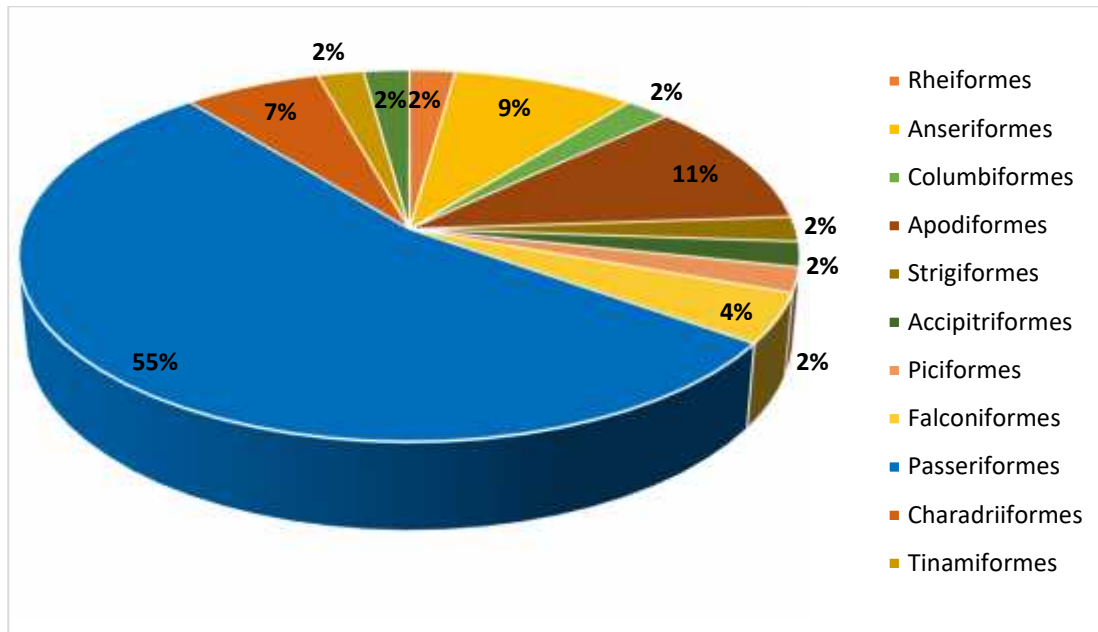
Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.1.1.2. 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 SECA-2022, se registró un total de 46 especies distribuidas en 12 órdenes y 21 familias en toda el área del proyecto. El orden de mayor riqueza fue Passeriformes con 25 especies (56 % de riqueza total), seguido de los órdenes Apodiformes con cinco (5) especies (11 %), el orden Anseriformes con cuatro (4) especies (9 %) y Charadriiformes y Falconiformes con tres (3) y dos (2) especies (5 % respectivamente), mientras los órdenes Rheiformes, Columbiformes, Strigiformes, Piciformes, Tinamiformes, Psittaciformes y Accipitriformes registraron una (1) especie 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 111 Composición total de aves por orden taxonómico en temporada seca 2022.

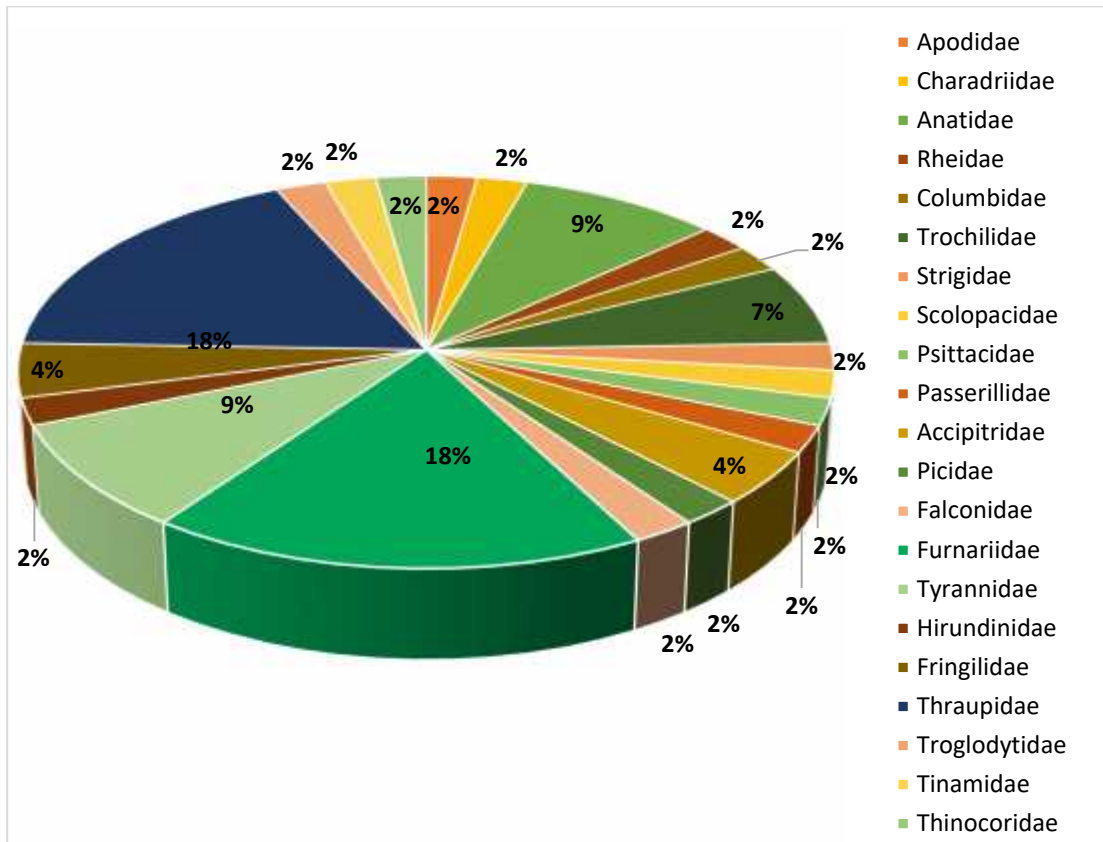


Elaboración: ASILORZA, 2022.

Asimismo, es importante señalar que se registraron dos (2) especies mediante el método cualitativo registros oportunitas, *Rhea pennata* “Ñandu petizo (Suri)” (Rheiformes: Rheidae), *Thinocorus orbignyianu* “Agachona de pecho gris” (Charadriiformes: Thinocoridae).

A nivel de familias taxonómicas, Thraupidae y Furnariidae presentaron la mayor riqueza con ocho (08) especies representando el 18 % del total de especies respectivamente, seguido de Anatidae y Tyrannidae con cuatro (04) especies que corresponden al 9 % respectivamente, le sigue la familia Trochilidae con tres (03) especies que equivale al 7 % de la riqueza total respectivamente, en tanto las familias Accipitridae y Fringilidae registraron dos (02) especies cada una (4 % respectivamente) y finalmente que las 14 familias restantes registraron una (1) especie cada una representando el 2 % respectivamente. 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 112 Composición total de aves por familia taxonómica en temporada seca 2022

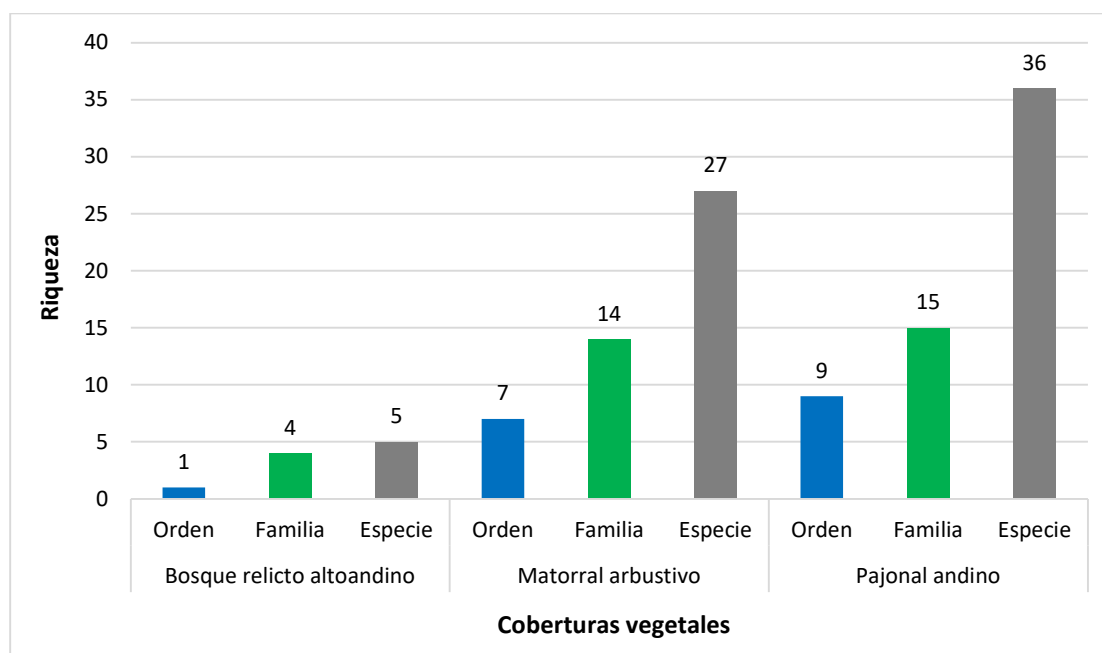


Elaboración: ASILORZA, 2022.

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 36 especies distribuidas en 15 familias y nueve (09) órdenes, seguido del Matorral arbustivo con 27 especies distribuidas en 14 familias y siete (07) órdenes y el Bosque relicto altoandino con cinco (05) especies pertenecientes a cuatro (04) familias y un (01) orden taxonómico.

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 113 Número de especies, familias y órdenes por cobertura vegetal en temporada seca 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.1.1.3. ABUNDANCIA

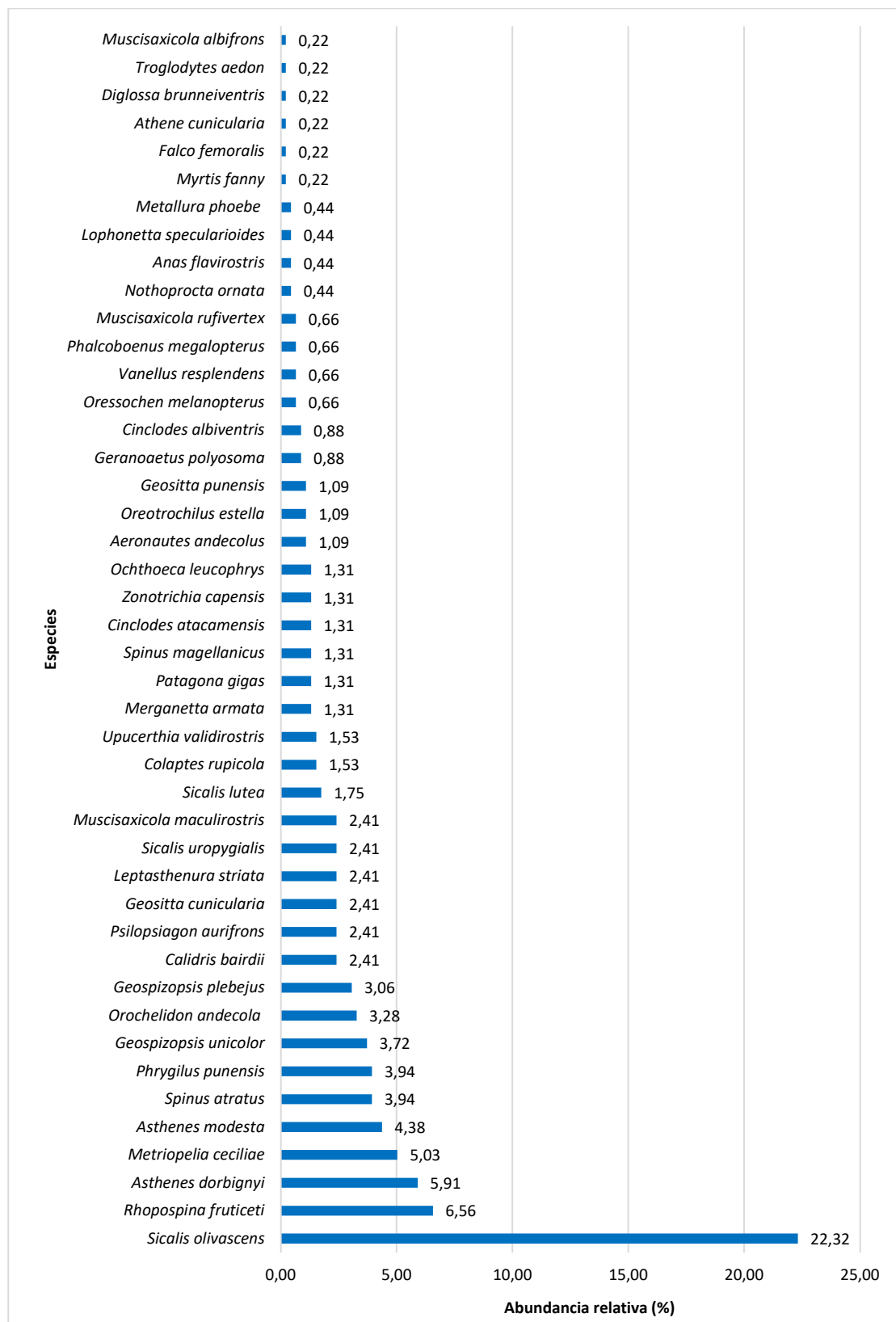
Para el análisis de abundancia se empleó la información obtenida del método cuantitativo, conteo de puntos realizado en cada estación de monitoreo.

En toda el área del proyecto se registraron 457 individuos. Las especies más abundantes fueron el “Chirigue verdoso” *Sicalis olivascens* con 102 individuos (22.32 %), seguido del “Fringilo de pecho negro” *Rhopospina fruticeti* con 30 individuos (6.56 %), en menor proporción se encontraron las demás especies con registros que van desde un (1) individuo (0.22 %) hasta los 27 individuos (5.91 %).

El “Chirigue verdoso” *Sicalis olivascens* es común y ampliamente distribuido en los Andes en elevaciones que oscilan entre los 1 650 – 4 200 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).

El “Fringilo de pecho negro” *Rhopospina fruticeti* es común y está muy extendido en la vertiente occidental de los Andes en elevaciones que oscilan entre 1 000 - 4 000 m. Su hábitat incluye matorrales secos, y regiones cultivadas con árboles y arbustos (Bird Life International, 2012).

Figura 114 Abundancia relativa de aves en el área del proyecto en temporada seca 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.1.1.4. DIVERSIDAD

En cuanto al análisis de diversidad para la Temporada seca 2022 en toda el área del proyecto, esta presentó una diversidad alta ($H' = 3.18$ bits/ind.; $1-D = 0.93$ probits/ind). Dicha característica prevaleció para la cobertura vegetal Pajonal andino, con una diversidad media para el Matorral arbustivo, y para la cobertura Bosque Relicto altoandino, debido a la menor riqueza de especies y abundancia obtenida para dicha cobertura vegetal (6 especies; 2 individuos).

En general para la Temporada seca 2022, las coberturas vegetales obtuvieron valores de diversidad medios los cuales oscilaron entre 1.71 bits/ind (Bosque relicto altoandino) y 3.19 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 26 se presentan los índices de diversidad para cada cobertura vegetal evaluada durante la Temporada seca 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 6.29. Riqueza, abundancia y diversidad de aves por cobertura vegetal en el área del proyecto en temporada seca 2022

Coberturas vegetales	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon-Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice de Pielou (J')
Bosque relicto altoandino	6	12	1.71	0.81	0.95
Matorral arbustivo	27	181	2.71	0.89	0.82
Pajonal andino	36	264	3.19	0.94	0.89
TOTAL	44	457	3.18	0.93	0.84

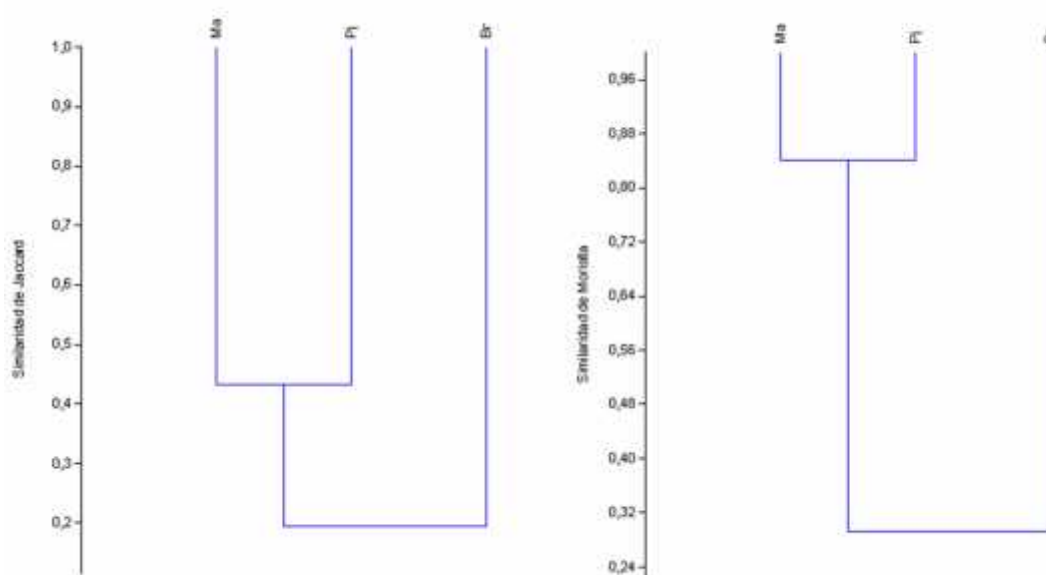
Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.1.1.5. SIMILITUD DE JACCARD Y MORISITA

Para el índice de Jaccard, durante la Temporada seca-2022, se presentó una similitud del 43 % entre las coberturas Matorral arbustivo (M_a) y Pajonal andino (P_j), debido a que comparten 19 especies, mientras que la cobertura del Bosque Relicto Altoandino (Br_{-al}) presentó una similitud del 20 % en cuanto a su composición con respecto a las dos (2) coberturas presentes en el proyecto, comparten seis (06) especies.

Utilizando el índice de Morisita, en Temporada seca-2022 para las abundancias de las especies, se observa una similitud del 86 % entre las coberturas vegetales Matorral arbustivo y Pajonal andino dado que comparten como dominante a la especie: "Chirigue verdoso" *Sicalis olivascens*. Finalmente, la cobertura Bosque Relicto Altoandino presenta una similitud del 30 % con el agrupamiento Matorral arbustivo-Pajonal andino, indicando que las especies registradas en esta cobertura tienen una abundancia particular de sus especies.

Figura 115 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.

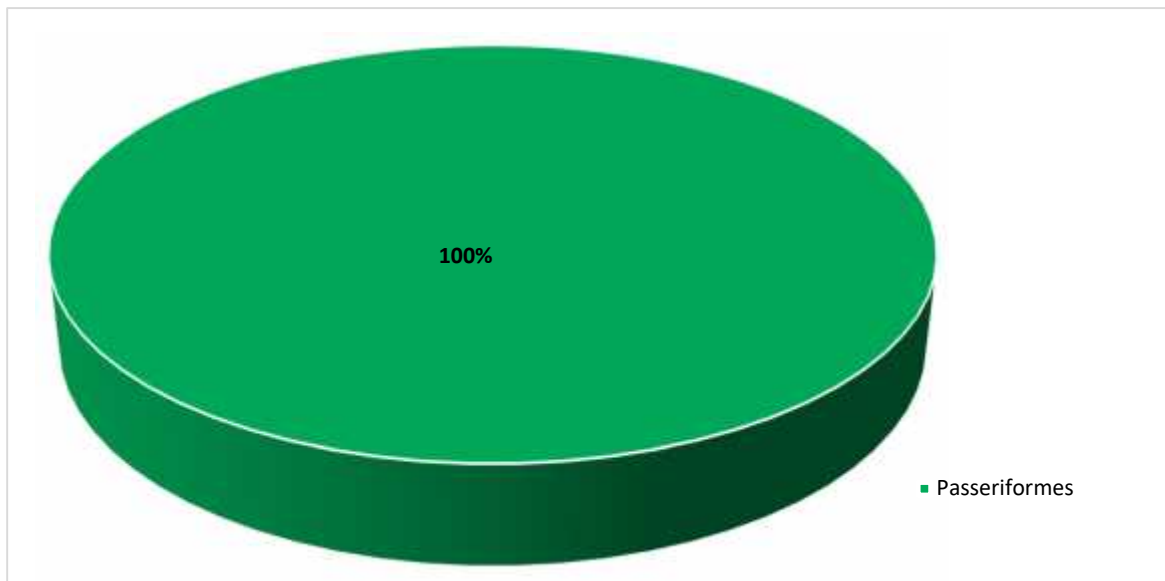
6.2.1.2. ANÁLISIS POR COBERTURA VEGETAL

6.2.1.2.1. BOSQUE RELICTO ALTOANDINO

6.2.1.2.1.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

La estación de monitoreo que pertenece a este tipo de cobertura es O31. Durante el monitoreo de Temporada sec-2022 se registraron seis (06) especies distribuidas en un (1) orden y cuatro (4) familias. El orden Passeriformes presentó cuatro (04) familias taxonómicas.

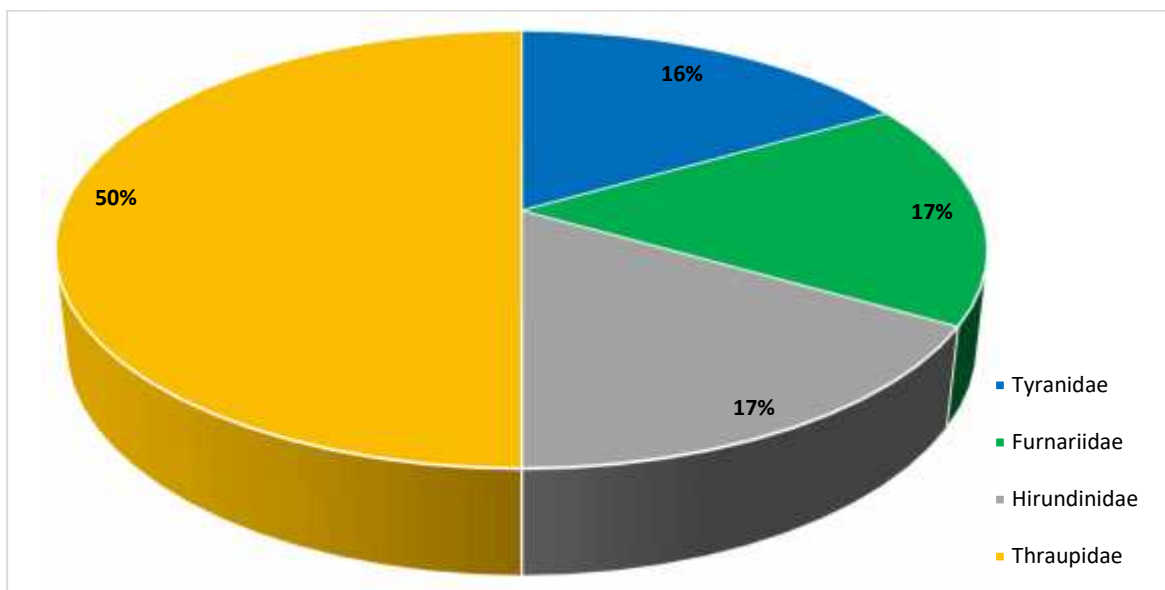
Figura 116 Composición de especies de aves por orden taxonómico en la cobertura de Bosque relicto altoandino en temporada seca 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

A nivel de familias, Thraupidae presentaron la mayor riqueza con tres (03) especies que corresponde al 50 % de riqueza, seguido de Tyraniidae, Furnariidae y Hirundinidae quienes registraron una (1) especie que equivale al 17 % de riqueza.

Figura 117 Composición de especies de aves por familia taxonómica en la cobertura de Bosque relicto altoandino en temporada seca 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Cuadro 6.30. Listado de especies de aves en la cobertura de Bosque relicto altoandino en temporada seca 2022

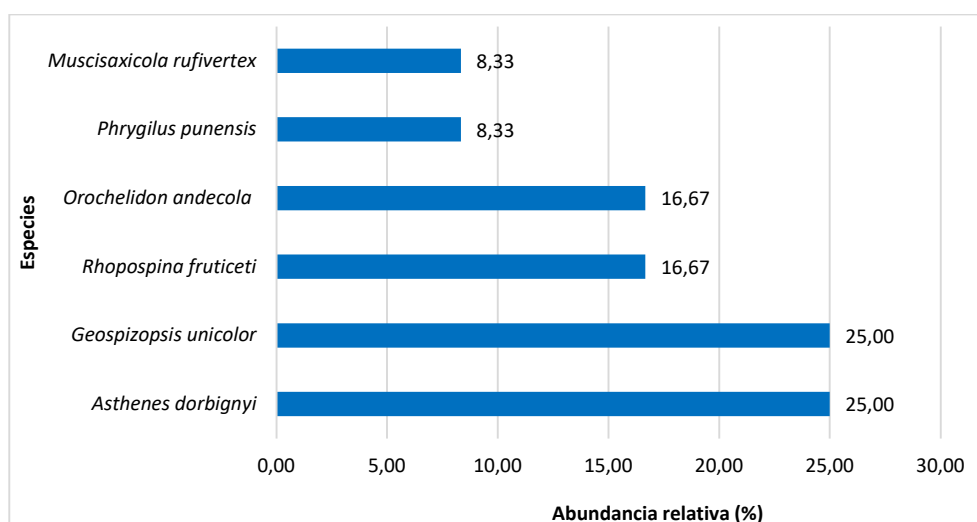
N°	Orden	Familia	Especie	Nombre común
1	Passeriformes	Furnariidae	<i>Asthenes dorbignyi</i>	Canastero de Pecho Cremoso
2	Passeriformes	Hirundinidae	<i>Orochelidon andecola</i>	Golondrina andina
3	Passeriformes	Thraupidae	<i>Geospizopsis unicolor</i>	Fringilo plumizo
4	Passeriformes	Thraupidae	<i>Phrygilus punensis</i>	Fringilo Peruano
5	Passeriformes	Thraupidae	<i>Rhopospina fruticeti</i>	Fringilo de pecho negro
6	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Muscisaxicola rufivertex</i>	Dormilona de Nuca Rojiza

Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.1.2.1.2. ABUNDANCIA

Para el Bosque relicto altoandino se registró un total de 12 individuos. La especie más abundante de esta cobertura vegetal fue el “Canastero pecho cremoso” *Asthenes dorbignyi* y “Fringilo plumizo” *Geospizopsis unicolor* con tres (03) individuos (25 %) cada uno, seguido de la “Golondrina andina” *Orochelidon andecola* y “Fringilo de pecho negro” *Rhopospina fruticeti* con dos (02) individuos (16.67 % respectivamente), y “Fringilo peruano” *Phrygilus punensis* y “Dormilona nuca rojiza” *Muscisaxicola rufivertex* el 8.33 % de abundancia relativa.

Figura 118 Abundancia relativa de aves en la cobertura de Bosque relicto altoandino en temporada seca 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.1.2.1.3. 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 1.71 bits/ind y un índice de Simpson de 0.81 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 0.95, lo que significa que las abundancias de las especies registradas en esta cobertura estuvieron distribuidas de manera uniforme entre las especies registradas.

Cuadro 6.31. Riqueza, abundancia y diversidad de aves en la cobertura de Bosque relicto altoandino en temporada seca 2022

Estación de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon-Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice de Pielou (J')
O31	6	12	1.71	0.81	0.95

Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.1.2.1.4. SIMILITUD DE JACCARD Y MORISITA

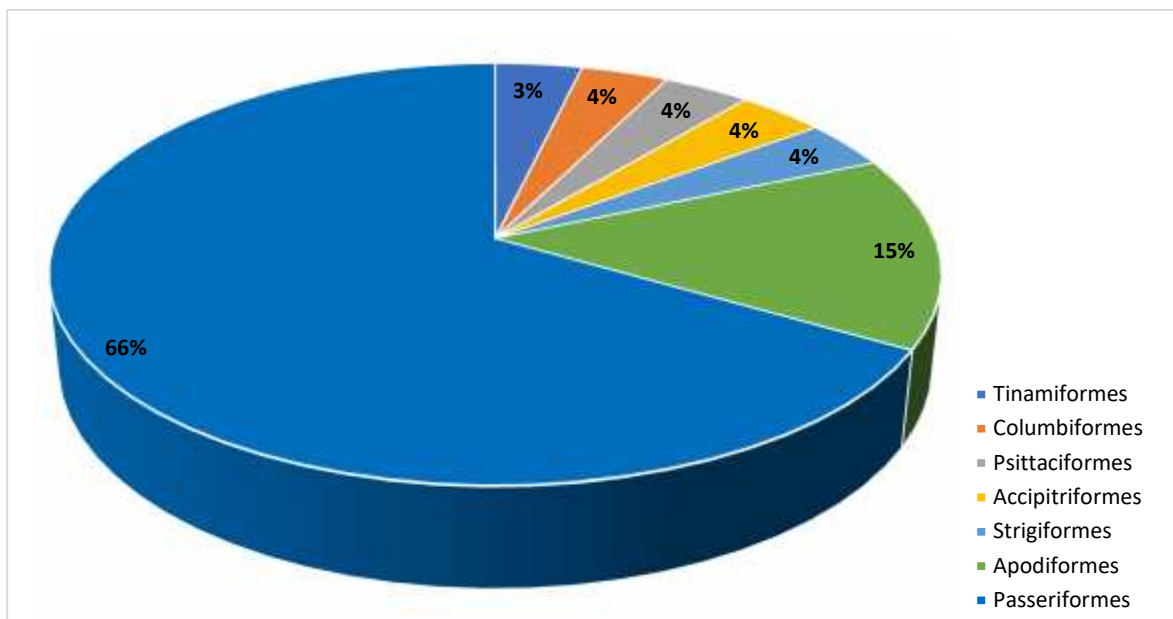
No se realizaron los análisis de similitud debido a que la formación de Bosque de Polylepis presentó solo una estación de monitoreo.

6.2.1.2.2. MATORRAL ARBUSTIVO

6.2.1.2.2.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

Un total de 10 estaciones de monitoreo pertenecen a la cobertura vegetal Matorral arbustivo, donde se registraron un total de 27 especies distribuidas en siete (07) órdenes y 14 familias. El orden más representativo fue Passeriformes con 18 especies (66 % de riqueza), seguido del orden Apodiformes con cuatro especies (15 % de riqueza) y, Columbiformes, Cathartiformes, Accipitriformes y Falconiformes con una (1) especie (4%).

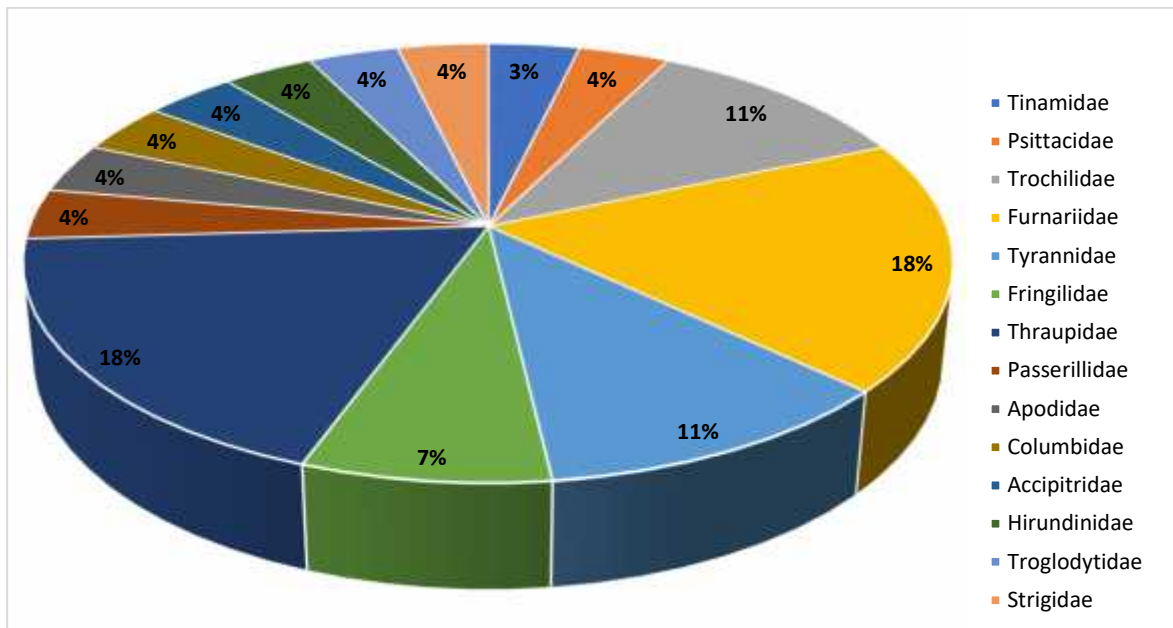
Figura 119 Composición de especies de aves por orden taxonómico en la cobertura de Matorral arbustivo en temporada seca 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

A nivel de familias, Furnariidae y Thraupidae presentaron la mayor riqueza con cinco (05) especies cada uno (18 % de riqueza respectivamente), seguido de la familia Tyrannidae y Trochilidae con tres (03) especies cada uno (11 %), le sigue Fringilidae con dos (02) especies (7%), en tanto las familias Tinamidae, Psittacidae, Troglodytidae, Apodidae, Hirundinidae, Accipitridae, Passerillidae, Strigidae y Columbidae presentaron una (01) especie respectivamente (4 %).

Figura 120 Composición de especies de aves por familia taxonómica en la cobertura de Matorral arbustivo en temporada seca 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Entre las especies del orden Passeriformes destacan en esta cobertura “Pitajo de ceja blanca” *Ochthoeca leucophrys* de la familia Tyrannidae, “Jilguero negro” *Spinus atratus* y “Cucarachero” *Troglodytes aedon* de la familia Troglodytidae. Otras especies que se registraron en esta cobertura vegetal fueron la “Estrellita de Collar Púrpura” *Myrtis fanny* y “Estrella andina” *Oreotrochilus estella* (Familia Trochilidae), “Vencejo andino” *Aeronautes andecolus* (Familia Apodidae), “Lechuza de arenas” *Athene cunicularia* (Familia Strigidae), el “Perdiz cordillerana” *Nothoprocta ornata* (Familia Tinamidae). Todas constituyen ocho (08) especies registradas sólo en la cobertura vegetal Matorral arbustivo.

En cuanto a la riqueza por estaciones de monitoreo, T6-OP y O6 registraron la mayor riqueza con 13 y 12 especies respectivamente, seguido por O9, O8 y O32 con ocho (08) y siete (07) especies, le siguen M-52 y O33 con cinco (05) y cuatro (04) especies respectivamente, O10, OCONTROL y O34 con tres (03) especies cada uno.

Cuadro 6.32. Listado de especies de aves en la cobertura de Matorral arbustivo en temporada seca 2022

N°	Orden	Familia	Especie	O9	O10	O32	O33	O6	CONTROL 03	M-52	O34	O8	T 6
1	Tinamiformes	Tinamidae	<i>Nothoprocta ornata</i>							X		X	
2	Apodiformes	Apodidae	<i>Aeronautes andecolus</i>				X						X
3	Apodiformes	Trochilidae	<i>Myrtis fanny</i>			X							
4	Apodiformes	Trochilidae	<i>Oreotrochilus estella</i>	X		X	X	X		X			
5	Apodiformes	Trochilidae	<i>Patagona gigas</i>							X			
6	Columbiformes	Columbidae	<i>Metriopelia ceciliae</i>									X	X
7	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Geranoaetus polyosoma</i>										X
8	Strigiformes	Strigidae	<i>Athene cunicularia</i>					X					
9	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Psilopsiagon aurifrons</i>	X									
10	Passeriformes	Fringillidae	<i>Spinus atratus</i>					X					
11	Passeriformes	Fringillidae	<i>Spinus magellanicus</i>										X
12	Passeriformes	Furnariidae	<i>Asthenes dorbignyi</i>	X				X	X		X		X
13	Passeriformes	Furnariidae	<i>Asthenes modesta</i>	X	X	X		X	X	X			X
14	Passeriformes	Furnariidae	<i>Cinclodes albiventris</i>									X	
15	Passeriformes	Furnariidae	<i>Leptasthenura striata</i>			X		X					X
16	Passeriformes	Furnariidae	<i>Upucerthia validirostris</i>	X			1						
17	Passeriformes	Hirundinidae	<i>Orochelidon andecola</i>				X	X					
18	Passeriformes	Passerellidae	<i>Zonotrichia capensis</i>	X	X								
19	Passeriformes	Thraupidae	<i>Geospizopsis plebejus</i>	X				X					X
20	Passeriformes	Thraupidae	<i>Geospizopsis unicolor</i>	X				X			X		X
21	Passeriformes	Thraupidae	<i>Phrygilus punensis</i>			X		X			X	X	X

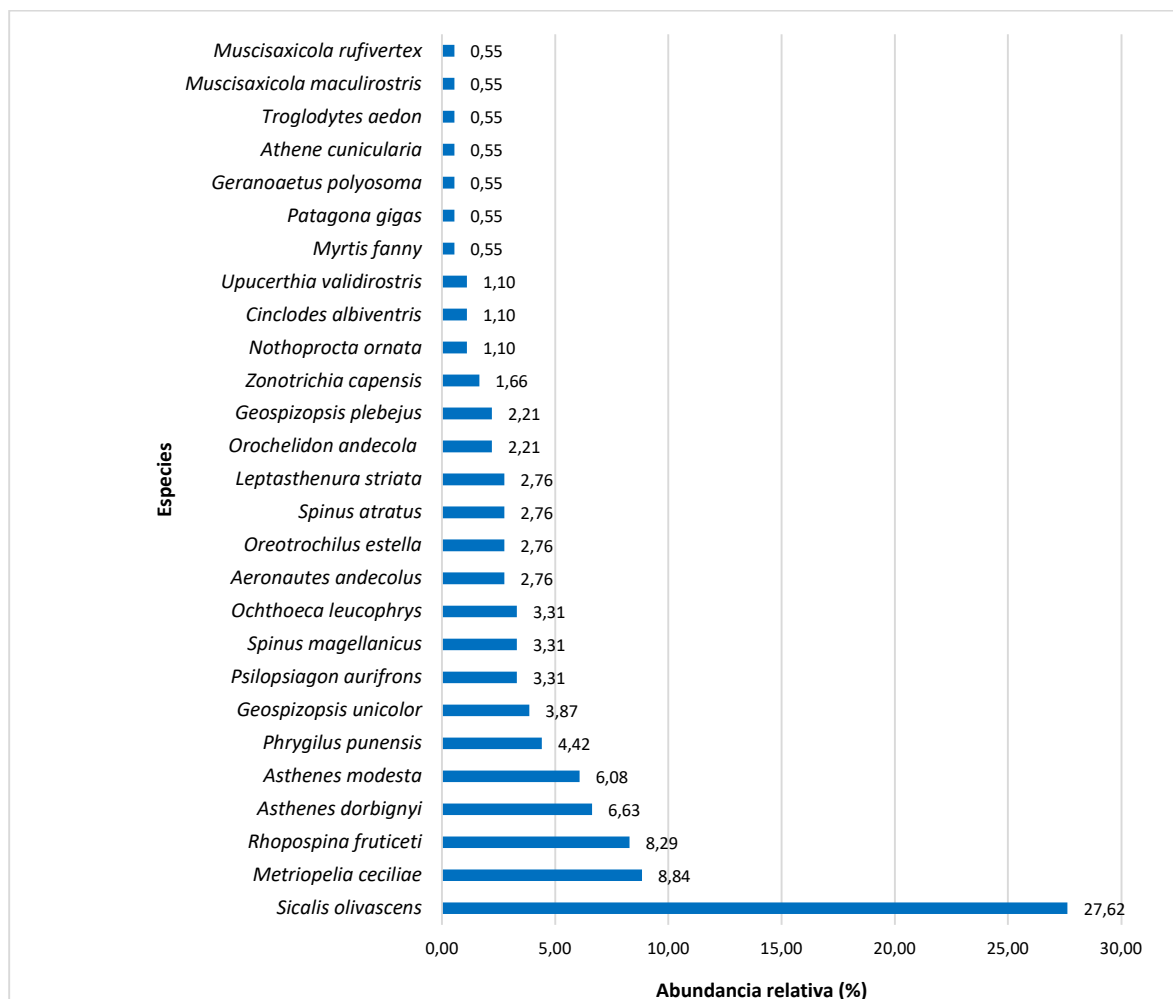
N°	Orden	Familia	Especie	O9	O10	O32	O33	O6	CONTROL 03	M-52	O34	O8	T 6
22	Passeriformes	Thraupidae	<i>Rhopospina fruticeti</i>		X			X				X	X
23	Passeriformes	Thraupidae	<i>Sicalis olivascens</i>			X			X				X
24	Passeriformes	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>					X					
25	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Muscisaxicola maculirostris</i>									X	
26	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Muscisaxicola rufivertex</i>							X			
27	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Ochthoeca leucophrys</i>			X						X	X

Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.1.2.2. ABUNDANCIA

La cobertura Matorral arbustivo estuvo compuesta por 10 estaciones de monitoreo, registrándose un total de 181 individuos, siendo las especies más abundantes *Sicalis olivascens* “Chirigue verdoso” con 50 individuos (27.62 %), “Tortolita moteada” *Metropelia ceciliae*, y “Fringilo de pecho negro” *Rhopospina fruticeti* con 16 individuos (8.84 %). Las demás especies avistadas registran abundancias menores a 15 individuos.

Figura 121 Abundancia relativa de aves en la cobertura de Matorral arbustivo en temporada seca 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Es importante precisar que las especies con mayor abundancia relativa pertenecen 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.

6.2.1.2.2.3. 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 0.74 bits/ind (O32) hasta 2.30 bits/ind (T 6), este último punto representó la mayor diversidad obtenida en esta cobertura. El índice de Simpson fluctuó entre 0.30 probits/individuo para O32 y 0.87 probits/individuo (O6 y T 62). Respecto al índice de Pielou (J'), las estaciones M-52 obtuvo un valor 0.97, 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 6.33. Riqueza, abundancia y diversidad de aves en la cobertura de Matorral arbustivo en temporada seca 2022

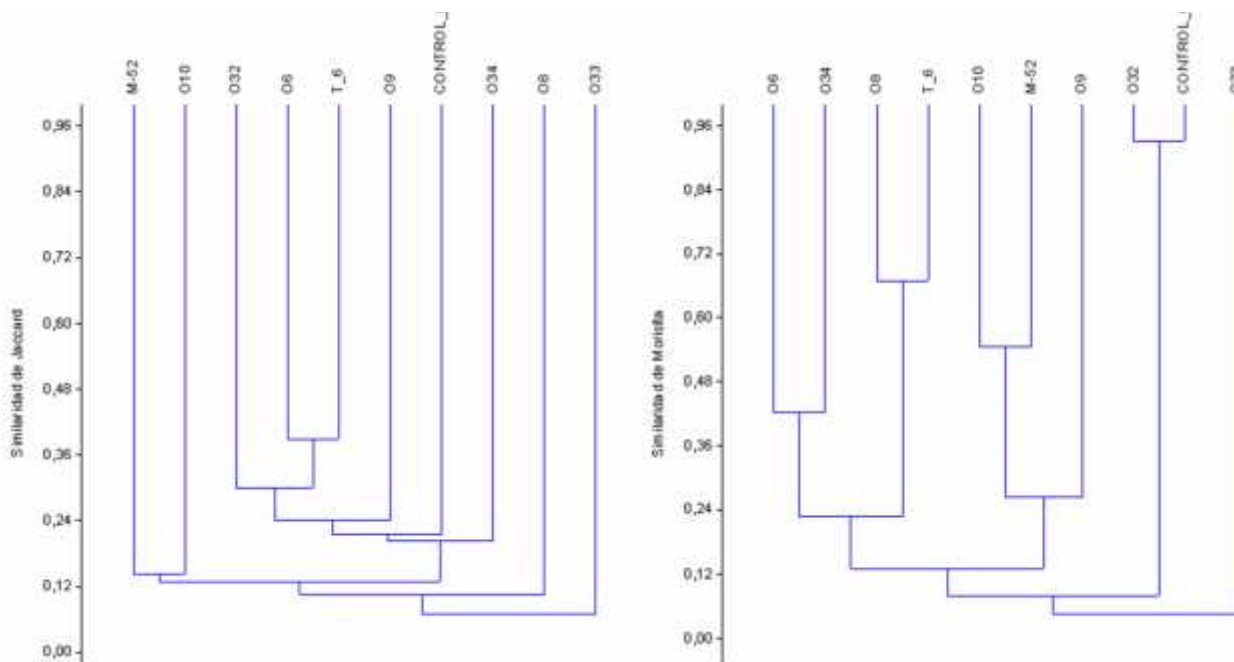
Puntos de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon-Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice de Pielou (J')
O9	8	16	1.84	0.80	0.89
O10	3	6	1.01	0.61	0.92
O32	7	53	0.74	0.30	0.38
O33	4	7	1.28	0.69	0.92
O6	12	26	2.25	0.87	0.90
CONTROL_03	3	6	0.87	0.50	0.79
M-52	5	6	1.56	0.78	0.97
O34	3	6	1.01	0.61	0.92
O8	7	18	1.69	0.78	0.87
T 6	13	37	2.30	0.87	0.89

6.2.1.2.2.4. ELABORACIÓN: ASILORZA, 2022. SIMILITUD DE JACCARD Y MORISITA

Según el índice de Jaccard, se forma un agrupamiento entre las estaciones de monitoreo T 6 y O6 con una similitud del 40 % debido a que se encuentra relativamente cerca y además comparten siete (07) especies (3 furnaridos, y 4 traupidos), un segundo agrupamiento se forma entre los puntos mencionados con O32 con una similitud del 30 % esto debido a que tienen en común dos (02) especies. Los demás puntos forman agrupamientos con similitudes menores al 25 %.

Según el índice de Morisita, los puntos O32 y OCONTROL forman un agrupamiento con un 90 % de similitud debido a que comparten una (1) especie dominante, con abundancias relativamente similares como *Sicalis olivascens*. Después, le sigue el agrupamiento entre el grupo O8 y T 6 con una similitud del 70 %, los demás puntos presentaron similitudes menores al 60 %.

Figura 122 Dendrograma de similitud de Jaccard (izquierda) y Morisita (derecha) en la cobertura de Matorral arbustivo en temporada seca 2022



Leyenda: T6-OP = T6 zona de operaciones.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

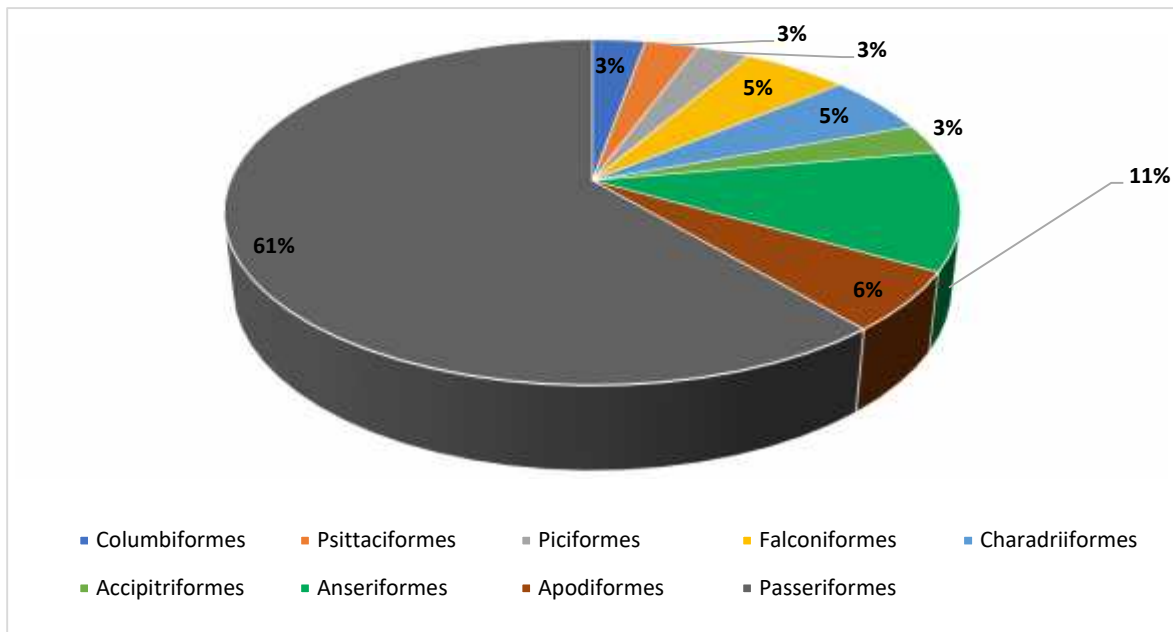
6.2.1.2.3. PAJONAL ANDINO

6.2.1.2.3.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

Par la cobertura vegetal Pajonal andino se registraron 36 especies distribuidas en 15 familias y nueve (09) órdenes, siendo el orden más dominante Passeriformes con 22 especies (61 % de riqueza), seguido del orden Anseriformes con cuatro (04) especies (11 %), en tanto el orden Falconiformes, Apodiformes y Charadriiformes registraron dos (02) especies (6 % respectivamente) y finalmente los demás registraron una (1) especie cada uno (2 % respectivamente).

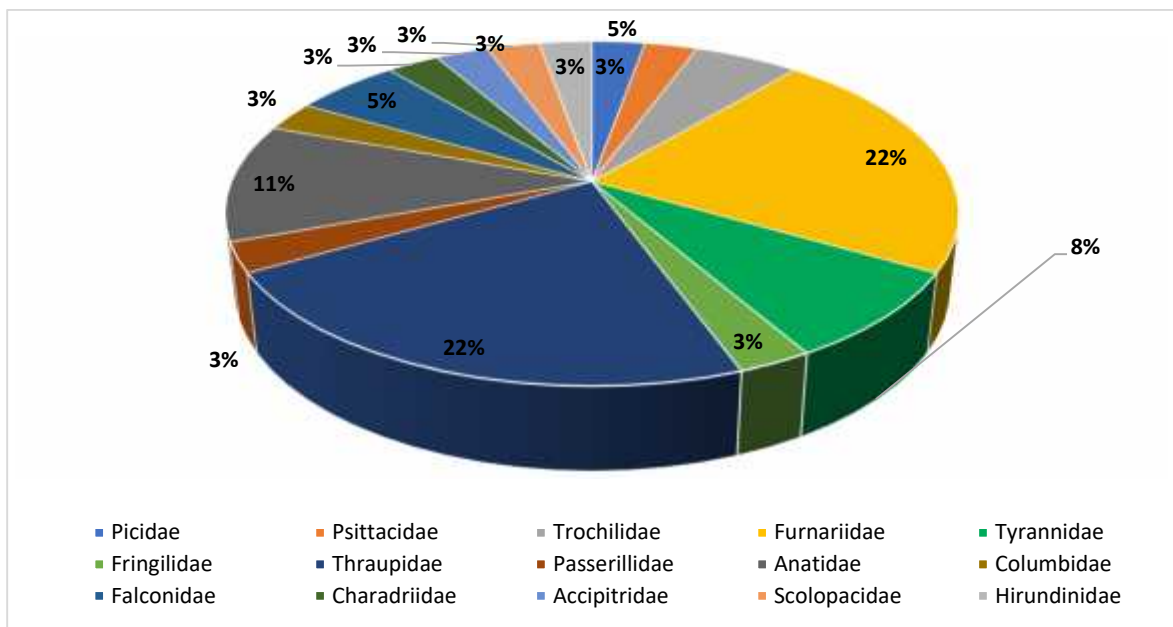
En cuanto a la riqueza por familias taxonómicas, Thraupidae y Furnariidae presentaron la mayor riqueza con ocho (08) especies (22 %) cada uno, seguido de Anatidae con cuatro (04) especies (11 %), le sigue la familia Tyrannidae con tres (03) especies (8 %), continúa las familias Trochilidae y Falconidae presentaron dos (2) especies cada uno (5 % respectivamente) y nueve (09) familias con una única especie que representa el 3 % de riqueza cada una.

Figura 123 Composición de especies de aves por orden taxonómico en la cobertura de Pajonal andino en temporada seca 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 124 Composición de especies de aves por familia taxonómica en la cobertura de Pajonal andino en temporada seca 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Para el Pajonal andino se registra la presencia de 17 especies, observadas sólo para este tipo de cobertura. De las cuales destacan las especies pertenecientes 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).

Otro orden registrado únicamente para esta cobertura vegetal fue Anseriformes 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*, “Pato de torrentes” *Merganetta armata* 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 “CChurrete de ala blanca” *Cinclodes atacamensis* (Passeriformes: Furnariidae).

En cuanto a la riqueza por estación de monitoreo, T-14 registró mayor riqueza con 16 especies respectivamente, seguido de los puntos T-15 registraron 14 especies, en tanto el puntos T-20 (zona de abastecimiento de agua) presentó 11 especies cada uno, y O15 y T16 registraron 10 especies. El orden Passeriformes fue registrado en todas las estaciones de monitoreo, con un mayor número de especies en T-14 con doce especies.

Cuadro 6.34. Listado de especies de aves en la cobertura de Pajonal andino en temporada seca 2022

N°	Orden	Familia	Especie	O15	O15PC1	T-14	T-15	T-16	T-20	T-6
1	Anseriformes	Anatidae	<i>Anas flavirostris</i>				X			
2	Anseriformes	Anatidae	<i>Lophonetta specularioides</i>				X			
3	Anseriformes	Anatidae	<i>Merganetta armata</i>			X				
4	Anseriformes	Anatidae	<i>Oressochen melanopterus</i>				X			
5	Apodiformes	Trochilidae	<i>Metallura phoebe</i>			X				
6	Apodiformes	Trochilidae	<i>Patagona gigas</i>			X				
7	Charadriiformes	Charadriidae	<i>Vanellus resplendens</i>							X
8	Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Calidris bairdii</i>					X		
9	Columbiformes	Columbidae	<i>Metriopelia ceciliae</i>						X	
10	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Geranoaetus polyosoma</i>				X		X	X
11	Falconiformes	Falconidae	<i>Falco femoralis</i>							X
12	Falconiformes	Falconidae	<i>Phalcoboenus megalopterus</i>						X	X
13	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Psilopsiagon aurifrons</i>			X	X			
14	Piciformes	Picidae	<i>Colaptes rupicola</i>				X		X	
15	Passeriformes	Fringillidae	<i>Spinus atratus</i>		X		X		X	
16	Passeriformes	Furnariidae	<i>Asthenes dorbignyi</i>	X	X	X			X	
17	Passeriformes	Furnariidae	<i>Asthenes modesta</i>	X	X	X		X	X	
18	Passeriformes	Furnariidae	<i>Cinclodes albiventris</i>				X			
19	Passeriformes	Furnariidae	<i>Cinclodes atacamensis</i>			X			X	
20	Passeriformes	Furnariidae	<i>Geositta cunicularia</i>		X		X	X		X
21	Passeriformes	Furnariidae	<i>Geositta punensis</i>					X		X
22	Passeriformes	Furnariidae	<i>Leptasthenura striata</i>	X	X	X				
23	Passeriformes	Furnariidae	<i>Upucerthia validirostris</i>	X	X	X				X
24	Passeriformes	Hirundinidae	<i>Orochelidon andecola</i>			X	X			
25	Passeriformes	Passerellidae	<i>Zonotrichia capensis</i>			X			X	

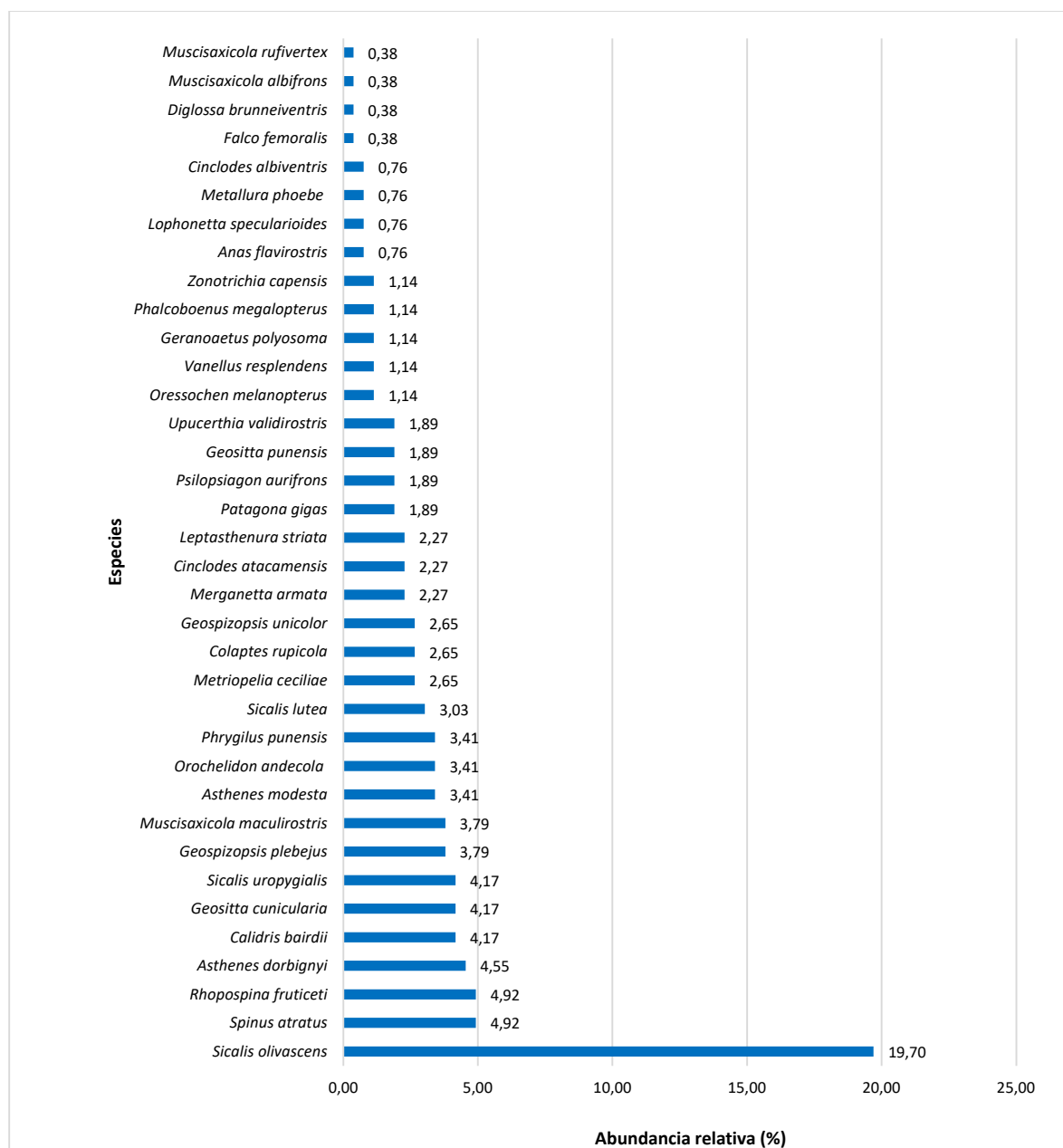
N°	Orden	Familia	Especie	O15	O15PC1	T-14	T-15	T-16	T-20	T-6
26	Passeriformes	Thraupidae	<i>Diglossa brunneiventris</i>			X				
27	Passeriformes	Thraupidae	<i>Geospizopsis plebejus</i>		X	X	X		X	X
28	Passeriformes	Thraupidae	<i>Geospizopsis unicolor</i>	X			X			X
29	Passeriformes	Thraupidae	<i>Phrygilus punensis</i>	X		X				
30	Passeriformes	Thraupidae	<i>Rhopospina fruticeti</i>	X		X				
31	Passeriformes	Thraupidae	<i>Sicalis lutea</i>						X	
32	Passeriformes	Thraupidae	<i>Sicalis olivascens</i>	X	X					
33	Passeriformes	Thraupidae	<i>Sicalis uropygialis</i>			X				X
34	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Muscisaxicola albifrons</i>				X			
35	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Muscisaxicola maculirostris</i>	X			X			
36	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Muscisaxicola rufivertex</i>	X						

Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.1.2.3.2. ABUNDANCIA

La cobertura vegetal de Pajonal andino estuvo conformada por siete (7) estaciones de monitoreo, donde se registraron en total 264 individuos distribuidos en 36 especies, siendo la más abundante el *Sicalis olivascens* “Chirigüe verdoso”) con 52 individuos (19.70 %), seguido del “Jiljero negro” *Spinus atratus* y “Fringilo de pecho negro” *Rhopospina fruticeti* con 13 individuos (4.92 % abundancia relativa), le sigue la especie *Asthenes dorbignyi* “Canastero pecho cremoso” con 12 individuos (5.63 %) cada uno, finalmente las demás especies registradas presentaron abundancias que oscilan entre 12 individuos a un (1) individuo.

Figura 125 Abundancia relativa de aves en la cobertura de Pajonal andino en temporada seca 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.1.2.3.3. DIVERSIDAD

En cuanto a la diversidad, la cobertura de Pajonal andino presenta valores de diversidad medios y bajos. El índice de Shannon-Wiener obtuvo los valores más altos para las estaciones T-15, T-14 (2.36 y 2.57 bits/ind respectivamente). El índice de Simpson fluctuó entre 0.43 probits/individuo para O15PC1 y 0.91 bits/individuo en T-14. 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 0.93 (T-14), 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 6.35. Riqueza, abundancia y diversidad de aves en la cobertura de Pajonal andino en temporada seca 2022

Estaciones de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon-Wiener (H')	Índice de Simpsn (1-D)	Índice de Pielou (J')
O15	10	26	2.15	0.87	0.93
O15PC1	8	67	1.04	0.43	0.50
T-14	16	51	2.57	0.91	0.93
T-15	14	41	2.36	0.88	0.90
T-16	4	22	1.12	0.63	0.81
T-20	11	35	2.14	0.86	0.89
T-6	10	22	2.00	0.81	0.87

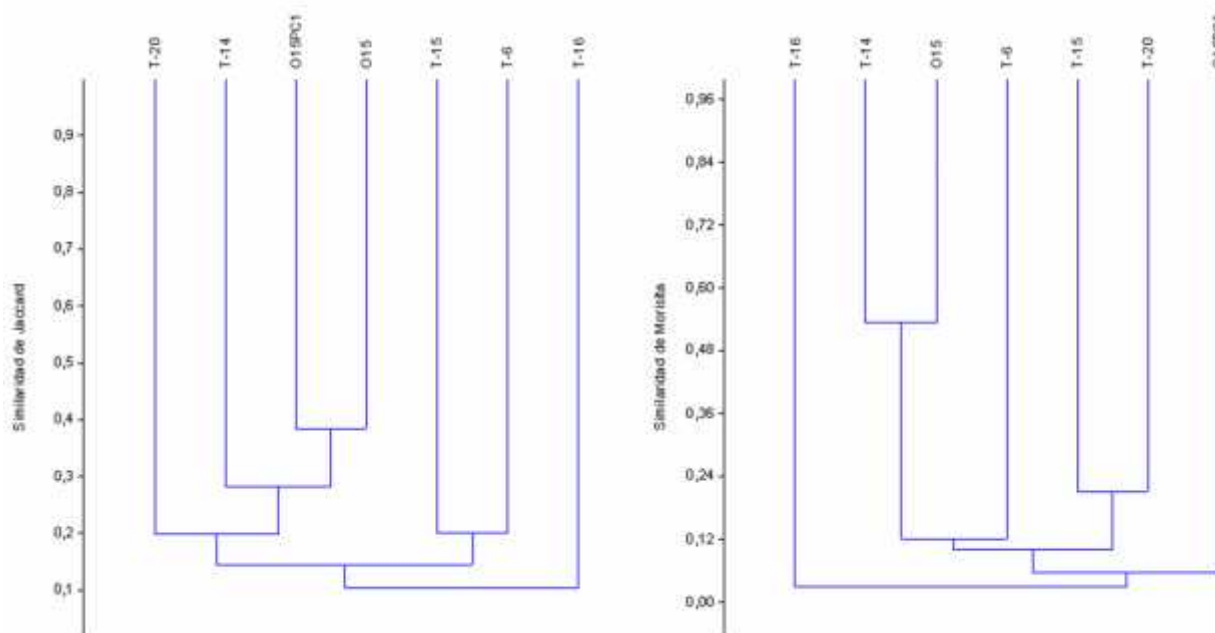
Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.1.2.3.4. SIMILARIDAD DE JACCARD Y MORISITA

Según el índice de Jaccard, se forma un agrupamiento entre las estaciones de monitoreo O15 y O15PC1 con una similitud del 40 % debido a que comparten cinco (05) especies, seguido del agrupamiento de las estaciones de monitoreo mencionadas con T-14 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 T14 y O15 con una similitud del 55 % y el segundo agrupamiento compuesto por los puntos T15 y T20 con una similitud del 24 %.

Figura 126 Dendrograma de similitud de Jaccard (izquierda) y Morisita (derecha) en la cobertura de Pajonal andino en temporada seca 2022.



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

Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.1.3. ANÁLISIS POR ZONA DEL PROYECTO

6.2.1.3.1. 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 seis (06) especies y 12 individuos. Los valores de diversidad indican que esta cobertura presenta una diversidad media a baja ($H' = 1.71$ 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 27 especies registradas. Para cada una de las cinco estaciones de monitoreo que la conforman el Matorral arbustivo se identificaron 17 especies (O6:12 spp; O9:8 spp; O10:3 spp O32: 7 spp, y O33: 4 especies) y 163 individuos (O6:26; O9:16; O10:6, O32: 53, y O33: 4 individuos). Para cada una de las dos (2) estaciones de monitoreo que la conforman el monte ribereño se identificaron 13 especies (O8:7 spp; T6:13 especies) y 38 individuos (O8:18; T6:37 individuos). De manera general, esta cobertura presentó una diversidad casi alta cuyo valor del índice de Shannon-Wiener fue 2.75 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 alta, por tener un valor mayor al $H' = 3.15$ bits/ind, sin embargo, ligeramente mayor a la zona de abastecimiento.

Cuadro 6.36. Riqueza, abundancia y diversidad de especies en la zona de operaciones en temporada seca 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	6	12	1.71	0.81	0.95
Bosque relicto altoandino			6	12	1.71	0.81	0.95
Matorral arbustivo	Cardonal	M52	5	6	1.56	0.78	0.97
Matorral arbustivo	Cardonal	O34	3	6	1.01	0.61	0.92

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	Cardonal	OCONTROL	3	6	0.87	0.50	0.79
Matorral arbustivo	Matorral arbustivo	O10	3	6	1.01	0.61	0.92
Matorral arbustivo	Matorral arbustivo	O6	12	26	2.25	0.87	0.90
Matorral arbustivo	Matorral arbustivo	O9	8	16	1.84	0.80	0.89
Matorral arbustivo	Matorral arbustivo	O32	7	53	0.74	0.30	0.38
Matorral arbustivo	Matorral arbustivo	O33	4	7	1.28	0.69	0.92
Matorral arbustivo	Monte Ribereño	O8	7	18	1.69	0.78	0.87
Matorral arbustivo	Monte Ribereño	T6	13	37	2.30	0.87	0.89
Matorral arbustivo			27	181	2.75	0.90	0.84
Pajonal andino	Bosque de Polylepis	O15	10	26	2.15	0.87	0.93
Pajonal andino	Pajonal - Matorral arbustivo	O15PC1	8	67	1.04	0.43	0.50
Pajonal andino	Pajonal - Matorral arbustivo	T14	16	51	2.57	0.91	0.93
Pajonal andino			18	144	2.88	0.78	0.86
Zona de Operación			33	337	3.15	0.93	0.89

Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.1.3.2. 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 3.06 bits/ind, por lo que la diversidad de la zona fue **alta**. 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 6.37. Riqueza, abundancia y diversidad de especies en la zona de abastecimiento en temporada seca 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	14	41	2.36	0.88	0.90
Pajonal andino	Pajonal andino	T-16	4	22	1.12	0.63	0.81
Pajonal andino	Pajonal andino	T-20	11	35	2.14	0.86	0.89
Pajonal andino	Pajonal andino	T-6	10	22	2.00	0.81	0.87
Total Zona de Abastecimiento			27	120	3.06	0.95	0.93

Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.1.4. ANÁLISIS POR FORMACIÓN VEGETAL

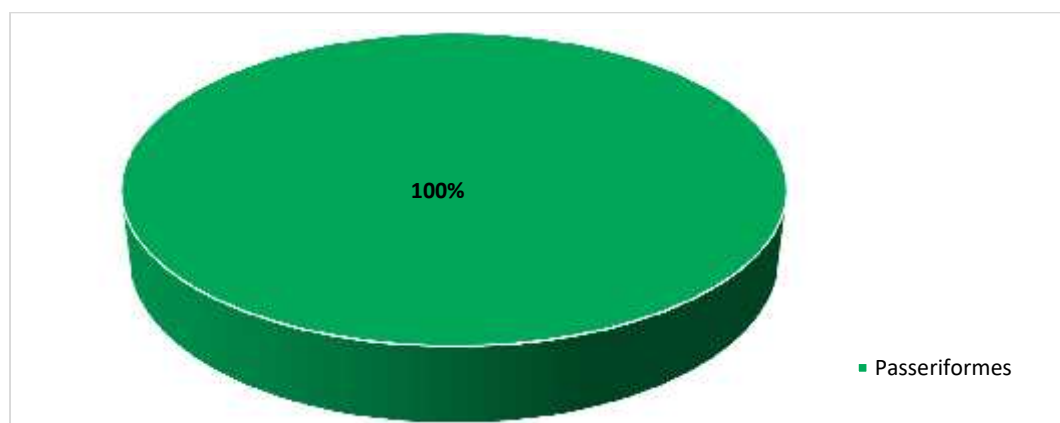
I. ZONA DE OPERACIONES

6.2.1.4.1. BOSQUE DE POLYLEPIS

6.2.1.4.1.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

Para la formación vegetal Bosque de Polylepis se evaluó una (1) estación de monitoreo durante la Temporada seca 2022 (O15), en esta formación se registraron 10 especies distribuidas en tres (03) familias del orden taxonómico Passeriformes. 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. Como prueba de ello tenemos la presencia de especies insectívoras y granívoras registradas.

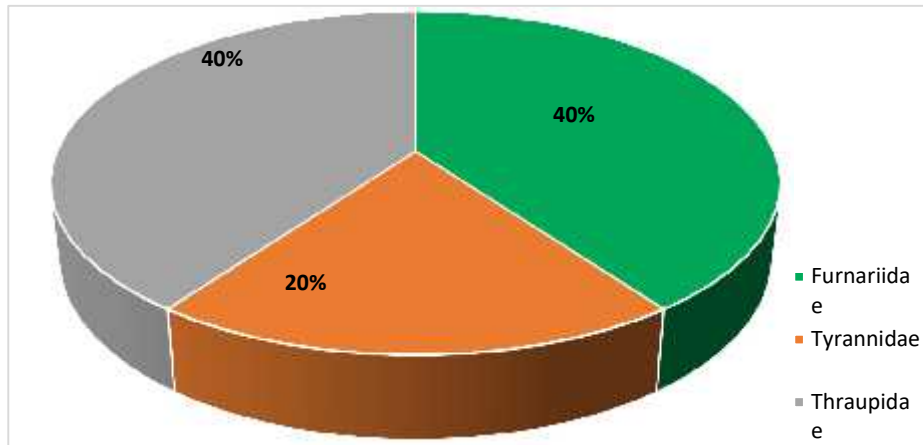
Figura 127 Composición de especies de aves por orden taxonómico en la formación de Bosque de Polylepis en temporada seca 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Para el caso de las familias registradas, Thraupidae y Furnariidae fueron las de mayor número de especies, con cuatro (04) especies (40 %) cada una, seguido de las familias Tyrannidae con dos (02) especies (20 % respectivamente).

Figura 128 Composición de especies de aves por familia taxonómica en la formación de Bosque de Polylepis en temporada seca 2022

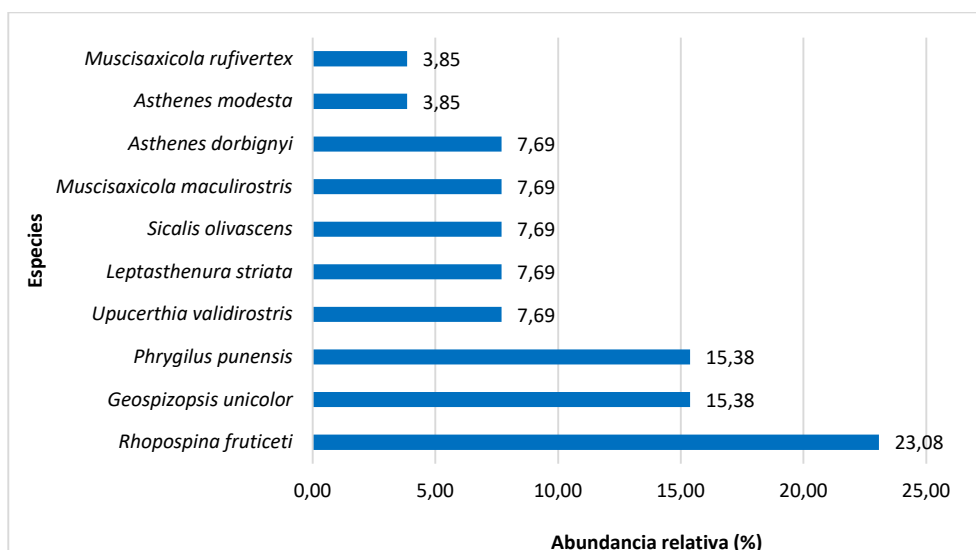


Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.1.4.1.2. ABUNDANCIA

Esta formación compuesta únicamente por la estación O15, registró en total 26 individuos. La especie más abundante fue el “Fringilo de pecho negro” *Rhopospina fruticeti* con seis (06) individuos (23.08 %), seguido de “Fringilo peruano” *Phrygilus punensis* y “Fringilo plumizo” *Geospizopsis unicolor* con cuatro (04) individuos cada uno (15.38 % respectivamente), finalmente las demás especies registradas presentaron dos (2) y un (1) individuo cada una 7.69 y 3.85 %).

Figura 129 Abundancia relativa de aves en la formación de Bosque de Polylepis en temporada seca 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.1.4.1.3. DIVERSIDAD

Para analizar la diversidad de las especies de aves registradas en el Bosque de Polylepsis 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 resultados obtenidos en las formaciones vegetales se presentan en el Cuadro 35. Los valores de diversidad obtenidos indican que dicha formación presenta una diversidad media y una distribución casi homogénea del número de individuos en las especies registradas, con $H'=2.15$ bits/ind, $1-D=0.87$ probits/ind y $J'=0.93$.

Cuadro 6.38. Riqueza, abundancia y diversidad de aves en la formación de Bosque de Polylepsis en temporada seca 2022

Estación de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon-Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice de Pielou (J')
O15	10	26	2.15	0.87	0.93

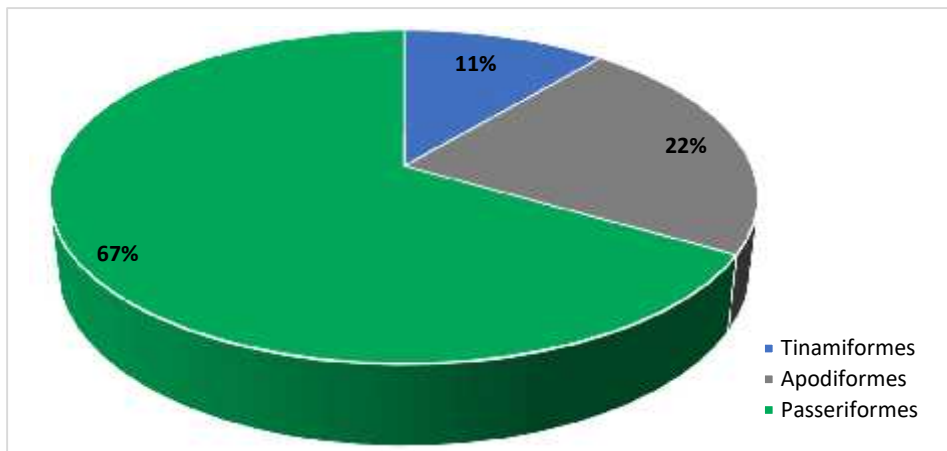
Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.1.4.2. CARDONAL-PISO DE CACTÁCEAS COLUMNARES

6.2.1.4.2.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

Para formación vegetal Cardonal - Piso de Cactáceas columnares se evaluaron un total de tres (3) estaciones de monitoreo durante la Temporada seca. En esta formación vegetal se registró un total de nueve (09) especies, cinco (05) familias y tres (03) órdenes. El orden dominante fue los Passeriformes con seis (06) especies (67 % del total registrado), seguido del orden Apodiformes que registró dos (02) especies.

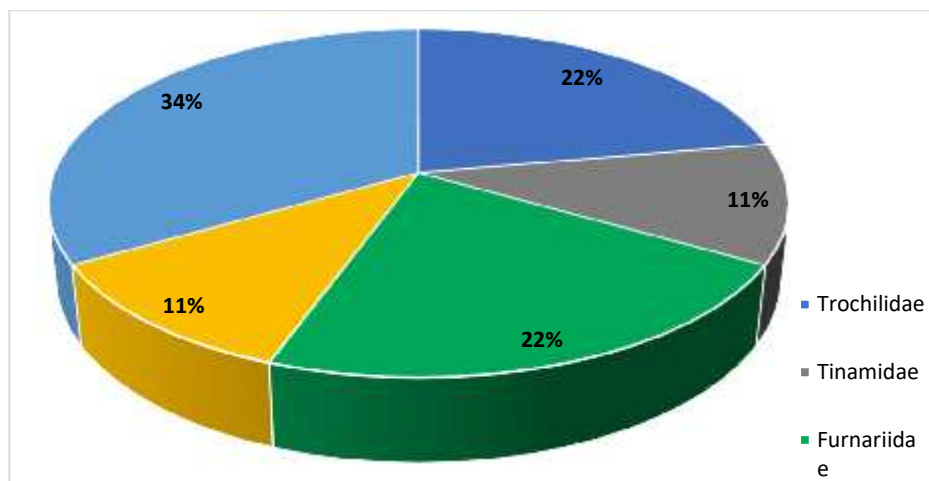
Figura 130 Composición de especies de aves por orden taxonómico en la formación Cardonal – Piso de Cactáceas columnares en temporada seca 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

En cuanto a las cinco (05) familias registradas, Thraupidae fue la de mayor número de especies, con tres (03) especies (34 %), seguido de Furnariidae y Trochilidae con dos (02) especies (22 %), y las demás familias registraron una (01) sola especie cada una (11 % respectivamente).

Figura 131 Composición de especies de aves por familia taxonómica en la formación Cardonal – Piso de Cactáceas columnares en temporada seca 2022



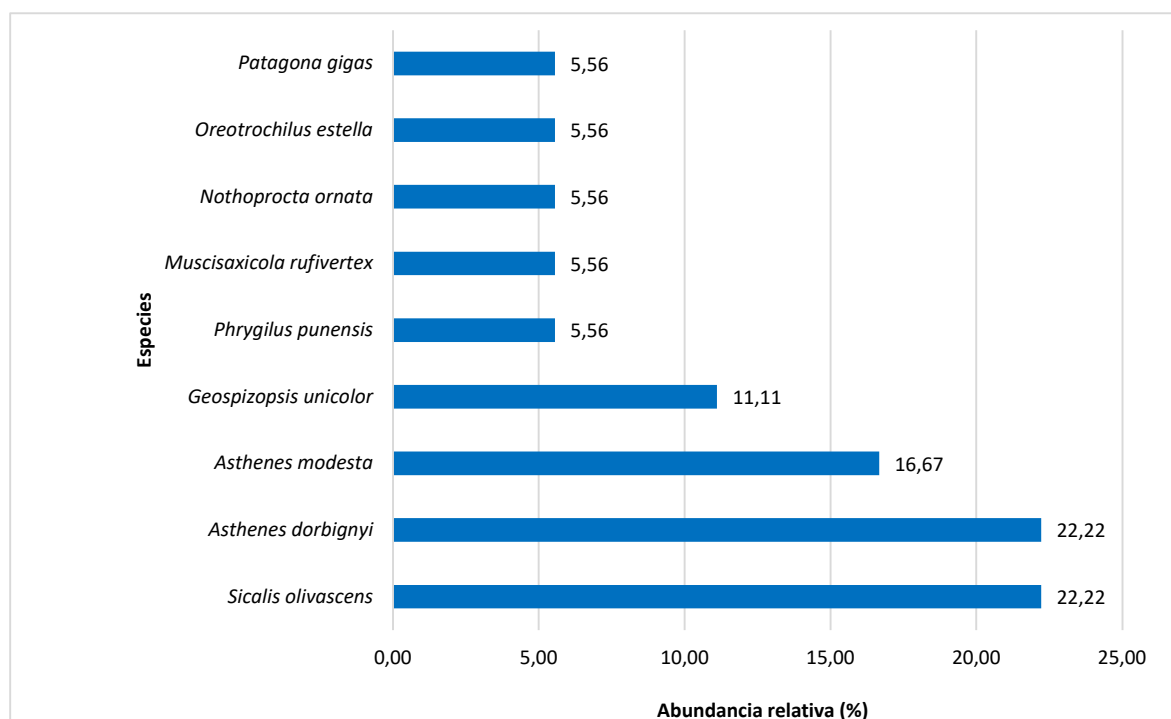
Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.1.4.2.2. ABUNDANCIA

Esta formación compuesta por los puntos M52, O34 y OCONTROL, registró en total 18 individuos. La especie más abundante fue *Asthenes dorbignyi* “Canastero de pecho cremoso” y *Sicalis olivascens* “Chirigue verdoso” con cuatro (04) individuos (22.22 % de abundancia relativa), seguido del “Canastero cordillerano” *Asthenes modesta* con tres (03) individuos (16.67 % de abundancia

relativa), y en menor abundancia relativa se tiene las demás especies registradas presentaron abundancias que oscilan entre dos (02) individuos (11.11 %) a un (01) individuo (5.56 %).

Figura 132 Abundancia relativa de aves en la formación de Cardonal – Piso de Cactáceas columnares en temporada seca 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.1.4.2.3. 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 0.50 y 0.78 probits/ind. Y 0.70 a 0.97, que nos indican la predominancia de algunas especies y distribución casi homogénea de los individuos entre presentes en las estaciones de monitoreo.

Cuadro 6.39. 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')
CONTROL_03	3	6	0.87	0.50	0.79
M-52	5	6	1.56	0.78	0.97
O34	3	6	1.01	0.61	0.92

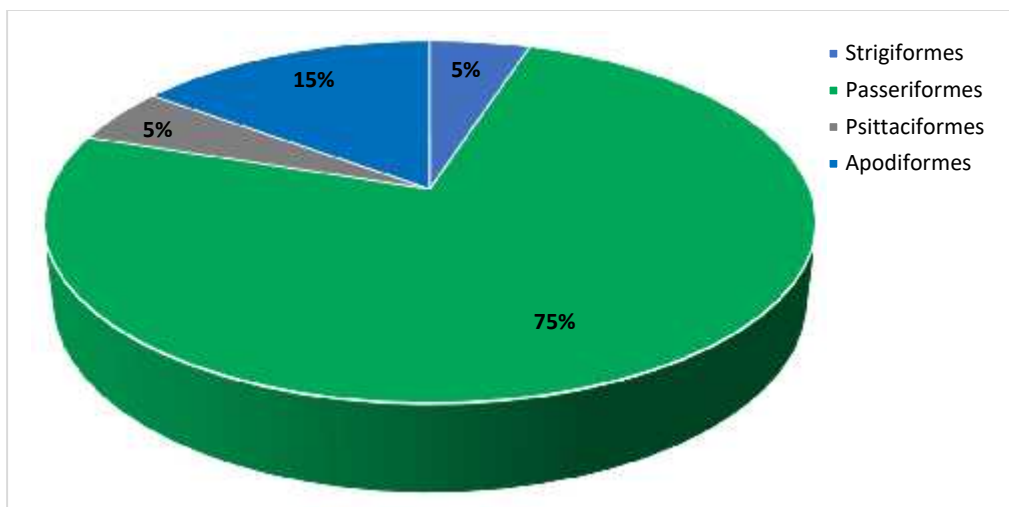
Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.1.4.3. MATORRAL ARBUSTIVO

6.2.1.4.3.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

Un total de seis (06) estaciones de monitoreo fueron evaluados durante la Temporada seca. Se registró un total de 20 especies, cuatro (04) órdenes y 11 familias. El orden dominante fueron los Passeriformes con 15 especies (75 % de riqueza), le sigue en menor proporción el orden Apodiformes con tres (03) especies (15 %), mientras que los órdenes Strigiformes y Psittaciformes, registraron una (1) especie cada uno que representa al 5 % respectivamente.

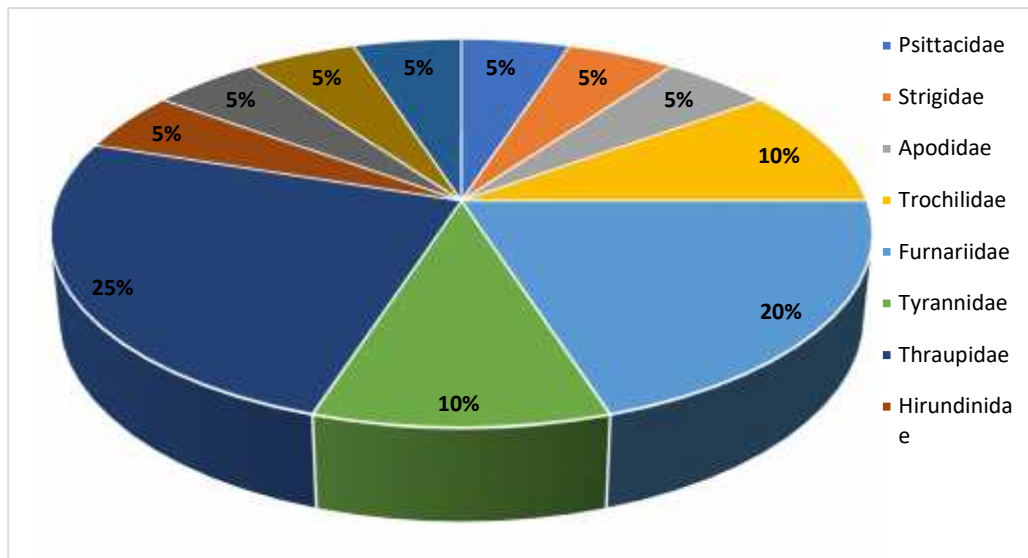
Figura 133 Composición de especies de aves por orden taxonómico en la formación de Matorral arbustivo en temporada seca 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

A nivel de familias registradas, Thraupidae con cinco (05) especies (25 %), le sigue la familia Furnariidae con cuatro (04) especies (20 %), mientras que las otras nueve (09) familias registradas presentaron dos (02) y una (1) sola especie cada una (10 y 5 % respectivamente).

Figura 134 Composición de especies de aves por familia taxonómica en la formación de Matorral arbustivo en temporada seca 2022

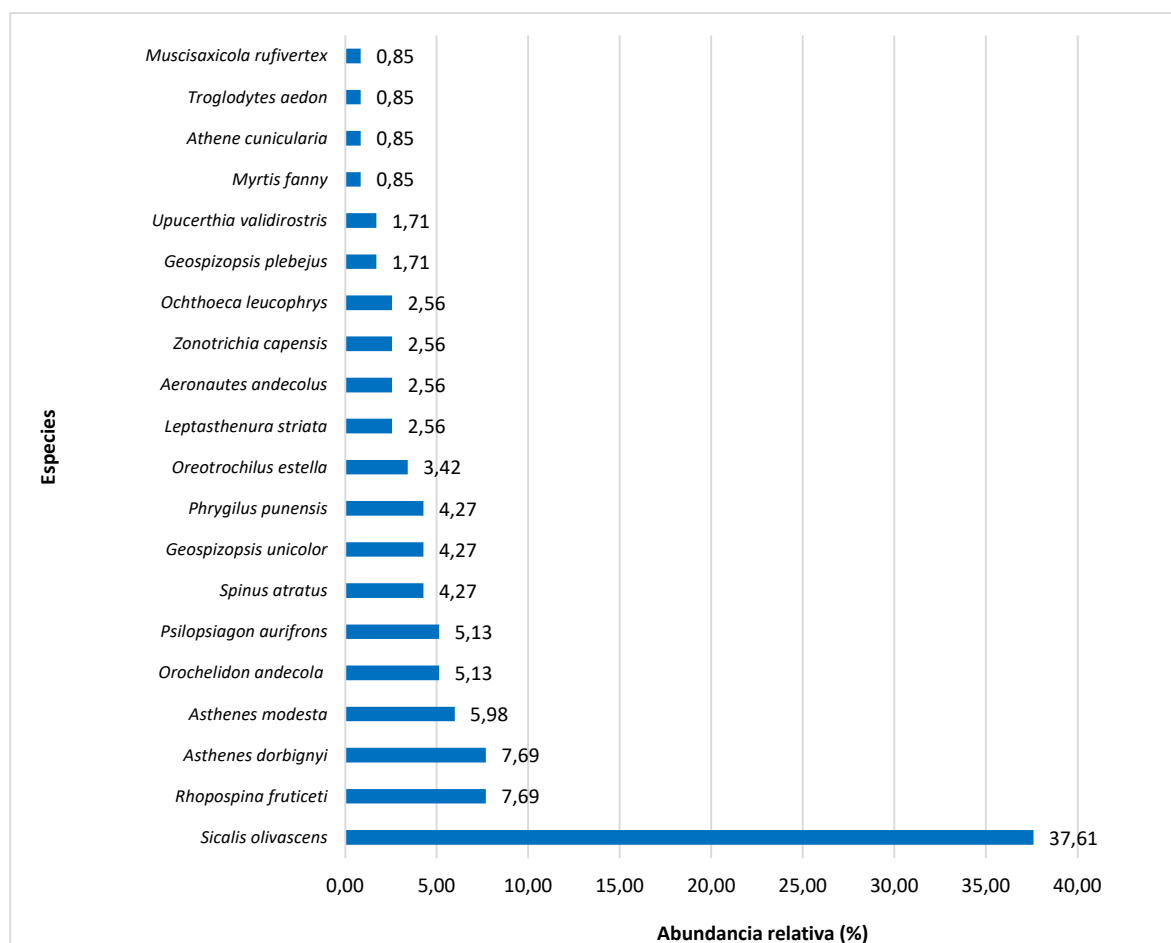


Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.1.4.3.2. ABUNDANCIA

Esta formación compuesta por un mayor número de estaciones de monitoreo (6 puntos en total), registró en total 117 individuos. La especie más abundante fue “Chirigue verdoso” *Sicalis olivascens* con 44 individuos (37.61 %), seguido del “Fringilo de pecho negro” *Rhopospina fruticeti* y *Asthenes dorbignyi* “Canastero de pecho cremoso” con nueve (09) individuos (7.69 %) cada uno, y *Asthenes modesta*, “Fringilo de Pecho Cenizo” con siete (07) individuos (5.98 %); finalmente las demás especies registradas presentaron abundancias que oscilan entre seis (06) individuos (5.13 %) a un (1) individuo (0.85 %).

Figura 135 Abundancia relativa de aves en la formación de Matorral arbustivo en temporada seca 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.1.4.3.3. DIVERSIDAD

En cuanto a la diversidad, la formación de Matorral arbustivo presentó valores de diversidad medios. El índice de Shannon-Wiener obtuvo valores entre 2.25 bits/individuo en O6 y 0.74 en O32 bits/individuo, este primer punto de monitoreo representa la mayor diversidad obtenida en esta formación. El índice de Simpson fluctuó entre 0.30 probits/individuo para O32 y 0.87 probits/individuo en O6.

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 0.92 (O10 y O33) y 0.38 (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 O32 que presenta el menor valor, por tanto, la dominancia de una o más especies.

Cuadro 6.40. Riqueza, abundancia y diversidad de aves en la formación de Matorral arbustivo en temporada seca 2022

Puntos de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon-Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice de Pielou (J')
O31	6	12	1.71	0.81	0.85
O10	3	6	1.01	0.61	0.92
O6	12	26	2.25	0.87	0.90
O9	8	16	1.84	0.80	0.89
O32	7	53	0.74	0.30	0.38
O33	4	7	1.28	0.69	0.92

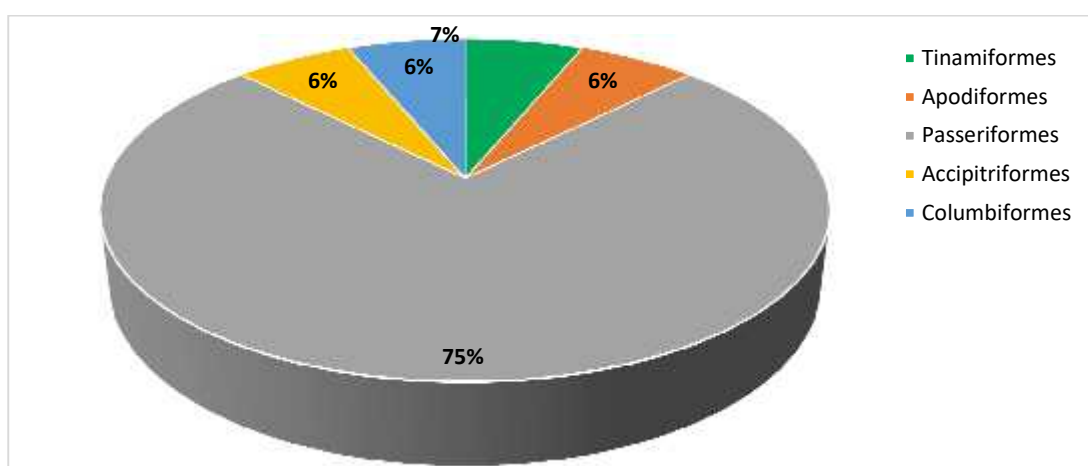
Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.1.4.4. MONTE RIBEREÑO

6.2.1.4.4.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

Para la evaluación del monte ribereño se evaluaron dos (02) estaciones de monitoreo durante la Temporada seca. En esta formación se registraron un total de 16 especies, cinco (05) órdenes y ocho (08) familias. El orden de mayor riqueza fue Passeriformes con 12 especies (75 % del total registrado), seguido del orden Accipitriformes, Columbiformes, Apodiformes y Tinamiformes que registró solo una (1) especie (6 %).

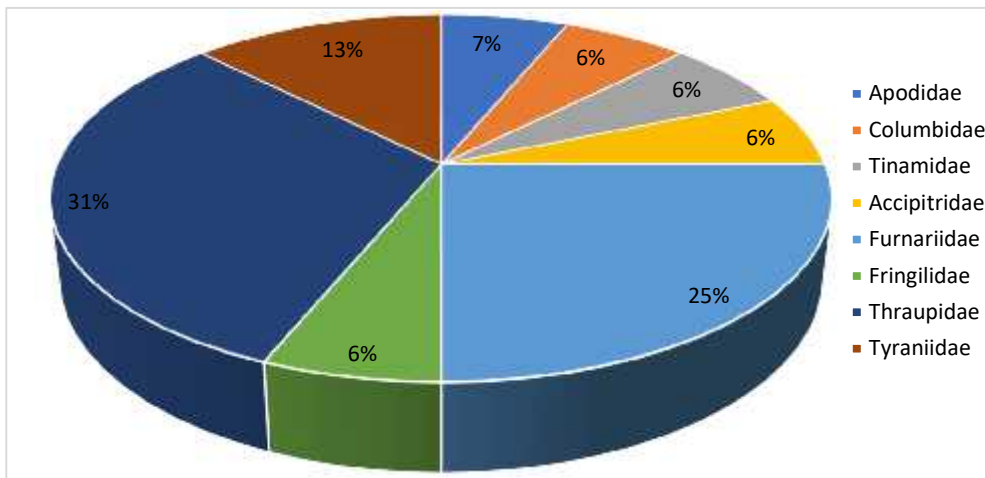
Figura 136 Composición de especies de aves por orden taxonómico en la formación de Monte ribereño en temporada seca 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

En cuanto a la riqueza por familias, Thraupidae presentó cinco (05) especies (31 %), seguido de Furnariidae con cuatro (04) especies (25 %) y Tyrannidae con dos (02) especies, finalmente las demás presentaron un especie (6 %) cada una.

Figura 137 Composición de especies de aves por familia taxonómica en la formación de Monte ribereño en temporada seca 2022

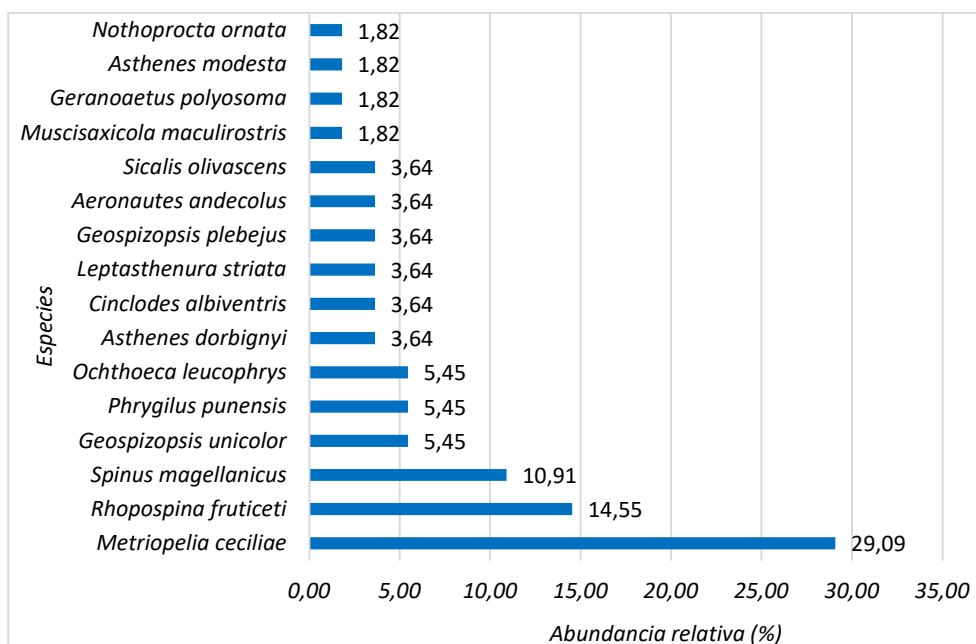


Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.1.4.4.2. ABUNDANCIA

Esta formación compuesta por las estaciones de monitoreo O8 y T6 (zona de operaciones), registró en total 55 individuos. La especie más abundante fue el “Tortolita moteada” *Metropelia ceciliae* con 16 individuos (29.09 % abundancia relativa), seguido de la “Fringilo de pecho negro” *Rhopospina fruticeti* con ocho (08) individuos (14.55 %), “Jilguero Encapuchado” *Spinus magellanicus* con seis individuos (10.91 %), finalmente las demás especies registradas presentaron abundancias que oscilan entre tres (3) individuos (5.45 %) a un (1) individuo (1.82 %).

Figura 138 Abundancia relativa de aves en la formación de Bosque ribereño en temporada seca 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.1.4.5. DIVERSIDAD

La formación de Monte ribereño presentó una diversidad media a 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 0.87-0.78 probits/ind. y 0.87- 0.89 respectivamente, lo que indica la dominancia de algunas especies y distribución casi homogénea de los individuos entre estas.

Cuadro 6.41. Riqueza, abundancia y diversidad de aves en la formación de Monte ribereño en temporada seca 2022

Puntos de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon-Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice de Pielou (J')
O8	7	18	1.69	0.78	0.87
T_6	13	37	2.30	0.87	0.89

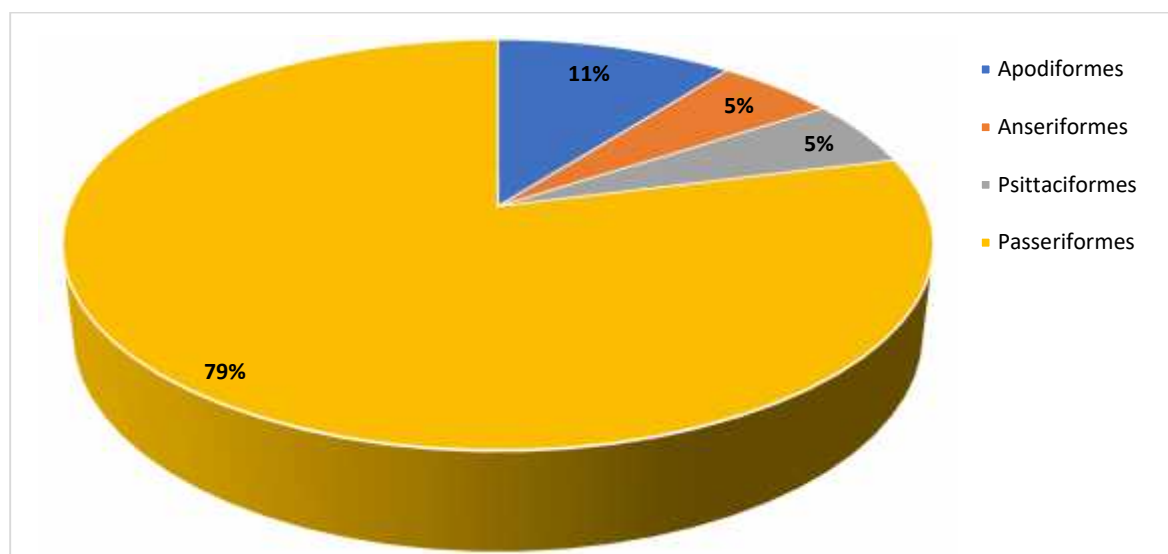
Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.1.4.6. PAJONAL-MATORRAL ARBUSTIVO

6.2.1.4.6.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

Dos (02) estaciones de monitoreo fueron evaluados durante la Temporada seca en esta formación, registrándose un total de 19 especies distribuidas en cuatro (04) órdenes y ocho (08) familias. Siendo el orden Passeriformes el que presento mayor riqueza de especies con 15 spp. distribuidos en cinco (05) familias taxonómicas.

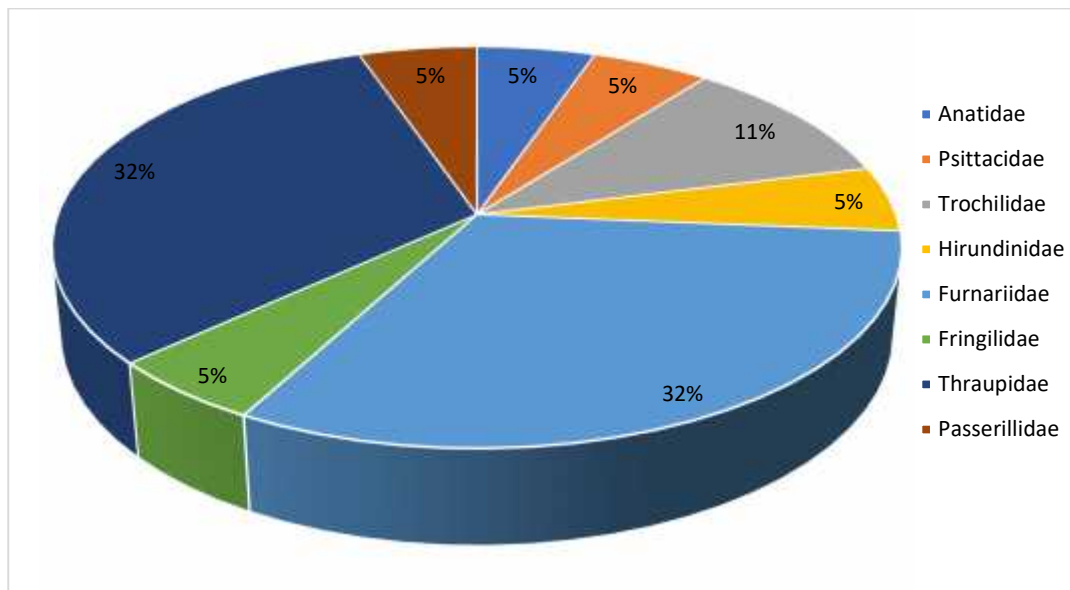
Figura 139 Composición de especies de aves por orden taxonómico en la formación de Pajonal-Matorral arbustivo en temporada seca 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

En cuanto a la riqueza por familias, Thraupidae y Furnariidae presentaron el mayor número de especies con seis (6) especies (32 %), seguido de Trochilidae con dos (2) especies (11 %), le siguen las familias Psittacidae, Fringilidae, Passerillidae, Anatidae y Hirundinidae con una (1) especie respectivamente (5 %),

Figura 140 Composición de especies de aves por familia taxonómica en la formación de Pajonal-Matorral arbustivo en temporada seca 2022

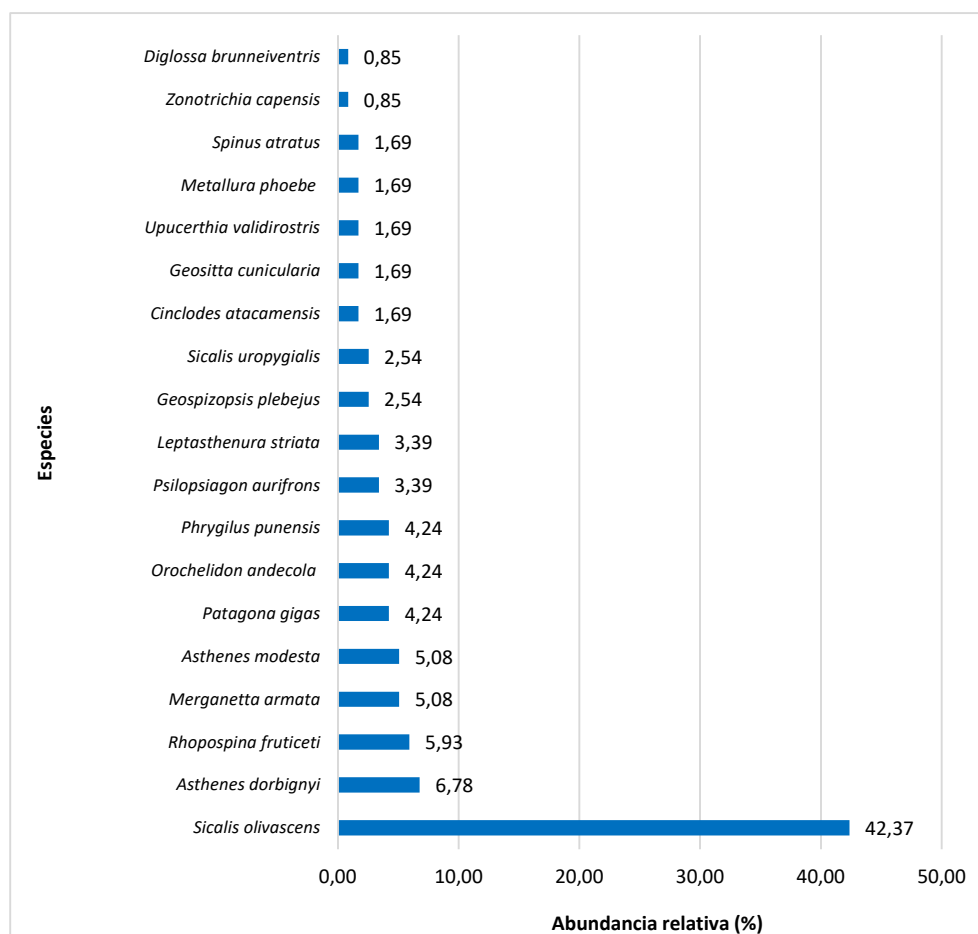


Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.1.4.6.2. ABUNDANCIA

Esta formación está compuesta por las estaciones de monitoreo O15PC1 y T14, registró en total 118 individuos. La especie más abundante fue el "Chirigue verdoso" *Sicalis olivascens* con 50 individuos (42.37 % abundancia relativa), seguido del "Canastero de pecho cremoso" *Asthenes dorbignyi* con ocho (08) individuos (6.78 %), 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 141 Abundancia relativa de aves en la formación de Pajonal-Matorral arbustivo en temporada seca 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.1.4.6.3. DIVERSIDAD

La formación de Pajonal-Matorral arbustivo presentó una diversidad baja a media, cuyos índices de Shannon-Wiener fueron 1.04 bits/ind en O15PC1 y 2.57 bist/ind en T14. Los índices de Simpson y Equidad de Pielou presentaron valores de 0.43 y 0.91 probits/ind y 0.50 y 0.93 respectivamente, lo que indica la distribución poco homogénea de los individuos entre las especies registradas.

Cuadro 6.42. Riqueza, abundancia y diversidad de aves en la formación de Pajonal-Matorral arbustivo en temporada secaa 2022

Estaciones de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon-Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice de Pielou (J')
O15PC1	8	67	1.04	0.43	0.50
T14	16	51	2.57	0.91	0.93

Elaboración: ASILORZA, 2022.

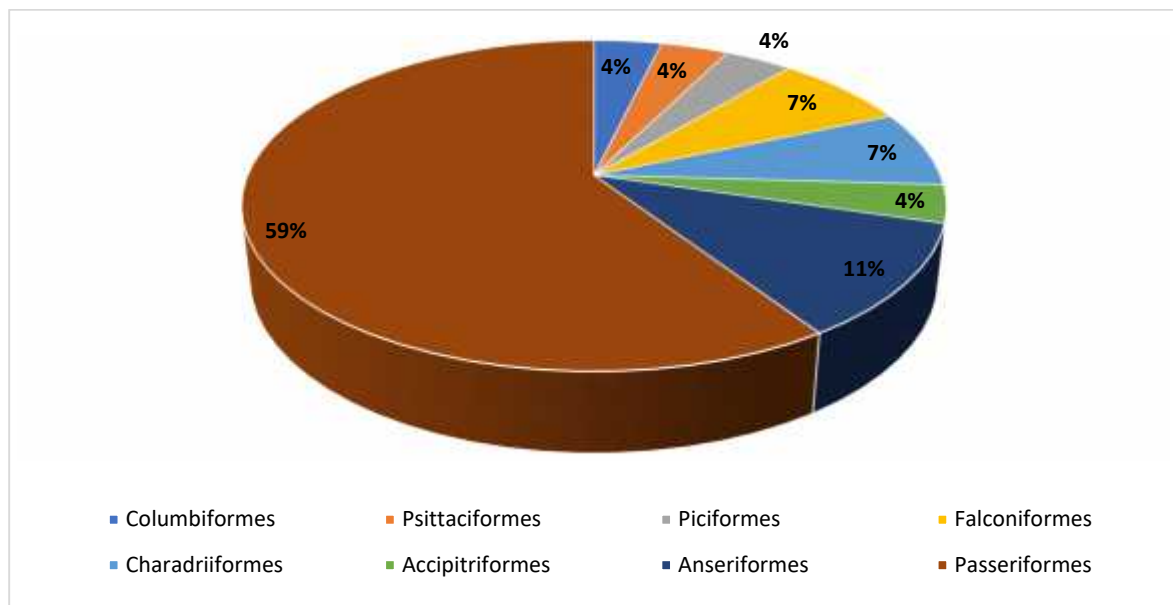
B. ZONA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

6.2.1.4.7. PAJONAL ANDINO

6.2.1.4.7.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

Un total de cuatro (04) estaciones de monitoreo fueron evaluados durante la Temporada seca. Se registró un total de 27 especies, ocho (08) órdenes y 14 familias. El orden dominante fue Passeriformes con 16 especies (59 % de riqueza), le sigue en menor proporción el orden Anseriformes con tres (03) especies (11 %), mientras que los demás ordenes registraron dos (2) y una (1) especie cada uno que representa al 7 y 4 % respectivamente.

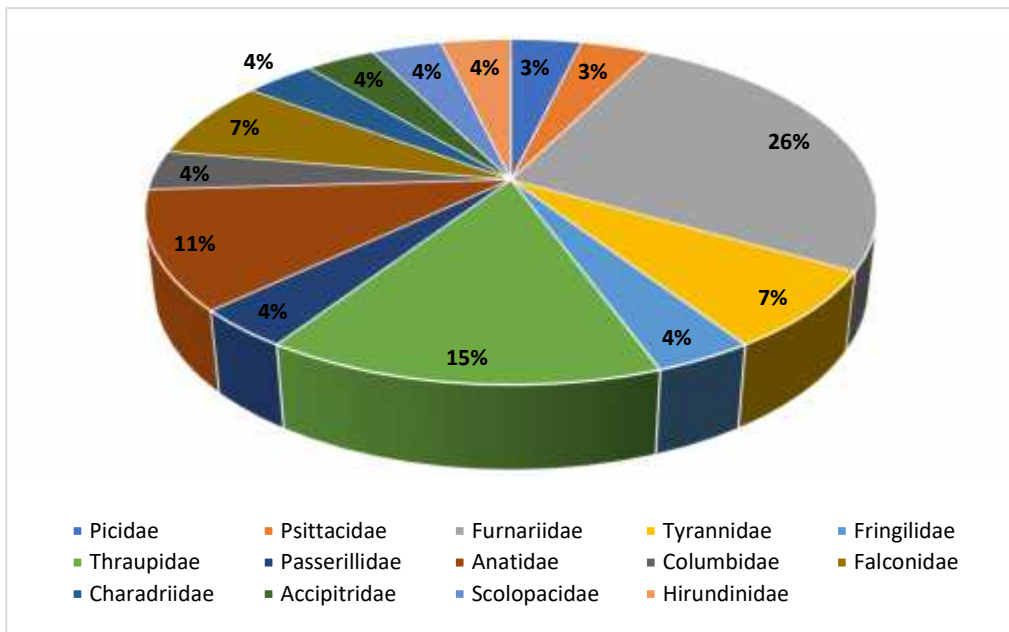
Figura 142 Composición de especies de aves por orden taxonómico en la formación de Pajonal andino en temporada seca 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

A nivel de familias registradas, Furnariidae fueron las de mayor riqueza, con siete (07) especies (26 %), seguido de la familia Thraupidae con cuatro (04) especies (15 %), le siguen las familias Anatidae con tres (03) (11 %), mientras que las otras familias registradas presentaron dos (2) y una (1) sola especie (7 y 4 % respectivamente).

Figura 143 Composición de especies de aves por familia taxonómica en la formación de Pajonal andino en temporada seca 2022

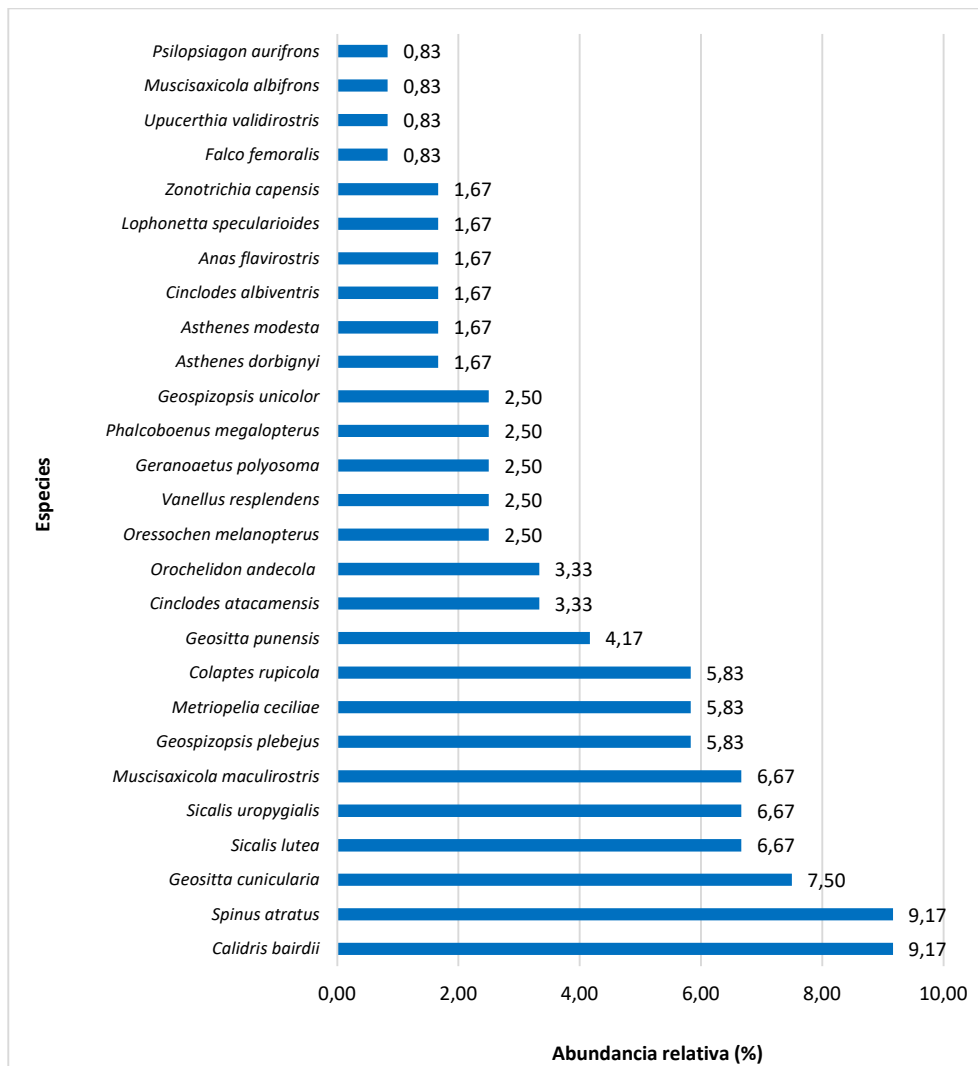


Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.1.4.7.2. ABUNDANCIA

Esta formación compuesta por un mayor número de estaciones de monitoreo (4 puntos en total), registró en total 120 individuos. Las especies más abundante fueron *Calidris bairdii* "Playerito de Baird" y *Spinus atratus* "Jilguero negro" con 11 individuos (9.17 %) cada uno, le siguen las especies "Pampero común" *Geositta cunicularia* con nueve (9) individuos (7.50 %) y *Sicalis lutea* y *S. uropygialis* "Chirigüe de Lomo Brillante" con ocho (8) individuos respectivamente (6.67 %).

Figura 144 Abundancia relativa de aves en la formación de Pajonal andino en temporada seca 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.1.4.7.3. 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 2.36 bits/individuo en T-15. Este último punto de monitoreo representa la mayor diversidad obtenida en esta formación. El índice de Simpson fluctuó entre 0.63 probits/individuo para T-16 y 0.88 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 0.81 (T-16) y 0.90 (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.

Cuadro 6.43. Riqueza, abundancia y diversidad de aves en la formación de Pajonal andino en temporada seca 2022

Estaciones de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon-Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice de Pielou (J')
T-15	14	41	2.36	0.88	0.90
T-16	4	22	1.12	0.63	0.81
T-20	11	35	2.14	0.86	0.89
T-6	10	22	2.00	0.81	0.87

Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.1.5. 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 4 300 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).

Historicamente, 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 02) se logró visualizar 11 individuos, en su mayoría mediante registros oportunos en zonas aledañas de la estación Suri 02.

Cuadro 6.44. Esfuerzo de muestreo para el censo de Suris en temporada seca 2022

Código de Transecto	Longitud por transecto (metros)	Total (metros)
Suri 1	3 000	12 000
Suri 2	3 000	
Suri 3	3 000	
Suri 4	3 000	

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 2, que determinó la presencia de la especie (*Rhea pennata*).

Cuadro 6.45. Evidencia de Suris en el área de estudio en temporada seca 2022

Evidencia	Transecto	Zona	Coordenada de inicio		Coordenada de final	
			Este	Norte	Este	Norte
Registro visual*	Sur 04	19k	328662	8149711	-	-

* Registro oportuno

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Respecto al registro del Suri en comparación con la campaña 8 (TH), 9 (TS), y 10 (TH) se evidencia un mayor registro de individuos fuera de las estaciones de censo, con ocho individuos para la Campaña 9, 14 individuos para la Campaña 10 y 11 individuos para la Campaña 11. Asimismo, en la Campaña 8, 9 y 10 se obtuvo registro de Suris en la estación de monitoreo Suri 1, mientras que en esta campaña (11) no se obtuvieron registros. Lo cual, es importante porque esta zona de importancia para la especie no presentó más registros, por lo cual, debe existir algún factor que ocasiona su ausencia, como disponibilidad de alimento, presencia humana o actividades antrópicas.

6.2.1.6. ESPECIES DE IMPORTANCIA BIOLÓGICA

6.2.1.6.1. 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).

Para Legislación internacional (IUCN, 2022-1), de las 45 especies registradas se identificó que se encuentran en Preocupación menor (LC), lo cual implica un rango muy amplio de distribución.

Por otro lado, nueve (09) especies registradas en el presente monitoreo de Temporada seca se encuentran en los Apéndices de la CITES, de las cuales ocho (08) especies se encuentran en el Apéndice II, tales como el “el “Aguilucho variable” *Geranoaetus polyosoma*, el “Halcón aplomado” *Falco femoralis*, *Psilopsiagon aurifrons* “Perico Cordillerano” y cuatro (04) especies de la familia Trochilidae: *Oreotrochilus estella*, *Metallura phoebe*, *Patagona gigas* y *Myrtis fanny*; y una especie en el Apéndice I, el “Ñandú pestizo” *Rhea pennata*.

6.2.1.6.2. ESPECIES ENDÉMICAS

La especie *Metallura phoebe* “Colibrí negro” (Apodiforme: Trochilidae) es endémico para los Andes peruano entre 2700-4300 m.s.n.m. Es común en los matorrales secos a lo largo de la mayor parte de la ladera oeste de los Andes, además se encuentra presente en los valles interandinos, a ambos lados del Valle del Marañón.

6.2.1.6.3. EBAS

En el presente monitoreo se registraron especies presentes en áreas de endemismo de aves (EBAs – IBAs): *Metallura phoebe* “Colibrí negro” en PE033, PE040, PE041, PE042, PE047, PE067, PE078, PE079.

6.2.1.6.4. 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).

6.2.1.6.5. 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 6.46. Especies de aves en categorías de Conservación Nacional e Internacional en temporada seca 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>Nothoprocta ornata</i>	Perdiz Cordillerana	Herbívoro		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	Anseriformes	Anatidae	<i>Merganetta armata</i>	Pato de los Torrentes	Omnívoro		LC				
7	Columbiformes	Columbidae	<i>Metriopelia ayмара</i>	Tortolita de Puntos Dorados	Granívoro		LC				
8	Apodiformes	Apodidae	<i>Aeronautes andecolus</i>	Vencejo andino	Insectívoro		LC				
9	Apodiformes	Trochilidae	<i>Metallura phoebe</i>	Colibri negro	Nectarívoro		LC	II		E	PE033, PE040, PE041, PE042, PE047, PE067, PE078, PE079
10	Apodiformes	Trochilidae	<i>Myrtis fanny</i>	Estrellita de collar púrpura	Nectarívoro		LC	II			
11	Apodiformes	Trochilidae	<i>Oreotrochilus estella</i>	Estrella andina	Nectarívoro		LC	II			
12	Apodiformes	Trochilidae	<i>Patagona gigas</i>	Colibri gigante	Nectarívoro		LC	II			
13	Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Calidris bairdii</i>	Playerito de baird	Omnívoro		LC				
14	Charadriiformes	Charadriidae	<i>Vanellus resplendens</i>	Avefria andina	Omnívoro		LC				
15	Charadriiformes	Thinocoridae	<i>Thinocorus orbignyianus</i> *	Agachona de pecho gris	Omnívoro		LC				
16	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Geranoaetus polyosoma</i>	Aguilucho variable	Carnívoro		LC	II			
17	Strigiformes	Strigidae	<i>Athene cunicularia</i>	Lechuza terrestre	Carnívoro		LC	II			

N°	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Grupo trófico	D. S. N° 004-2014-MINAGRI	IUCN	CITES	CMS	Endémica	EBA
18	Piciformes	Picidae	<i>Colaptes rupicola</i>	Carpintero andino	Insectívora		LC				
19	Falconiformes	Falconidae	<i>Falco femoralis</i>	Halcón aplomado	Carnívoro		LC	II			
20	Falconiformes	Falconidae	<i>Phalcooboenus megalopterus</i>	Caracara cordillerano	Carnívoro		LC				
21	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Psilopsiagon aurifrons</i>	Perico cordillerano	Herbívoro		LC	II			
22	Passeriformes	Furnariidae	<i>Asthenes dorbignyi</i>	Canastero de pecho cremoso	Insectívora		LC				
23	Passeriformes	Furnariidae	<i>Asthenes modesta</i>	Canastero cordillerano	Insectívora		LC				
24	Passeriformes	Furnariidae	<i>Cinclodes albiventris</i>	Churrete de ala crema	Insectívora		LC				
25	Passeriformes	Furnariidae	<i>Cinclodes atacamensis</i>	Churrete de ala blanca	Insectívora		LC				
26	Passeriformes	Furnariidae	<i>Geositta cunicularia</i>	Minero común	Insectívora		LC				
27	Passeriformes	Furnariidae	<i>Geositta punensis</i>	Minero de la puna	Insectívora		LC				
28	Passeriformes	Furnariidae	<i>Leptasthenura striata</i>	Tijeral listado	Insectívora		LC				
29	Passeriformes	Furnariidae	<i>Upucerthia validirostris</i>	Bandurrita de pecho anteado	Insectívora		LC				
30	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Muscisaxicola albifrons</i>	Dormilona de frente blanca	Insectívora		LC				
31	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Muscisaxicola maculirostris</i>	Dormilona chica	Insectívora		LC				
32	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Muscisaxicola rufivertex</i>	Dormilona de nuca rojiza	Insectívora		LC				
33	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Ochthoeca leucophrys</i>	Pitajo de ceja blanca	Insectívora		LC				
34	Passeriformes	Hirundinidae	<i>Orochelidon andecola</i>	Golondrina andina	Insectívora		LC				
35	Passeriformes	Troglodytidae	<i>Troglodytes aedon</i>	Cucarachero comun	Insectívora		LC				
36	Passeriformes	Fringillidae	<i>Spinus atratus</i>	Jilguero negro	Granívoro, herbívoro		LC				
37	Passeriformes	Fringillidae	<i>Spinus magellanicus</i>	Jilguero encapuchado	Granívoro, herbívoro		LC				
38	Passeriformes	Passerellidae	<i>Zonotrichia capensis</i>	Gorrión de collar rufo	Granívoro, herbívoro		LC				
39	Passeriformes	Thraupidae	<i>Diglossa brunneiventris</i>	Pincha-flor de garganta negra	Nectarívoro		LC				
40	Passeriformes	Thraupidae	<i>Geospizopsis plebejus</i>	Fringilo de pecho cenizo	Granívoro		LC				

N°	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Grupo trófico	D. S. N° 004-2014-MINAGRI	IUCN	CITES	CMS	Endémica	EBA
41	Passeriformes	Thraupidae	<i>Geospizopsis unicolor</i>	Fringilo plumizo	Granívoro		LC				
42	Passeriformes	Thraupidae	<i>Phrygilus punensis</i>	Fringilo peruano	Granívoro, herbívoro		LC				
43	Passeriformes	Thraupidae	<i>Rhopospina fruticeti</i>	Fringilo de pecho negro	Granívoro, herbívoro		LC				
44	Passeriformes	Thraupidae	<i>Sicalis lutea</i>	Chirigüe de la puna	Granívoro		LC				
45	Passeriformes	Thraupidae	<i>Sicalis olivascens</i>	Chirigüe verdoso	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

PE033: Bosque de Zárate; PE040: Reserva Nacional Pampas Galeras; PE041: Cotahuasi; PE042: Lago Parinacochas; PE047: Volcán Yucamani; PE067: Champará; PE070: Cordillera Huayhuash y Nor-Oyón; PE078: Marcapomacocha; PE079: Alto Valle Santa Eulalia-Milloc

Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.1.6.6. 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 6.47. Especies de aves de importancia socioeconómica en temporada seca 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

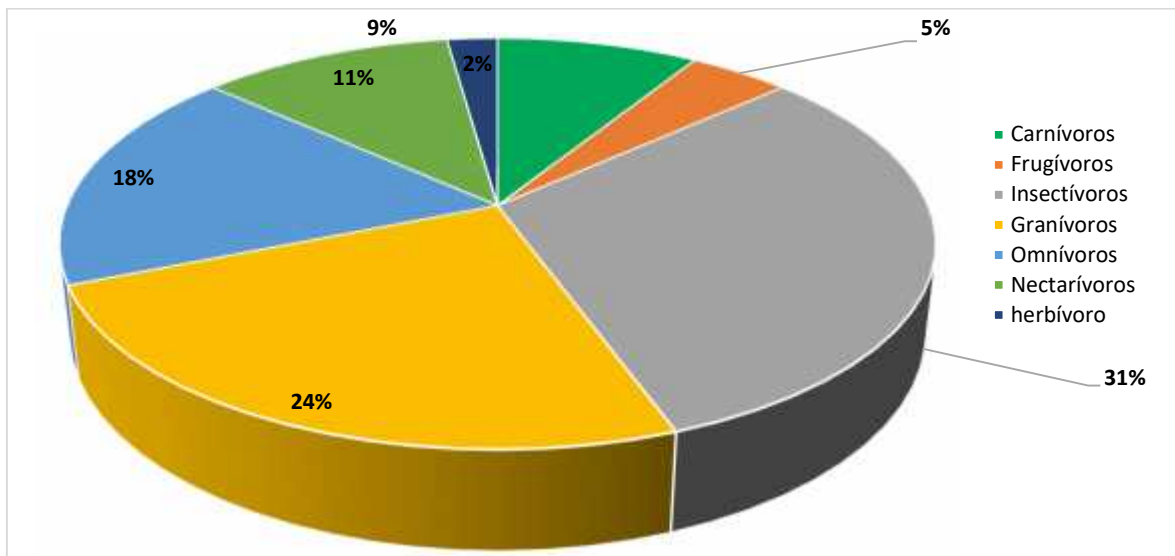
Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.1.6.7. 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 siete (7) gremios fueron identificados para las 45 especies de aves registradas en Temporada seca 2022 en las zonas de operación y abastecimiento de agua, siendo el gremio dominante los “insectívoros” con 14 especies (31 %), seguido del gremio de los “granívoros” y de los “omnívoros” con 11 y ocho (8) especies respectivamente (24 y 18 %), el gremio de los “nectarívoros” y los “carnívoros” con cinco (5) y cuatro (4) especies (11 y 9 %) respectivamente, los “herbívoros” con una especie (5 %), y “frugívoros” con dos especies.

Figura 145 Porcentaje de grupos tróficos de aves para el área de estudio, Temporada seca 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

A continuación, se describe los gremios más importantes:

A. INSECTÍVOROS

Se han registrado un total de 14 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* y *Geositta punensis*, los “Canasteros” *Asthenes modesta*, y *Asthenes dorbignyi*, los “badurrias” *Upucerthia validirostris* y los “Churretes” *Cinclodes albiventris* y *Cinclodes atacamensis*, 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 albifrons*, *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* y *Spinus atratus* (Familia Fringillidae) y la “Golondrina” *Orochelidon andecola* (Familia Hirundinidae) y el “vencejo” *Aeronautes andecolus* (Apodidae).

B. 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 (07 especies) como los “Fringilos” *Geospizopsis unicolor*, *Geospizopsis plebejus*, *Rhopospina fruticeti* y los “chirigues” *Sicalis lutea*, *Sicalis uropygiales*, *Sicalis olivascens*. La familia Columbidae también pertenece a este gremio como las “Tortolitas” *Metropelia aymara* que se alimentan de semillas pequeñas.

C. OMNÍVOROS

Se ha registrado un total de 05 especies omnívoras, de los cuales cuatro (4) son miembro de la familia Anatidae como el “Pato barcino” *Anas flavirostris*, “Pato de los Torrentes” *Merganetta armata* 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) y “Playerito de Baird” *Calidris bairdii* (Familia Scolopacidae).

D. NECTARÍVOROS

Representado por los miembros de la familia Trochilidae, registrando cuatro (4) especies el “Colibri gigante” *Patagona gigas*, “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.*

E. CARNÍVORO

Se han registrado tres (03) especies carnívoras, los “Aguiluchos” *Geranoaetus polyosoma* y miembros de la familia Accipitridae, y el “Halcón aplomado” *Falco femoralis* cuyas dietas incluyen

preferentemente roedores y secundariamente reptiles y otras aves de menor porte (Baladrón *et al.*, 2014), y *Phalcoboenus megalopterus* “Caracara coordillerano”.

F. 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).

6.2.1.7. ANÁLISIS ESTACIONAL

Respecto a la estacionalidad climática la temporada seca presentó valores más altos para la composición y riqueza de especies, con 45 spp de aves, destacándose el orden Passeriformes, asimismo, destacó el orden Apodiformes con cinco (5) especies, lo cual, nos indica una mayor disponibilidad de recursos y mejores condiciones climáticas en comparación a la temporada húmeda.

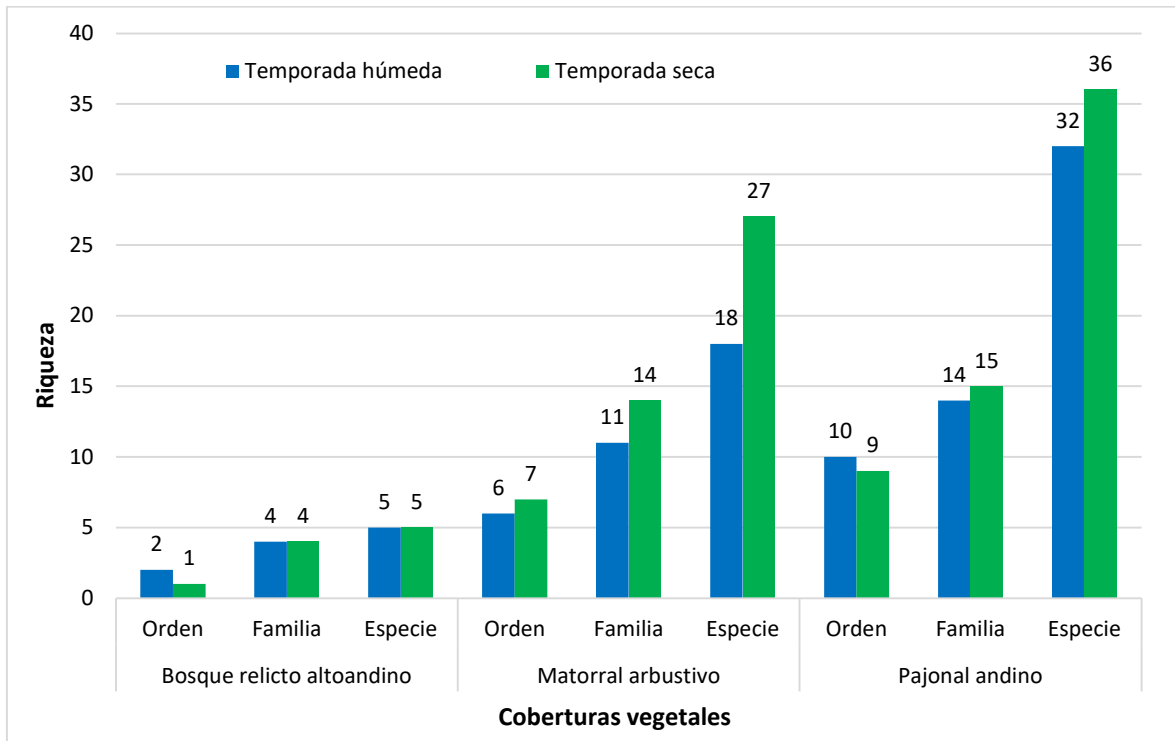
Cuadro 6.48. Distribución de familias y géneros por orden y temporada de evaluación

Orden	Número de familias		Número de géneros		Número de especies	
	TH	TS	TH	TS	TH	TS
Rheiformes	1	1	1	1	1	1
Tinamiformes	1	1	1	1	1	1
Anseriformes	1	1	2	4	3	4
Strigiformes		1		1		1
Columbiformes	1	1	1	1	2	1
Apodiformes	1	2	3	5	3	5
Charadriiformes	2	3	2	3	2	3
Cathartiformes	1		2		2	
Accipitriformes	1	1	1	1	2	1
Piciformes	1	1	1	1	1	1
Falconiformes	1	1	1	2	1	2
Passeriformes	6	7	17	15	22	24
Psittaciformes	1	1	1	1	1	1
	18	21	33	36	41	45

Elaboración: ASILORZA, 2022.

En relación a los tipos de cobertura vegetal, se obtuvo una variación estacional en los resultados para Matorral arbustivo y Pajonal andino, con una mayor riqueza de especies para la temporada seca, mientras que para la cobertura vegetal Bosque relicto altoandino la riqueza de especies se mantuvo.

Figura 146 Riqueza de especies por cobertura vegetal y temporada



Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.1.8. ANÁLISIS COMPARATIVO DE TIPO HISTÓRICO DEL MAP CAMPAÑA N°11 Y LAS ANTERIORES CAMPAÑAS DEL MAP DURANTE LA TEMPORADA SECA

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)

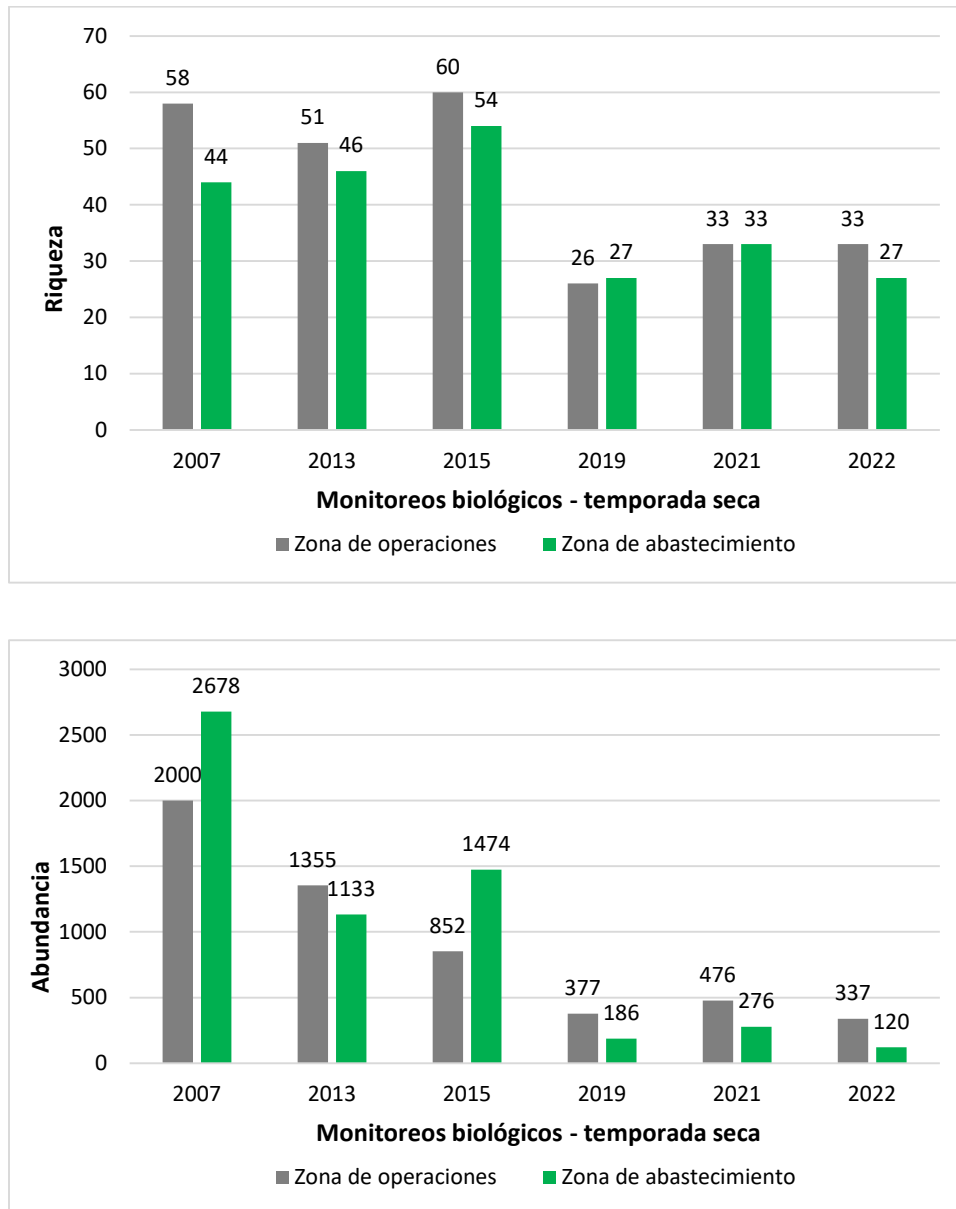
De los resultados obtenidos de los estudios biológicos realizados a partir del 2007 hasta la actualidad, para la Temporada húmeda se evidencia una disminución gradual en el tiempo de la riqueza de especies principalmente para la zona de abastecimiento, con una notable caída para la campaña del 2019, situación que mejora ligeramente durante la evaluación de la campaña 2021, sin

embargo, la riqueza de especies disminuye en la campaña del 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 las campañas MAP 2015, 2019, 2021 y 2022, en esta penúltima se evidencia una ligera recuperación en el número de aves registradas (2021: Campaña 9; 65 spp.) (13 % más que la riqueza del 2020), la cual vuelve a disminuir en un 21 % en la campaña actual (2022: Campaña 11; 45 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 147 Riqueza y abundancia de aves por zonas del proyecto, durante los monitoreos de Temporada seca 2007, 2013, 2015, 2019, 2021 y 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.2. MASTOFAUNA

6.2.2.1. ANÁLISIS TOTAL EN EL ÁREA DEL PROYECTO

6.2.2.1.1. 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 900 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 14.35km y Vicuñas y Tarucas a lo largo de 12.5 km.

Cuadro 6.49. Esfuerzo de muestreo realizado en temporada seca 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	23.8 km	14.35 km	
Bosque relicto altoandino	50 TN	1 km		
Pajonal andino	350 TN	15 km		12.5 km
Total	900 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 ubicados en la cobertura vegetal Pajonal andino, sin embargo, menor a la Campaña 10 (TH) por que no se evaluó la estación O15PC8. De mismo modo en el Censo de Vicuñas y Tarucas no se evaluó la estación Ma6, en comparación a la Campaña 10 (TH).

6.2.2.1.2. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

A. MAMÍFEROS MENORES (ROEDORES)

Para la Temporada seca 2022 en toda el área del proyecto se registraron 11 especies de mamíferos menores, pertenecientes a los órdenes Rodentia y Didelphimorphia. Es importante destacar el registro de la “marmosa pàlida” *Thylamys pallidior* presente en la cobertura vegetal Matorral

arbustivo y “Rata chinchilla cenicienta” *Abrocoma cinerea* presente en la vobertura vegetal Pajonal andino.

A nivel de familias taxonómicas, las familias Cricetidae presentaron nueve (09) especies (82 %), mientras que Abrocomidae y Didelphidae registraron una (01) especie cada una (9 % respectivamente).

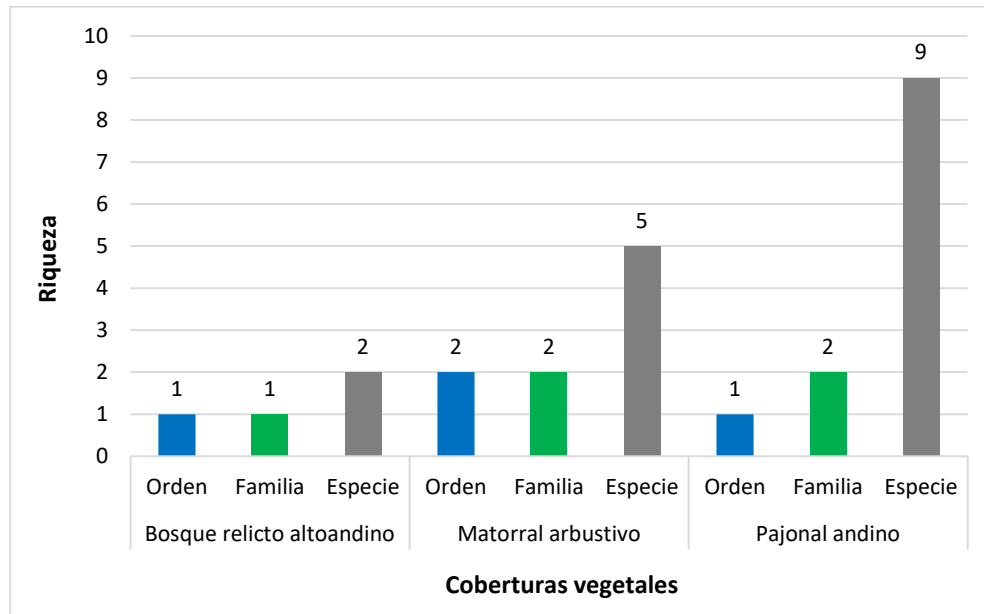
Cuadro 6.50. Composición de especies de mamíferos menores en temporada seca 2022

N°	Orden	Familia	Especie	Nombre Común
1	Rodentia	Abrocomidae	<i>Abrocoma cinerea</i>	Rata chinchilla cenicienta
2	Rodentia	Cricetidae	<i>Abrothrix andina</i>	Ratón campestre andino
3	Rodentia	Cricetidae	<i>Abrothrix jelskii</i>	Ratón campestre de jelskii
4	Rodentia	Cricetidae	<i>Akodon albiventer</i>	Ratón campestre de vientre blanco
5	Rodentia	Cricetidae	<i>Akodon subfuscus</i>	Ratón campestre de Puno
6	Rodentia	Cricetidae	<i>Auliscomys sublimis</i>	Ratón orejón sublime; pericote de los Andes
7	Rodentia	Cricetidae	<i>Calomys sp</i>	Ratón vespertino
8	Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis limatus</i>	Ratón orejón de Lima
9	Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis osilae</i>	Ratón orejón de Asillo
10	Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis xanthopygus</i>	Ratón orejón de ancas amarillentas
11	Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Thylamys pallidior</i>	Marmosa pálida

Elaboración: ASILORZA, 2022.

En cuanto a la riqueza de mamíferos menores por coberturas vegetales, el Pajonal andino (Pj) obtuvo la mayor riqueza del área con nueve (9) especies, seguido del Matorral arbustivo (Ma) con cinco (05) especies y finalmente el Bosque relicto altoandino (Br-al) registró la menor riqueza con dos (02) especies de roedores.

Figura 148 Riqueza de especies de mamíferos menores terrestres por cobertura vegetal en temporada seca 2022



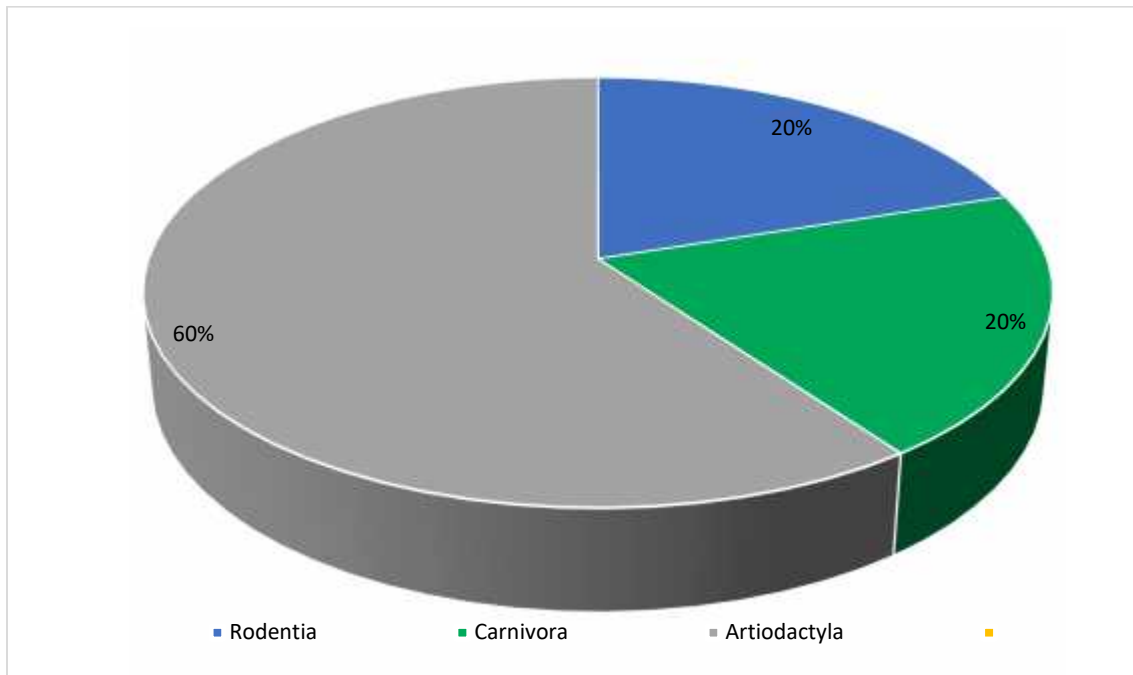
Elaboración: ASILORZA, 2022.

B. 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.

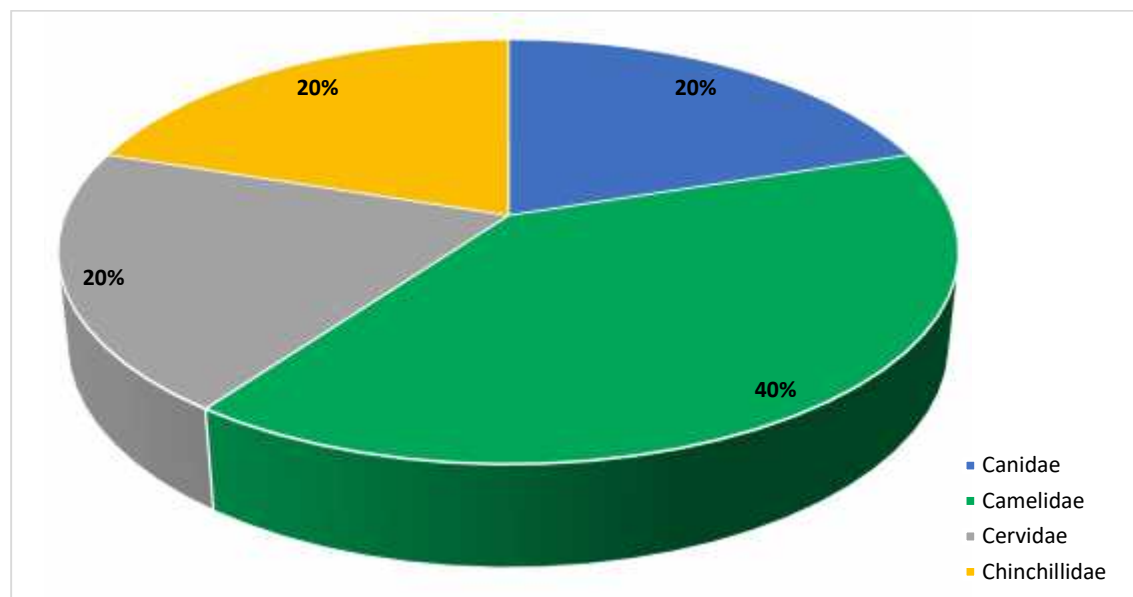
A nivel de familias taxonómicas, las familias Camelidae presentaron dos (02) especies (40 %), mientras que Canidae y Chinchillidae registraron una (01) especie cada una (20 % respectivamente).

Figura 149 Composición total de mamíferos medianos y mayores por orden taxonómico en temporada seca 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 150 Composición total de mamíferos medianos y mayores por familia taxonómica en temporada seca 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), seguido del Bosque relicto altoandino con dos (02) especies. Entre las especies registradas destaca el “Zorro colorado” *Lycalopex culpaeus* y “Vizcacha” *Lagidium viscacia* registrada en las tres (3) coberturas vegetales del proyecto..

Cuadro 6.51. Listado total de mamíferos medianos y mayores en temporada seca 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	x
3	Artiodactyla	Camelidae	<i>Lama guanicoe</i>	Guanaco		x	x
4	Artiodactyla	Cervidae	<i>Hippocamelus antisensis</i>	Taruca		x	x
5	Rodentia	Chinchillidae	<i>Lagidium viscacia</i>	Vizcacha	x	x	x
Total general					2	5	5

* Pacheco et al. 2020

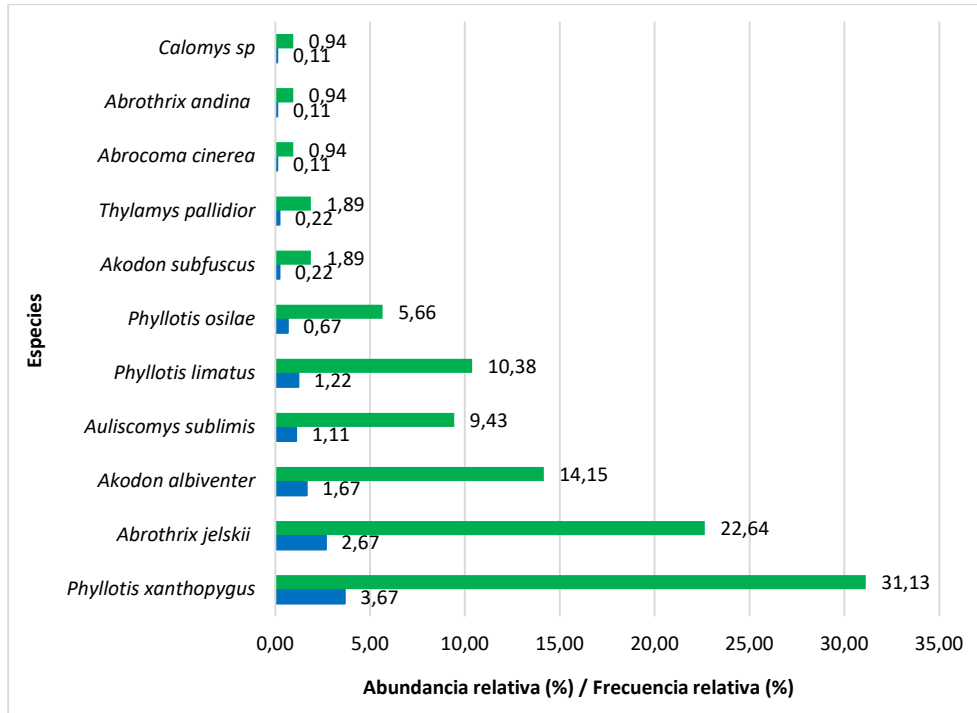
Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.2.1.3. ABUNDANCIA

A. 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, detacandose el “Ratón orejón puntado” *Phyllotis xanthopygus* con 33 individuos (31-13 %), “Ratón campestre de jelskii” *Abrothrix jelskii* con 24 individuos (22.64 %), “Ratón campestre de vientre blanco” *Akodon albiventer* con 15 individuos (14.15 %) y “Ratón orejón sublime; pericote de los Andes” *Auliscomys sublimis* con 10 individuos (9.43 %).

Figura 151 Abundancia relativa de roedores en temporada seca 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

B. 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 594 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 19 y 242 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 6.52. Índices de Ocurrencia y de Actividad de Boddicker aplicados a mamíferos medianos y mayores en temporada seca 2022

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	Bosque relicto altoandino	Matorral arbustivo	Pajonal andino	IO	IA
Carnivora	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro colorado	1 He	5 He, 1 Hu, 1 Obs	4 He, 1 Obs	19	65
				4 pts	4 pts / 5 pts / 10 pts	4 pts / 10 pts		
				4 pts	20 pts / 5pts / 10 pts	16 pts / 10 pts		
Artiodactyla	Camelidae	<i>Vicugna vicugna</i>	Vicuña		15 Obs	1 He, 2 Hu, 3 Obs, 1 Let, 11 Ca	27	242
					10 pts	4pts / 5 pts / 10 pts/ 4pts / 4 pts		
					150 pts	4pts / 10 pts / 30 pts/ 4pts / 44 pts		
Artiodactyla	Camelidae	<i>Lama guanicoe</i>	Guanaco		1 He, 1 Hu	1 Obs	19	19
					4 pts / 5 pts	10 pts		
					4 pts / 5 pts	10 pts		
Artiodactyla	Cervidae	<i>Hippocamelus antisensis</i>	Taruka		1 Obs	8 He, 1 Hu	19	47
					10 pts	4 pts / 5 pts		
					10 pts	32 pts / 5 pts		
Rodentia	Chinchillidae	<i>Lagidium viscacia</i>	Viscacha	1 He , 1Obs	2 He, 21 Obs	3 He, 35 Obs	14	594
				4 pts / 10 pts	4 pts / 10 pts	4 pts / 10 pts		
				4 pts / 10 pts	8 pts / 210 pts	12 pts / 350 pts		

IO: Índice de Ocurrencia; IA: Índice de Actividad

He: Heces; Ma: Madriguera; Hu: Huellas; Ind: Individuos; Ca: Camino; Let: Letrina

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.

6.2.2.1.4. 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 0.67 bits/ind (Bosque relicto altoandino) a 1.61 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 0.97, a pesar de que presentó los valores más bajos para los índices de Shannon-Wiener y Simpson.

Cuadro 6.53. Riqueza, abundancia y diversidad de aves por formación vegetal en temporada seca 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	5	0.67	0.48	0.97
Matorral arbustivo	5	25	1.41	0.71	0.88
Pajonal andino	10	50	1.61	0.75	0.73

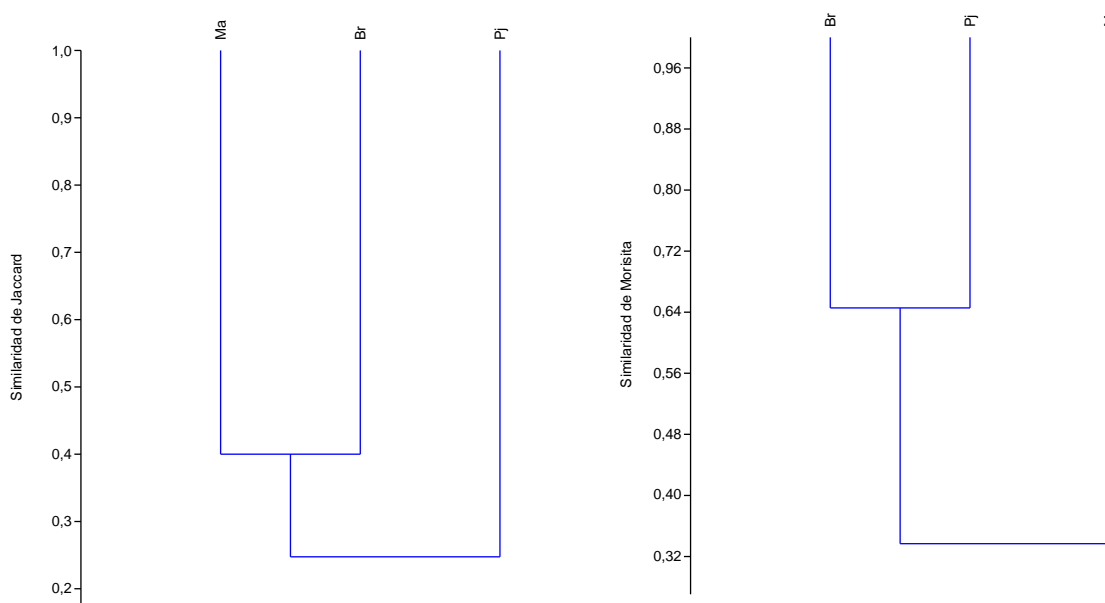
Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.2.1.5. 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 40 % 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 152 Dendrograma de similitud de Jaccard (izquierda) y Morisita (derecha) por coberturas vegetales en el área proyecto en temporada seca 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.2.2. ANÁLISIS POR COBERTURA VEGETAL

6.2.2.2.1. BOSQUE RELICTO ALTOANDINO

6.2.2.2.1.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

A. MAMÍFEROS MENORES

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

Cuadro 6.54. Listado de especies mamíferos menores (roedores) en la cobertura de Bosque relicto altoandino en temporada seca 2022

N°	Orden	Familia	Especie	Nombre Común	O31
1	Rodentia	Cricetidae	<i>Akodon albiventer</i>	Ratón campestre de vientre blanco	X
2	Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis xanthopygus</i>	Ratón orejón de ancas amarillentas	X

Elaboración: ASILORZA, 2022.

B. MAMÍFEROS MEDIANOS Y MAYORES

La evaluación del Bosque relicto altoandino comprende la estación de monitoreo O31, donde se registraron dos (02) especies de mamíferos medianos y mayores de la familia Canidae, y Chinchilidae (Orden Carnivora, y Rodentia).

Cuadro 6.55. Listado de especies de mamíferos menores (roedores) en la cobertura de Bosque relicto altoandino en temporada seca 2021

N°	Orden	Familia	Especie	Nombre Común	O31
1	Carnivora	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro colorado	1 He
2	Rodentia	Chinchilidae	<i>Lagidium peruanum</i>	Vizcacha peruana	1 Obs; 1 He

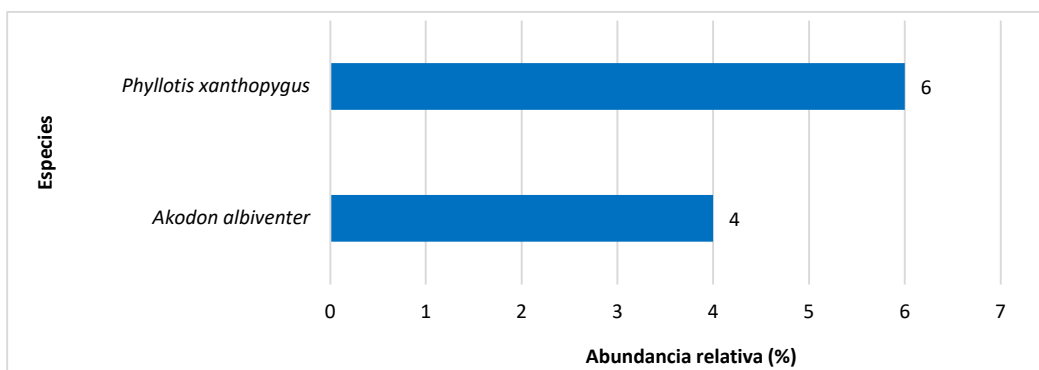
Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.2.2.1.2. ABUNDANCIA

A. MAMÍFEROS MENORES (ROEDORES)

Esta cobertura está compuesta únicamente por el punto O31 donde se registró un total a cinco (5) individuos. El "Ratón campestre de vientre blanco" *Akodon albiventer* con tres (3) individuos (6 %) y el "Ratón orejón de ancas amarillentas" *Phyllotis xanthopygus* presentaron dos (02) individuos (4 %).

Figura 153 Abundancia relativa de mamíferos menores (roedores) en la cobertura de Bosque relicto altoandino en temporada seca 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

B. 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 14, y con el menor índice de actividad con un valor de 4 se encuentra “zorro colorado” peruano *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 6.56. Índices de Ocurrencia y de Actividad de Boddicker aplicados a mamíferos medianos y mayores en la formación de Bosque relicto altoandino en temporada seca 2022

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	O31	IO	IA
Carnivora	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro colorado	1 (He)	4	4
				4 pts		
				4 pts		
Rodentia	Chinchillidae	<i>Lagidium peruanun</i>	Vizcacha peruana	1 (He) / 4 (Obs)	14	14
				4 pts / 10 pts		
				4 pts / 10 pts		

IO: Índice de Ocurrencia; IA: Índice de Actividad

He: Heces; Ind: Individuos

Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.2.2.1.3. 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 6.57. Riqueza, abundancia y diversidad de roedores en la cobertura de Bosque relicto altoandino en temporada seca 2022

Estación de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon-Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice de Pielou (J')
O31	2	5	0.69	0.5	1

Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.2.2.2. MATORRAL ARBUSTIVO

6.2.2.2.2.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

A. MAMÍFEROS MENORES

Para la evaluación de mamíferos pequeños terrestres se evaluaron 10 estaciones de monitoreo para la cobertura vegetal Matorral arbustivo, registrándose cinco (5) especies de roedores pertenecientes a la familia Cricetidae (Orden Rodentia). Las estaciones de monitoreo O32 (zona de operaciones) y T6 registraron dos (2) especies, mientras que los puntos O34, O6, O9, M-52, O10 y O32 registraron sólo una especie de roedor cada uno. Mientras en O Control, O8 y O10 no registraron especies.

En esta cobertura vegetal se registraron dos especies, *Calomys sp.* "Ratón vespertino" y *Thylamys pallidior* "Marmosa pàlida", que no fueron registradas para las demás estaciones de monitoreo.

Cuadro 6.58. Listado de especies de roedores en la cobertura de Matorral arbustivo en temporada seca 2022

N°	Orden	Familia	Especie	Nombre común	T6	OCONTROL	M52	O34	O32	O33	O6	O9	O10	O8
1	Rodentia	Cricetidae	<i>Akodon albiventer</i>	Ratón campestre de vientre blanco	X							X		X
2	Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis limatus</i>	Ratón vespertino	X				X		X			
3	Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis osilae</i>	Ratón orejón de Lima					X					
4	Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis xanthopygus</i>	Ratón orejón de Asillo				X						
5	Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Thylamys pallidior</i>	Marmosa pàlida			X			X				

Elaboración: ASILORZA, 2022.

B. MAMÍFEROS MEDIANOS Y MAYORES

Un total de 10 estaciones de monitoreo fueron evaluados durante la Temporada secaa en esta cobertura vegetal, donde se registró un total de cinco (5) especies distribuidas en tres (3) órdenes y cuatro (04) familias. Las estaciones con mayores resgitros fueron T6 y O32 con tres especies. La estación de monitoreo M-52 no registró especies. Las demás estaciones de monitoreo (OCONTROL, O34, O33, O6, O8, y O9) registraron una especie.

Cuadro 6.59. Listado de especies de mamíferos mediano y mayores en el Matorral arbustivo en temporada seca 2022

N.º	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	
2	Artiodactyla	Camelidae	<i>Vicugna vicugna</i>	Vicuña								x		
3	Artiodactyla	Cervidae	<i>Hippocamelus antisensis</i>	Taruca									X	
4	Artiodactyla	Camelidae	<i>Lama guanicoe</i>	Guanaco							x			
5	Rodentia	Chinchillidae	<i>Lagidium viscacia</i>	Vizcacha	x				x	x		X	x	x

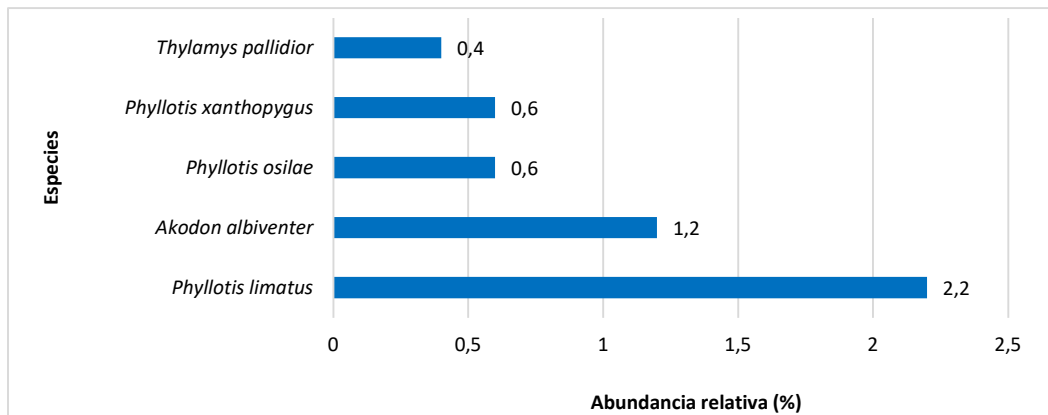
Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.2.2.2. ABUNDANCIA

A. MAMÍFEROS MENORES

En esta cobertura se registró un total de 25 individuos. La especie más abundante fue *Phyllotis limatus* “Ratón orejón de Lima” con 11 individuos (2.2 % abundancia relativa), seguido del “Ratón campestre de vientre blanco” *Akodon albiventer* con seis (06) individuos (1.2 %), le sigue “Ratón orejón de Asilo” *Phyllotis oscile* y *Phyllotis xanthopygus* con tres (03) individuos (0.6%).

Figura 154 Abundancia relativa de roedores en la cobertura de Matorral arbustivo en temporada seca 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

En cuanto a la abundancia de especies por punto de monitoreo, T6-OP registró la mayor abundancia con seis (6) individuos distribuidos y O32 registraron seis (6) individuos, siendo la más abundante

“Ratón orejón de Lima” *Phyllotis limatus* con tres (3) individuos, seguido de las estaciones de monitoreo O6 y O34 con cinco y tres individuos.

B. 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 210, con índice de actividad mayores a 25 puntos (MINAM, 2015), por tanto, se confirma la presencia de estas especies para la cobertura vegetal.

Cuadro 6.60. Índices de Ocurrencia y de Actividad de Boddicker aplicados a mamíferos medianos y mayores en el Matorral arbustivo en temporada seca 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			2 (He)	1 (He)		2 (Hu)		2 (He), 1 (Obs), 1 (Hu)	1 (He)		19	49
						4 pts	4 pts		5 pts		4 pts / 10 pts / 5 pts	4 pts			
						8 pts	4 pts		10 pts		8 pts / 10 pts / 5 pts	4 pts			
Artiodactyla	Camelidae	<i>Vicugna vicugna</i>									15 (Obs)			10	150
											10 pts				
											150 pts				
Artiodactyla	Camelidae	<i>Lama guanicoe</i>	Guanaco									1 (He), 1 (Hu)		9	9
												4 pts / 5 pts			
												4 pts / 5 pts			
Rodentia	Chinchillidae	<i>Lagidium viscacia</i>	Vizcacha	7 (Obs)			1 (He), 1 (Obs)	6 (Obs)	1 (Obs)		2 (Obs)	1 (He), 1 (Obs)		14	210
				10 pts			4 pts / 10 pts	10 pts	10 pts		4 pts / 10 pts				
				70 pts			4 pts / 10 pts	60 pts	10 pts		20 pts	4 pts / 10 pts			
Artiodactyla	Cervidae	<i>Hippocamelus antisensis</i>	Taruca							1 (Obs)				10	10
										10 pts					
										10 pts					

IO: Índice de Ocurrencia; IA: Índice de Actividad

He: Heces; Hu: Huellas; Ind: Individuos

Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.2.2.3. 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 0.69 probits/ind. y 0.00 a 0.50, que nos indican la dominancia de una (1) especie siendo en este caso Ratón orejón de Lima” *Phyllotis limatus*.

Cuadro 6.61. 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	1	0	0	0
O10	0	0	-	-	-
O32	2	6	0.69	0.50	1.00
O34	1	3	0	0	0
O6	1	5	0	0	0
O8	1	1	0	0	0
O9	1	1	0	0	0
O33	1	1	0	0	0
T6_OP	2	7	0.69	0.49	0.99

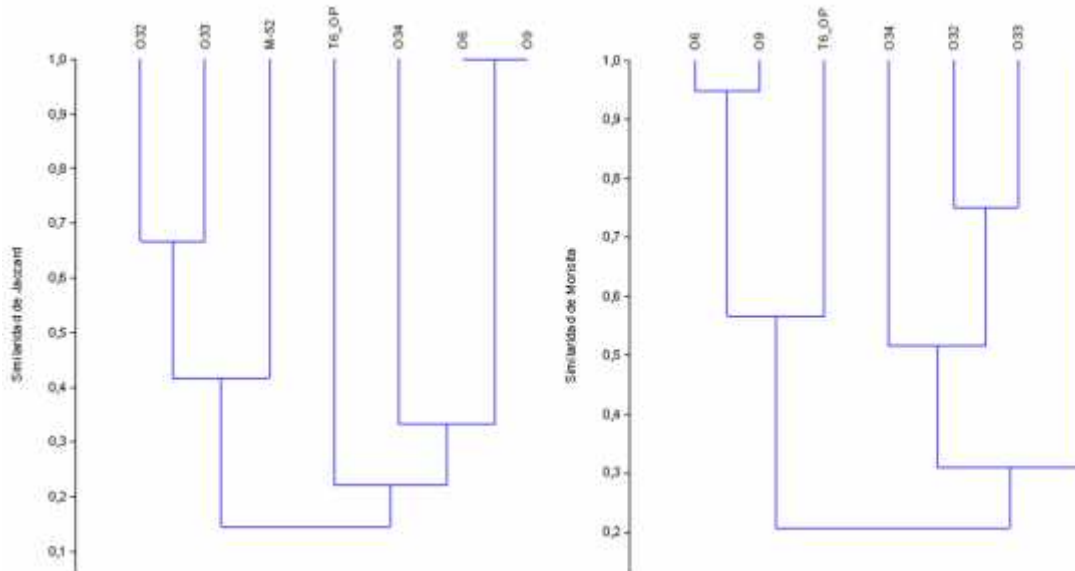
Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.2.2.4. SIMILARIDAD

Según el análisis de Similitud de Jaccard, la 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 155 Dendrograma de similitud de Jaccard (izquierda) y Morisita (derecha) por estaciones de monitoreo del Matorral arbustivo en temporada seca 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.2.2.3. PAJONAL ANDINO

6.2.2.2.3.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

A. MAMÍFEROS MENORES (ROEDORES)

Para la cobertura de Pajonal andino se registraron nueve (9) especies de mamíferos menores, la cuales pertenecen a la familia Cricetidae y Abrocomidae, del orden Rodentia. En esta cobertura vegetal se evaluaron siete (7) estaciones de monitoreo, la estación T15 registraron la mayor riqueza con seis (06) especies, seguido de los puntos T14 con cuatro especies (04) y O15, O15PC1, T16 y T20 con dos (02) especies, y T6 con una especie.

Cuadro 6.62. Listado de especies de roedores en la cobertura de Pajonal andino en temporada seca 2022

N°	Orden	Familia	Especie	Nombre Común	O15	O15 PC1	T14	T20	T6	T15	T16
1	Rodentia	Abrocomidae	<i>Abrocoma cinerea</i>	Rata chinchilla cenicienta						x	
2	Rodentia	Cricetidae	<i>Abrothrix andina</i>	Ratón campestre andino						x	
3	Rodentia	Cricetidae	<i>Abrothrix jelskii</i>	Ratón campestre de jelskii			x	x	x	x	
4	Rodentia	Cricetidae	<i>Akodon albiventer</i>	Ratón campestre de vientre blanco	x	x					
5	Rodentia	Cricetidae	<i>Akodon subfuscus</i>	Ratón campestre de Puno			x				
6	Rodentia	Cricetidae	<i>Auliscomys sublimis</i>	Ratón orejón sublime; pericote de los Andes						x	x
7	Rodentia	Cricetidae	<i>Calomys sp</i>	Ratón vespertino							x
8	Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis osilae</i>	Ratón orejón de Lima			x			x	
9	Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis xanthopygus</i>	Ratón orejón de Asillo	x	x	x	x		x	

Elaboración: ASILORZA, 2022.

B. MAMÍFEROS MEDIANO Y MAYORES

Un total de siete (7) estaciones de monitoreo fueron evaluados durante la Temporada seca 2022 en esta cobertura vegetal, donde se registraron cinco (05) especies distribuidas en tres (3) órdenes y cuatro (4) familias. Las estaciones de monitoreo T15 registraron cuatro (04) especies y la estación O15PC1 registraron tres (03) especies. Para las estaciones O15, T14, T20 y T6 se obtuvieron dos (2) registros directos ni indirectos de especies de mamíferos medianos y mayores.

Cuadro 6.63. Listado de especies de mamíferos medianos y mayores en el Pajonal andino en temporada seca 2022

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

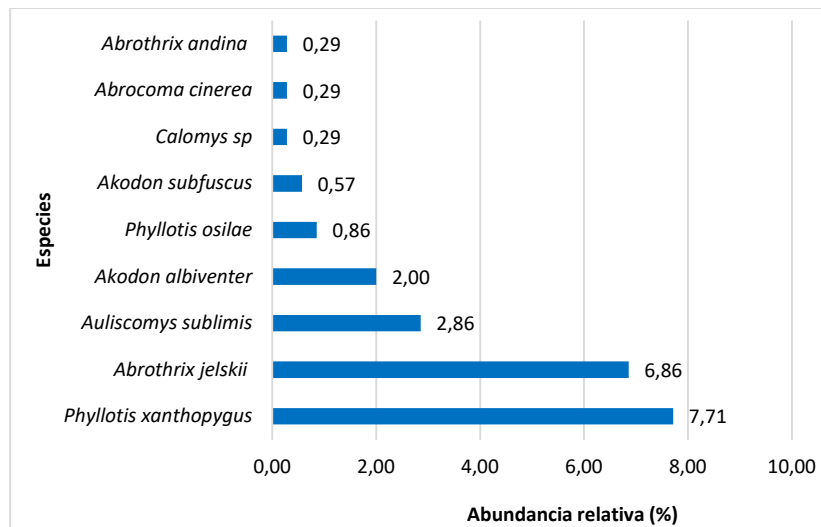
Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.2.2.3.2. ABUNDANCIA

A. MAMÍFEROS MENORES (ROEDORES)

En cuanto a la abundancia de mamíferos menores en el Pajonal andino se registró 76 individuos, siendo el “Ratón campestre de ancas amarillentas” *Phyllotis xanthopygus* quien alcanzó mayor abundancia con 27 individuos y 7.71 %, seguido del “Ratón campestre de jelskii” *Abrothrix jelskii* de “Ratón campestre de vientre blanco” con 24 individuos (6.86 %), y el “Ratón orejón sublime; pericote de los Andes” *Auliscomys sublimis* con 10 individuos (2.86 %). Las demás especies capturadas en esta cobertura vegetal presentaron abundancias menores a ocho (08) individuos.

Figura 156 Abundancia relativa de roedores en la cobertura de Pajonal andino en temporada seca 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

A nivel de abundancias de especies por punto de monitoreo, O15 registró la mayor abundancia con 16 individuos distribuidas en dos (02) especies, siendo la especie *Phyllotis xanthopygus* “Ratón orejón de ancas amarillentas” la más abundante con 11 individuos, le sigue T14 y T15 con 13 individuos cada uno y T20 con 12 individuos, mientras que las estaciones O15PC01 presentó ocho (08) individuos. Es importante señalar que la estación T6 (zona de abastecimiento de agua) registró 11.

B. 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 90 y 362 puntos, lo cual, nos indica la presencia y

alta actividad en el Pajonal andino. Mientras que para *Hippocamelus antisensis* “Taruka” tiene valores menores a 25 puntos, por tanto, no se confirma su actividad en este tipo de cobertura vegetal.

Cuadro 6.64. Índices de Ocurrencia y de Actividad de Boddicker aplicados a mamíferos medianos y mayores en el Pajonal andino en temporada seca 2022

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	O15	O15PC1	T14	T15	T16	T20	T-6	IO	IA
Carnivora	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro colorado	1 (He)	1 (He)	1 (He)	1 (He)		1 (Obs) / 2 (He)		14	34
				4 pts	4 pts	4 pts	4 pts		10 pts / 4 pts			
				4 pts	4 pts	4 pts	4 pts		10 pts / 8 pts			
Artiodactyla	Camelidae	<i>Vicugna vicugna</i>	Vicuña				2 (Obs)	11 (Ca)		1 (Obs) / 1 (He) / 2 (Hu) / 1 Let	26	90
							10 pts	4 pts		10 pts / 4 pts / 5 pts / 4pts		
							20 pts	44 pts		10 pts / 4 pts / 8 pts / 4pts		
Artiodactyla	Camelidae	<i>Lama guanicoe</i>	Guanaco		1 (Obs)						10	10
					10 pts							
					10 pts							
Artiodactyla	Cervidae	<i>Hippocamelus antisensis</i>	Taruka	1 (He) / 1 (Hu)		1 (Obs) / 1 (He) / 1 (Hu)	1 (He)				19	32
				4 pts / 5 pts		10 pts / 4 pts / 5 pts	4 pts					
				4 pts / 5 pts		10 pts / 4 pts / 5 pts	4 pts					
Rodentia	Chinchillidae	<i>Lagidium viscacia</i>	Vizcacha		1 (Obs) / 1 (He)		32 (Obs)		1 (Obs) / 1 (He)	1 (Obs) / 1 (He)	14	362
					10 pts / 4 pts		10 pts		10 pts / 4 pts	10 pts / 4 pts		
					10 pts / 4 pts		320 pts		10 pts / 4 pts	10 pts / 4 pts		

IO: Índice de Ocurrencia; IA: Índice de Actividad

He: Heces; Hu: Huellas; Ind: Individuos

Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.2.2.3.3. 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 0.29 bits/individuo en T20 hasta 1.29 bits/individuo en T15, esta última estación de monitoreo representa la mayor diversidad obtenida en esta cobertura. El índice de Simpson fluctuó entre 0.15 probits/individuo para T20 y 0.59 probits/individuo en T15 (Cuadro 63).

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 0.00 (T6) y 0.90 (O15), 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 6.65. Riqueza, abundancia y diversidad de roedores en la cobertura de Pajonal andino en temporada seca 2022

Estaciones de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon-Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice de Pielou (J')
T-6	1	11	0	0	0
T14	4	13	1.07	0.57	0.77
T15	6	13	1.29	0.60	0.71
T16	2	3	0.64	0.44	0.71
T20	2	12	0.29	0.15	0.41
O15	2	16	0.62	0.43	0.90
O15PC1	2	8	0.56	0.38	0.81

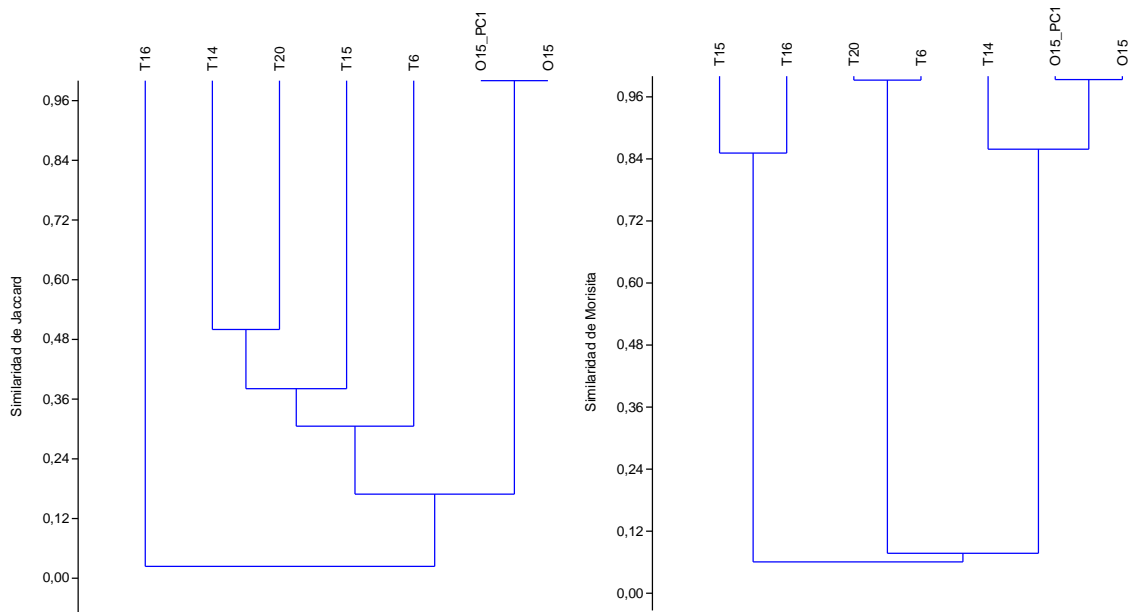
Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.2.2.3.4. SIMILARIDAD

Según el análisis de Similitud de Jaccard, las estaciones de monitoreo que se agrupan con una similitud del 100 % fueron, O15-O15PC1, debido a que comparten la especie "Ratón campestre de vientre blanco" *Akodon albiventer* y *Phyllotis xanthopygus* (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 (T14-T20; 50 % de similitud).

Según el índice de Morisita, para el grupo conformado por O15-O15PC1 con un 105 % de similitud, ambas comparten dps (02) especies y dominancias son similares, a este grupo también se une la estación un grupo conformado por T14 con un 84 % de similitud.

Figura 157 Dendrograma de similitud de Jaccard (izquierda) y Morisita (derecha) por estaciones de monitoreo del Pajonal andino en temporada seca 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.2.3. ANÁLISIS POR ZONA DEL PROYECTO

6.2.2.3.1. 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 ($H' = 0.67$ 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 cinco (5) especies y 25 individuos. Los valores obtenidos para el índice de Shannon-Wiener en esta cobertura fueron 1.41 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 nueve (9) especies y 76 individuos. Los valores para el índice de Shannon-Wiener oscilaron entre 1,61 bits/ind evidenciándose una baja diversidad.

Cuadro 6.66. Riqueza, abundancia y diversidad de especies en la zona de operaciones en temporada seca 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: ASILORSA, 2022

6.2.2.3.2. 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 1.18 bits/individuo. El índice de Simpson 0.58 probits/ind. Con lo cual, se evidencia una baja diversidad.

Cuadro 6.67. Riqueza, abundancia y diversidad de especies en la zona de abastecimiento en temporada seca 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	6	13	1.29	0.59	0.71
Pajonal andino	Pajonal	T16	2	3	0.64	0.44	0.92
Pajonal andino	Pajonal	T20	2	12	0.29	0.15	0.41
Pajonal andino	Pajonal	T6-AB	1	11	0	0	0
ZONA DE ABASTECIMIENTO			7	39	1.19	0.58	0.61

Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.2.4. ANÁLISIS POR FORMACIÓN VEGETAL

C. ZONA DE OPERACIONES

6.2.2.4.1. BOSQUE DE POLYLEPIS

6.2.2.4.1.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

A. MAMÍFEROS MENORES (ROEDORES)

Para la evaluación de la formación Bosque de Polylepis se evaluó una estación de monitoreo, O15, donde se registraron dos (02) especies, *Akodon albiventer* "Ratón campestre de vientre blanco", y *Phyllotis xanthopygus* perteneciente a la familia Cricetidae (Orden Rodentia).

Cuadro 6.68. Listado de especies de roedores en la formación de Bosque de *Polylepis* en temporada seca 2022

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

Elaboración: ASILORZA, 2022.

B. MAMÍFEROS MEDIANO Y MAYORES

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

Cuadro 6.69. Listado de especies de mamíferos medianos y mayores en la formación de Bosque de *Polylepis* en temporada seca 2022

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

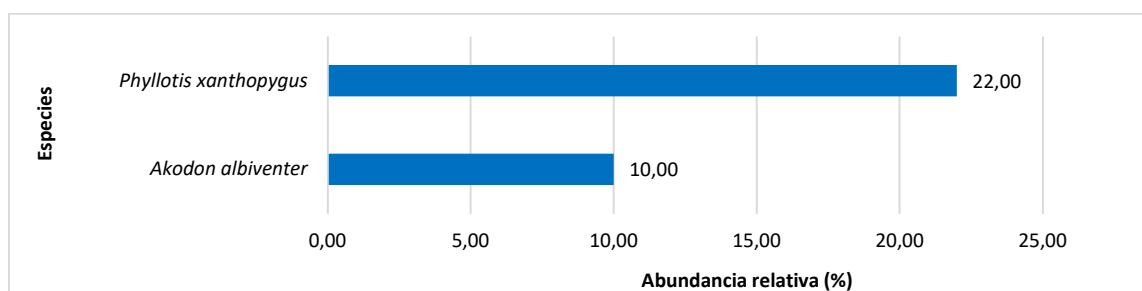
Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.2.4.1.2. ABUNDANCIA

A. MAMÍFEROS MENORES (ROEDORES)

Esta formación compuesta únicamente por la estación O15, registró en total de dos (02) especies con una abundancia de 16 individuos, predominando la especie *Akodon albiventer* "Ratón campestre de vientre blanco" con 11 individuos y abundancia relativa de 22 %.

Figura 158 Abundancia relativa de roedores en la formación Bosque de *Polylepis* en temporada seca 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

B. 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 9 puntos para el Bosque de *Polylepis*, sin embargo, estos son menores 10 y 15 por tanto no se confirma su presencia en esta formación.

Cuadro 6.70. Índices de Ocurrencia y de Actividad de Boddicker aplicados a mamíferos medianos y mayores en la formación de Bosque de *Polylepis* en temporada seca 2022

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	O15	IO	IA
Artiodactyla	Cervidae	<i>Hippocamelus antisensis</i>	Taruca	1 (He) / 1 (Hu)	9	9
				4 pts / 5 pts		
				4 pts / 5 pts		
Carnívora	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>		1 (He)	4	4
				4 pts		
				4 pts		

IO: Índice de Ocurrencia; IA: Índice de Actividad

He: Heces; Ma: Madriguera

Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.2.4.1.3. DIVERSIDAD

Para los índices de diversidad, el Bosque de *Polylepis* presenta valores bajos de diversidad (0.62 bits/ind.), debido a la presencia de dos especies.

Cuadro 6.71. Riqueza, abundancia y diversidad de roedores en la formación de Bosque de *Polylepis* en temporada seca 2022

Estación de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon-Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice de Pielou (J')
O15	2	16	0.62	0.42	0.90

Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.2.4.2. CARDONAL - PISO DE CACTÁCEAS COLUMNARES

6.2.2.4.2.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

A. 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 dos (02) especies, *Phyllotis xanthopygus* perteneciente a la familia Cricetidae (Orden Rodentia) y *Thylamys pallitor* perteneciente a la familia Didelphidae (Didelphimorphia).

Cuadro 6.72. Listado de especies de roedores en la formación de Cardonal-Piso de Cactáceas columnares en temporada seca 2022

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	O34	OCONTROL	M-52
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Thylamys pallidior</i>	Marmosa pálida			X
Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis xanthopygus</i>	Ratón orejón de ancas amarillentas	X		

Elaboración: ASILORZA, 2022.

B. 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 dos especies (02), pertenecientes a dos familias y dos ordenes.

Cuadro 5.3. Listado de especies de mamíferos medianos y mayores en la formación de Cardonal-Piso de Cactáceas columnares en temporada seca 2022

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

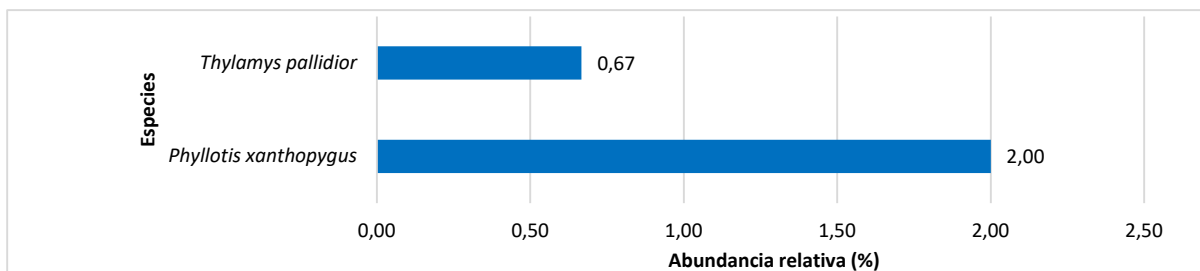
Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.2.4.2.2. ABUNDANCIA

A. MAMÍFEROS MENORES (ROEDORES)

Esta formación compuesta únicamente por las estaciones de monitoreo, O34, OCONTROL y M-52, registró en total de dos (02) especies con una abundancia de cuatro (04) individuos, predominando la especie *Phyllotis xanthopygus* “Ratón orejón de ancas amarillentas” con tres (03) individuos y abundancia relativa de 2 %.

Cuadro 6.73. Abundancia relativa de roedores en la formación Cardonal-Piso de Cactáceas columnares en temporada seca 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

B. MAMÍFEROS MEDIANOS Y MAYORES (ÍNDICE DE OCURRENCIA Y ACTIVIDAD)

A partir de los datos obtenidos por medio de evidencias directas (avistamiento de individuos), la *Lagidium viscacia* “vizcacha” obtuvo un índice de actividad de 70 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 6.74. 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 seca 2022

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	O34	OCONTROL	M-52	IO	IA
Carnivora	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro colorado	2 (He)			4	8
				4 pts				
				8 pts				
Rodentia	Chinchillidae	<i>Lagidium viscacia</i>	Vizcacha			7 (Obs)	7	70
						10 pts		
						70 pts		

IO: Índice de Ocurrencia; IA: Índice de Actividad

He: Heces; Ma: Madriguera

Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.2.4.2.3. DIVERSIDAD

Para los índices de diversidad, el Bosque de *Polylepis* presenta valores bajos de diversidad (0.00 bits/ind.), debido a la presencia de dos especies.

Cuadro 6.75. Riqueza, abundancia y diversidad de roedores en la formación de Bosque de *Polylepis* en temporada seca 2022

Estación de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon-Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice de Pielou (J')
O34	1	3	0	0	0
OCONTROL	0	0	-	-	-
M-52	1	1	0	0	0

Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.2.4.3. MATORRAL ARBUSTIVO

6.2.2.4.3.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

C. MAMÍFEROS MENORES (ROEDORES)

Se evaluó siete (07) estaciones de monitoreo durante la Temporada seca, registrándose un total de cinco (05) especies, todas pertenecientes a la familia Cricetidae del orden Rodentia. Los puntos de monitoreo de mayor riqueza fueron O31 y O32 con dos (2) especies en cada una, las demás estaciones registraron una (1) especies, con excepción de O10 que no registró especies.

Cuadro 6.76. Listado de especies de roedores en la formación de Matorral arbustivo en temporada seca 2022

Orden	Familia	Especie	Nombre común	O10	O31	O6	O9	O32	O33
Rodentia	Cricetidae	<i>Akodon albiventer</i>	Ratón campestre de vientre blanco		X		X		
Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis limatus</i>	Ratón vespertino			X		X	
Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis osilae</i>	Ratón orejón de Lima					X	
Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis xanthopygus</i>	Ratón orejón de Asillo		X				
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Thylamys pallidior</i>	Marmosa pálida						X

Elaboración: ASILORZA, 2022.

D. MAMÍFEROS MEDIANOS Y MAYORES

Para la formación Matorral arbustivo se evaluaron seis (6) estaciones de monitoreo: O10, O31, O6, O9, O32 y O33, se obtuvo registros de evidencias directas ni indirectas para mamíferos medianos y mayores para las seis (06) 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 6.77. Listado de especies de mamíferos medianos y mayores en la formación de Matorral arbustivo en temporada seca 2022

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	O10	O31	O6	O9	O32	O33
Carnivora	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro colorado	X	X			X	
Artiodactyla	Cervidae	<i>Hippocamelus antisensis</i>	Taruca				X		
Artiodactyla	Camelidae	<i>Lama guanicoe</i>	Guanaco					X	
Rodentia	Chinchilidae	<i>Lagidium viscacia</i>	Vizcacha	X	X	X		X	X

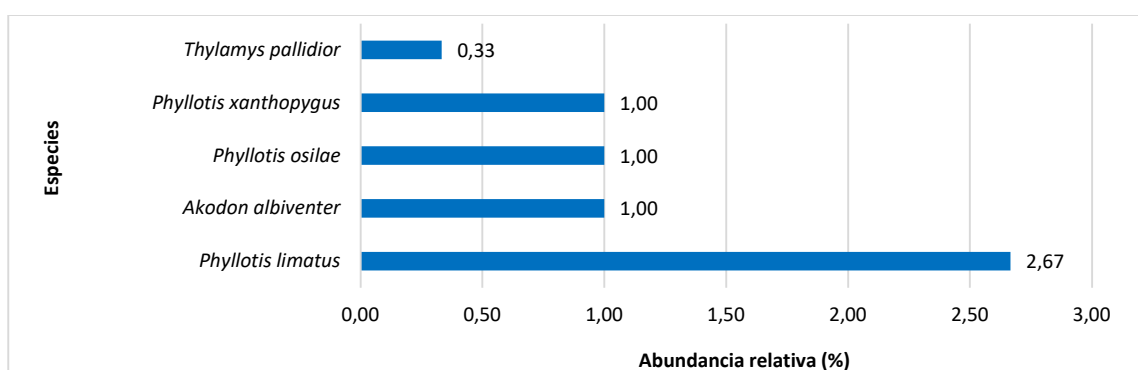
Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.2.4.3.2. ABUNDANCIA

A. MAMÍFEROS MENORES

Esta formación estuvo compuesta por los puntos O10, O31, O6, O9, O32 y O33, y se registró un total de 18 individuos. La especie más abundante fue el “Ratón orejón de Lima” *Phyllotis limatus* con ocho (8) individuos (2.67 % abundancia relativa), seguido *Akodon albiventris* “Ratón campestre de vientre blanco”, “Ratón orejón de Asilo” *Phyllotis osilae* y *Phyllotis xanthopygus* con tres (3) individuos (1.00 %) cada uno.

Figura 159 Abundancia relativa de roedores en la formación de Matorral arbustivo en temporada seca 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

En cuanto a la abundancia de roedores por estaciones de monitoreo en el Matorral arbustivo, O32 obtuvieron el mayor registro de abundancia con seis (06) individuos; le sigue O31 con cinco individuos, y O6, O9 y O33 con un total de un (01) individuo cada uno.

B. 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 *Lagidium viscacia* “Vizcacha”, debido a que obtuvo valores superiores a 10 y 25 de puntuación (MINAM, 2015). Del mismo modo para *Hippocamelus antisensis* “Taruca”, esta presente y realiza sus actividades en este tipo de cobertura vegetal.

Cuadro 6.78. Índices de Ocurrencia y de Actividad de Boddicker aplicados a mamíferos medianos y mayores en la formación de Matorral arbustivo en temporada seca 2022

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	O10	O31	O6	O9	O32	O33	IO	IA
Carnivora	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro colorado	1 (He)	1 (He)			1 (He)		4	12
				4 pts	4 pts			4 pts			
				4 pts	4 pts			4 pts			
Artiodactyla	Cervidae	<i>Hippocamelus antisensis</i>	Taruca				1 (Obs)			10	10
							10 pts				
							10 pts				
Artiodactyla	Camelidae	<i>Lama guanicoe</i>	Guanaco					1 (Hu) / 1 (He)		9	9
								5 pts / 4 pts			
								5 pts / 4 pts			
Rodentia	Chinchillidae	<i>Lagidium viscacia</i>	Vizcacha	1 (IObs) / 1 (He)	1 (IObs) / 1 (He)	6 (Obs)		1 (IObs) / 1 (He)	4 (Obs)	14	142
				10 pts / 4 pts	10 pts / 4 pts	10 pts		10 pts			
				10 pts / 4 pts	10 pts / 4 pts	60 pts		40 pts			

IO: Índice de Ocurrencia; IA: Índice de Actividad

He: Heces; Hu: Huellas; Ind: Individuos

Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.2.4.3.3. DIVERSIDAD

En cuanto a la diversidad, la formación de Matorral arbustivo presentó valores de diversidad bajos. El índice de Shannon obtuvo valores entre 0.67 bits/individuo en O31 y 0.69 bits/individuo en O32, este último punto de monitoreo representa la mayor diversidad obtenida en esta formación. El índice de Simpson fluctuó entre 0.48 Probits/individuo para O31 y 0.50 probits/individuo en O32.

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 6.79. Riqueza, abundancia y diversidad de roedores en la formación de Matorral arbustivo en temporada seca 2022

Estaciones de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon-Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice de Pielou (J')
O31	2	5	0.67	0.48	0.97
O10	0	0	–	–	–
O6	1	5	0	0	0
O9	1	1	0	0	0
O32	2	6	0.69	0.50	1.00
O33	1	1	0	0	0

Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.2.4.4. MONTE RIBEREÑO

6.2.2.4.4.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

C. MAMÍFEROS MENORES (ROEDORES)

Dos (2) estaciones de monitoreo fueron evaluados (O8, T6-OP) durante la Temporada seca 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 registró una especie.

Cuadro 6.80. Listado de especies de roedores en la formación de Monte ribereño en temporada seca 2022

Orden	Familia	Especie	Nombre común	O8	T6-OP
Rodentia	Cricetidae	<i>Akodon albiventer</i>	Ratón campestre de vientre blanco	X	X
	Cricetidae	<i>Phyllotis limatus</i>	Ratón vespertino		X

Elaboración: ASILORZA, 2022.

D. 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 e indirectas para mamíferos medianos y mayores para las estaciones. Con el registro tres (03) especies distribuidas en tres (03) órdenes y tres (03) familias: *Lycalopex culpaeus*, *Vicugna vicugna*, y *Lagidium viscacia*.

Cuadro 6.81. Listado de especies de mamíferos medianos y mayores en la formación de Monte ribereño en temporada seca 2022

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	O8	T6-OP
Carnívora	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro	X	X
Artiodactyla	Camelidae	<i>Vicugna vicugna</i>	Vicuña		X
Rodentia	Chinchilidae	<i>Lagidium viscacia</i>	Vizcacha	X	x

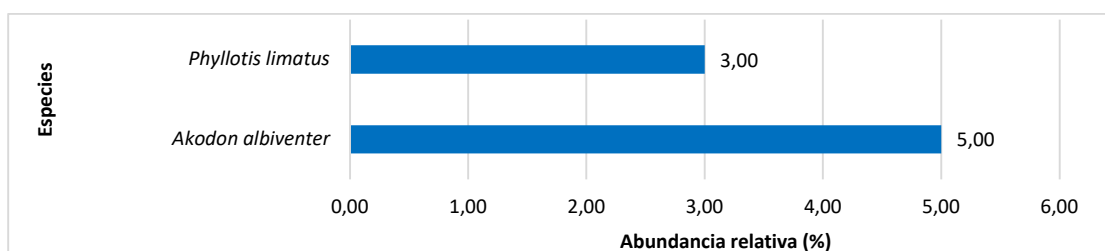
Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.2.4.4.2. ABUNDANCIA

A. MAMÍFEROS MENORES

Esta formación compuesta por los 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 160 Abundancia relativa de roedores en la formación de Monte ribereño en temporada seca 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

A nivel de abundancia por estaciones de monitoreo, la estación T6-OP fue la única que obtuvo registros por tanto presenta el mayor número de individuos (7).

B. 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 de las especies registradas por tener valores mayores a 10 y 25 puntos (MINAM, 2015).

Cuadro 6.82. Índices de Ocurrencia y de Actividad de Boddicker aplicados a mamíferos medianos y mayores en la formación de Matorral arbustivo en temporada seca 2022

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	T6-OP	O8	IO	IA
Carnívora	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Carnívora	1 (Hu), 2 (He), 1 (Obs)	3 (Hu)	19	38
				5 pts / 4 pts / 10 pts	5 pts		
				5 pts / 8 pts / 10 pts	15 pts		
Artiodactyla	Camelidae	<i>Vicugna vicugna</i>	Artiodactyla	15 (Obs)		10	150
				10 pts			
				150 pts			
Rodentia	Chinchillidae	<i>Lagidium peruanun</i>	Vizcacha peruana	2 (Obs)	1 (Obs)	10	30
				10 pts	10 pts		
				20 pts	10 pts		

IO: Índice de Ocurrencia; IA: Índice de Actividad

He: Heces; Hu: Huellas; Ind: Individuos

Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.2.4.4.3. DIVERSIDAD

En cuanto a la diversidad, se obtuvieron valores muy bajos, 0.68 bits/ind para el índice de Shannon-wiener y para índice de Simpson, 0.49 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 6.83. Riqueza, abundancia y diversidad de roedores en la formación de Monte ribereño en temporada seca 2022

Estaciones de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon-Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice de Pielou (J')
O8	1	1	0	0	0
T6	2	7	0.68	0.49	0.99

Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.2.4.5. PAJONAL-MATORRAL ARBUSTIVO

6.2.2.4.5.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

A. MAMÍFEROS MENORES (ROEDORES)

Dos (2) estaciones de monitoreo fueron evaluados durante la Temporada seca en esta unidad de vegetación registrándose un total de cinco (05) especies, todas pertenecientes a la familia

Cricetidae del orden Rodentia. El punto de monitoreo O15PC1 registró las dos (2) especies. Mientras que la estación T14 se registraron cuatro (04) especies.

Cuadro 6.84. Listado de especies de roedores en la formación de Pajonal-Matorral arbustivo en temporada seca 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>Akodon subfuscus</i>	Ratón campestre de Puno		X
Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis osilae</i>	Ratón orejón de Asilo		X
Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis xanthopygus</i>	Ratón orejón de ancas amarillentas	X	X

Elaboración: ASILORZA, 2022.

B. MAMÍFEROS MEDIANOS Y MAYORES

En esta formación se registraron cuatro (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 6.85. Listado de especies de mamíferos medianos y mayores en la formación de Pajonal-Matorral arbustivo en temporada seca 2022

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	O15CP1	T14
Carnívora	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>		X	x
Artiodactyla	Camelidae	<i>Lama guanicoe</i>	Guanaco	X	
Artiodactyla	Cervidae	<i>Hippocamelus antisensis</i>	Taruca		X
Mamíferos mayores	Rodentia	Chinchillidae		X	

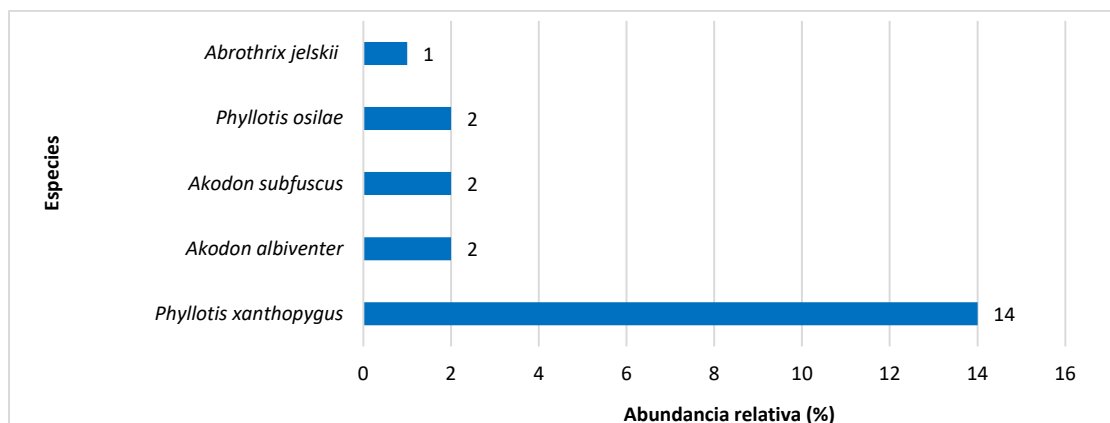
Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.2.4.5.2. ABUNDANCIA

A. MAMÍFEROS MENORES (ROEDORES)

Esta formación compuesta por las estaciones de monitoreo O15PC1 y T14, registró en total 21 individuos. La especie más abundante fue el “Ratón campestre de ancas amarillas” *Phyllotis xanthopygus* con 14 individuos (14.00 % abundancia relativa), seguido del “Ratón orejón de Asilo” *Phyllotis osilae*, *Akodon subfuscus* y *Akodon albiventer* con dos (02) individuos (2 %) y las demás especies tuvieron una abundancia absoluta de un individuo, es decir, 1 %.

Figura 161 Abundancia relativa de roedores en la formación de Pajonal-Matorral arbustivo en temporada seca 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

B. 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: *Lycalopex culpaeus* 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 6.86. Índices de Ocurrencia y de Actividad de Boddicker aplicados a mamíferos medianos y mayores en la formación de Pajonal-Matorral arbustivo en temporada seca 2022

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	O15PC1	T14	IO	IA
Carnivora	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro colorado	1 (He)	1 (He)	4	8
				4 pts	4 pts		
				4 pts	4 pts		
Artiodactyla	Cervidae	<i>Hippocamelus antisensis</i>	Taruca	1 (Obs)		10	10
				10 pts			
				10 pts			
Artiodactyla	Camelidae	<i>Lama guanicoe</i>	Guanaco		1 (Hu) / 1 (He) / 1 (Obs)	19	19
					5 pts / 4 pts / 10pts		
					5 pts / 4 pts		
Rodentia	Chinchillidae	<i>Lagidium viscacia</i>	Vizcacha	1 (IObs) / 1 (He)		14	14
				10 pts / 4 pts			
				10 pts / 4 pts			

IO: Índice de Ocurrencia; IA: Índice de Actividad

He: Heces; Ind: Individuos

Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.2.4.5.3. DIVERSIDAD

La formación de Pajonal-Matorral arbustivo presentó una diversidad baja, cuyos índices de Shannon-Wiener fueron 0.56 bits/ind en O15PC1 y 0.38 probit/ind, y una equidad de 0.81 que nos

demuestra la predominancia de una especie. Mientras que para la estación T14, los índices fueron mayores con 1.07 bits/ind.

Cuadro 6.87. Riqueza, abundancia y diversidad de roedores en la formación de Pajonal-Matorral arbustivo en temporada seca 2022

Estaciones de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon-Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice de Pielou (J')
O15PC1	2	8	0.56	0.38	0.81
T14	4	13	1.07	0.57	0.77

Elaboración: ASILORZA, 2022.

B. ZONA DE ABASTECIMIENTO

6.2.2.4.6. PAJONAL ANDINO

6.2.2.4.6.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

A. MAMÍFEROS MENORES TERRESTRES (ROEDORES)

De las cuatro (4) estaciones de monitoreo fueron evaluados durante la Temporada húmeda en esta unidad de vegetación registrándose un total de siete (07) especies, pertenecientes a la familia Cricetidae y Abrocomidae del orden Rodentia. El punto de monitoreo T16 registró el mayor número de especies, seis (06) especies. Es importante señalar que la estación T16 registró dos (02) especies.

Cuadro 6.88. Listado de especies de roedores en la formación de Pajonal andino en temporada seca 2022

Orden	Familia	Especie	Nombre común	T20	T6	T15	T16
Rodentia	Abrocomidae	<i>Abrocoma cinerea</i>	Rata chinchilla cenicienta			x	
Rodentia	Cricetidae	<i>Abrothrix andina</i>	Ratón campestre andino			X	
Rodentia	Cricetidae	<i>Abrothrix jelskii</i>	Ratón campestre de jelskii	X	x	X	
Rodentia	Cricetidae	<i>Auliscomys sublimis</i>	Ratón orejón sublime; pericote de los Andes			X	x
Rodentia	Cricetidae	<i>Calomys sp</i>	Ratón vespertino				X
Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis osilae</i>	Ratón orejón de Lima			X	
Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis xanthopygus</i>	Ratón orejón de Asillo	x		X	

Elaboración: ASILORZA, 2022.

B. 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 6.89. Listado de especies de mamíferos medianos y mayores en la formación de Pajonal andino en temporada seca 2022

Orden	Familia	Especie	Nombre común	T15	T16	T20	T6
Carnivora	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro colorado	X		X	
Artiodactyla	Camelidae	<i>Vicugna vicugna</i>	Vicuña	X	X		X
Artiodactyla	Cervidae	<i>Hippocamelus antisensis</i>	Taruca	X			
Rodentia	Chinchillidae	<i>Lagidium viscacia</i>	Vizcacha	X	X	X	

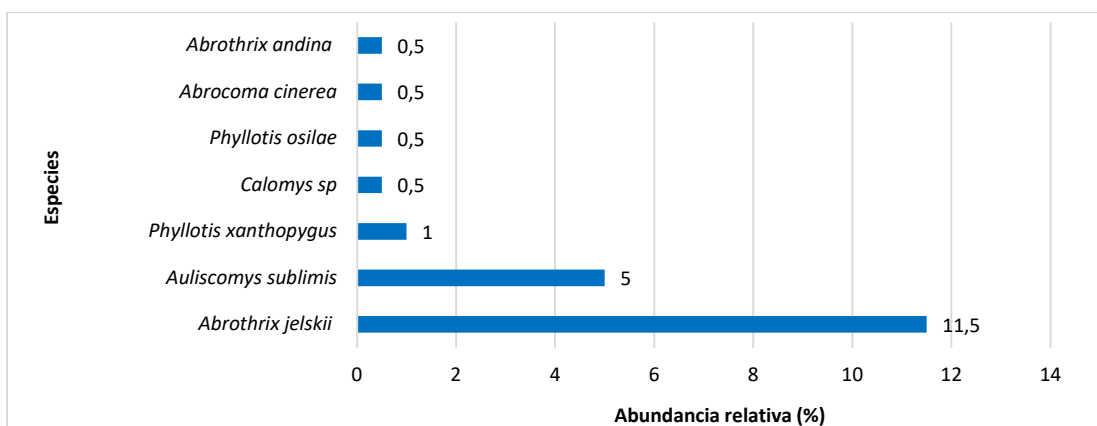
Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.2.4.6.2. ABUNDANCIA

A. MAMÍFEROS MENORES TERRESTRES (ROEDORES)

Esta formación compuesta por las estaciones de monitoreo T15, T16, T20 y T6 (zona de abastecimiento), registró en total 39 individuos. La especie más abundante fue el *Abrothrix jelskii* con 23 individuos (11.5 % abundancia relativa), seguido de *Auliscomys sublimis* con 10 individuos (5 %).

Figura 162 Abundancia relativa de roedores en la formación de Pajonal andino en temporada seca 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

A nivel de abundancia por estaciones de monitoreo, T15 obtuvo la mayor abundancia con 13 individuos; mientras que T20 registró 12 individuos, siendo las especies más abundantes “Ratón campestre de Jelskii” *Abrothrix jelskii* con 11 individuos cada una.

B. 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 6.90. Índices de Ocurrencia y de Actividad de Boddicker aplicados a mamíferos medianos y mayores en la formación de Pajonal en temporada seca 2022

Orden	Familia	Especie	Nombre Común	T15	T16	T20	T-6	IO	IA
Carnivora	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro colorado	1 (Hu)		1 (Obs) / 2 (He)		19	23
				5 pts		10 pts / 4 pts			
				5 pts		10 pts / 8 pts			
Artiodactyla	Camelidae	<i>Vicugna vicugna</i>	Vicuña	2 (Obs)	6 (Obs) / 1 (He)		11 Ca	18	128
				10 pts	10 pts / 4 pts		4 pts		
				20 pts	60 pts / 4 pts		44 pts		
Artiodactyla	Cervidae	<i>Hippocamelus antisensis</i>	Taruka	7 (He)				4	28
				4 pts					
				28 pts					
Rodentia	Chinchillidae	<i>Lagidium viscacia</i>	Vizcacha	7 (He)		1 (Obs) / 1 (He)	1 (Obs) / 1 (He)	14	52
				4 pts		10 pts / 4 pts	10 pts / 4 pts		
				28 pts		10 pts / 4 pts	10 pts / 4 pts		

IO: Índice de Ocurrencia; IA: Índice de Actividad

He: Heces; Ind: Individuos

Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.2.4.6.3. DIVERSIDAD

La formación de Pajonal presentó una diversidad baja, cuyos índices de Shannon-Wiener fueron 1.29 bits/ind en T15 y 0.29 bit/ind en T20. Los índices de Simpson y Equidad de Pielou presentaron valores de que indica la predominancia de algunas especies y distribución casi homogénea de los individuos entre las especies registradas para T16.

Cuadro 6.91. Riqueza, abundancia y diversidad de roedores en la formación de Pajonal andino en temporada seca 2022

Estaciones de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon-Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice de Pielou (J')
T15	6	13	1.29	0.59	0.71
T16	2	3	0.64	0.44	0.92
T20	2	12	0.29	0.15	0.41
T-6	1	11	0	0	0

Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.2.5. 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 2 500 km de distancia aproximadamente, 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 39 vicuñas.

Cuadro 6.92. Registros directos e indirectos de “Vicuñas” y “Tarucas” en temporada seca 2022

Punto de monitoreo	Coordenadas UTM		<i>Hippocamelus antisensis</i> “Taruca”		<i>Vicugna vicugna</i> “Vicuña”					
	Este	Norte	Avistamiento	Huella	Avistamiento	Estercolero	Fecundación	Huella	Revolcadero	Sendero
Ma-01										
Ma-02										
Ma-03	355356	8147957			4					
Ma-04	353851	8158816			14					

Punto de monitoreo	Coordenadas UTM		<i>Hippocamelus antisensis</i> "Taruca"		<i>Vicugna vicugna</i> "Vicuña"					
	Este	Norte	Avistamiento	Huella	Avistamiento	Estercolero	Feca	Huella	Revolcadero	Sendero
	353851	8158816			3					
Ma-05	368229	8151058			11					
	369076	8150805			7					

Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.2.6. 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 por cada punto de monitoreo, 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 6.93. Registros directos e indirectos de “Guanaco” en temporada seca 2022

Estación de monitoreo	Coordenadas UTM		Lama guanicoe				
	Este	Norte	Avistamiento	Heces	Huella	Revolcadero	Estercolero
Quebrada Salviani	324343	8104354		x			
	324537	8104430	4				
Cerro prieto	323289	8102857	3				
	323224	8102645					x
	323568	8102548					x
	324076	8102639	1				
Pampa Tolar	323791	8099925				x	
	324984	8100285	8				
	326495	8099353					x
Quebrada Yarito	326303	8096471	1				
	326198	8096407			x		
	326170	8096446				x	
	324761	8096489				x	

Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.2.7. ESPECIES DE IMPORTANCIA BIOLÓGICA

5.2.1.3.2. 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 6.94. 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>	Ratón campestre de Puno	-	LC	-	-
5	Rodentia	Cricetidae	<i>Auliscomys sublimis</i>	Ratón orejón sublime; pericote de los Andes	-	LC	-	-
6	Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis limatus</i>	Ratón orejón de Lima	-	LC	-	-
7	Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis magister</i>	Ratón orejón maestro	-	LC	-	-
8	Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis osilae</i>	Ratón orejón de Asillo	-	LC	-	-
9	Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis xanthopygus</i>	Ratón orejón de ancas amarillentas	-	LC	-	-
10	Rodentia	Abrocomidae	<i>Abrocoma cinerea</i>	Rata chinchilla cenicienta	-	LC	-	-
11	Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Thylamys pallidior</i>	Marmosa pálida	-	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.

5.2.1.3.3. ESPECIES ENDÉMICAS

En el presente monitoreo, no se registraron especies endémicas.

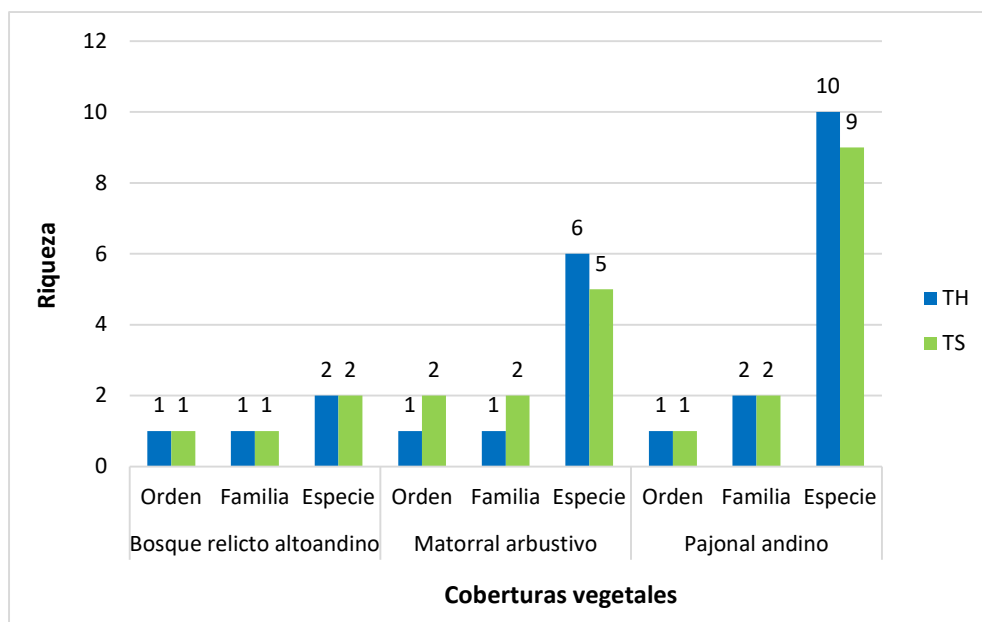
5.2.1.3.4. ESPECIES POTENCIALES DE USO LOCAL

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.

6.2.2.8. COMPARACIÓN ESTACIONAL

Respecto a la riqueza de especies por temporada de evaluación para el año 2022, es importante destacar la disminución de especies, como producto de las actividades realizadas, que reducen la disponibilidad de recursos, modificación de los hábitats y en consecuencia el desplazamiento de los mismos. Es importante destacar que la cobertura vegetal Bosque relicto altoandino presentó la misma riqueza de especies.

Figura 163 Riqueza de mamíferos por zonas del proyecto, por temporada de evaluación



Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.2.9. COMPARACIÓN DE RESULTADOS DEL MAP CAMPAÑA N°8 VS LAS ANTERIORES CAMPAÑAS DEL MAP

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 seca 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.

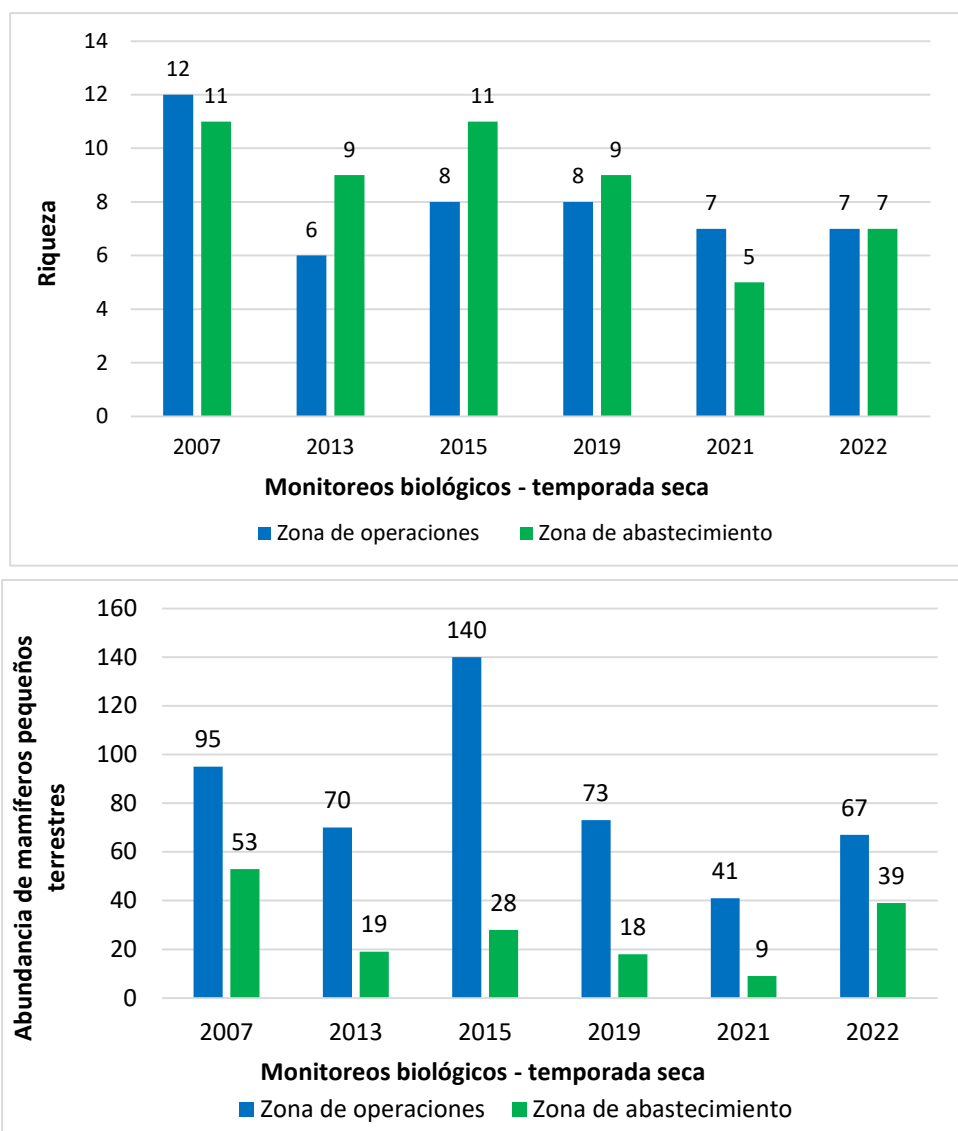
Para la zona de operaciones se observa un patrón distinto de comportamiento de la riqueza de especies, manteniéndose ligeramente la riqueza en las evaluaciones del 2007, 2013, 2015 y 2022.

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.

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 164 Riqueza y abundancia de mamíferos por zonas del proyecto, durante los monitoreos de Temporada seca 2007, 2013, 2015, 2019 y 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.3. HERPETOFAUNA

6.2.3.1. ANÁLISIS TOTAL EN EL ÁREA DEL PROYECTO

6.2.3.1.1. ESFUERZO DE MUESTREO

En el área del proyecto se evaluó un total de 72 VES, distribuidos en 18 estaciones de monitoreo. Es importante mencionar que, en comparación con las campañas anteriores, Campaña 8 (TH) y 9 (TS) se evaluaron dos estaciones de monitoreo más, O32 y O33, correspondientes a la cobertura vegetal Matorral arbustivo (O32 y O33), y respecto a la Campaña 10 (TH) se evaluó una estación menos

(O15PC8) correspondiente al Pajonal andino. 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 6.95. Esfuerzo de muestreo realizado en el área del proyecto en temporada seca 2022

Cobertura vegetal	Transecto de Banda Fija (TBF)	Búsqueda por Encuentro Visuales (VES)
Matorral arbustivo		40
Bosque relictado altoandino		4
Pajonal andino		28
Total	0	72

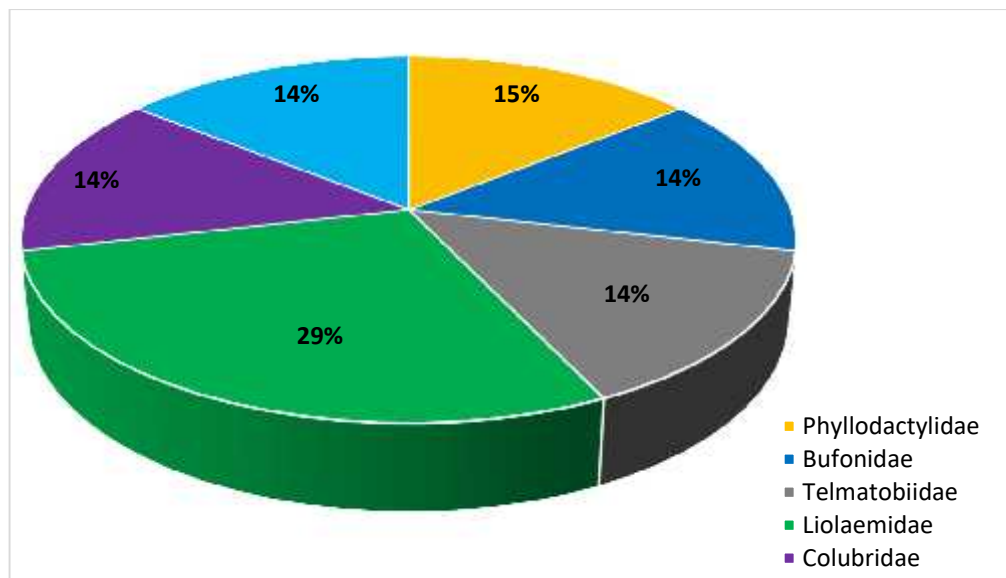
Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.3.1.2. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

En toda el área del proyecto considerando los muestreos cuantitativos y cualitativos durante la Temporada húmeda se reportó un total de siete (7) especies, de los cuales tres (3) corresponden a la clase Amphibia, Orden Anura y a las familias Telmatobiidae, Leptodactylidae y Bufonidae y cuatro (4) de la clase Reptilia, orden Squamata, familia Liolaemidae, Colubridae y Phyllodactylidae.

Es importante mencionar que la especie de culebra *Tachymenis peruviana* se registró mediante registros oportunistas en la estación de monitoreo T-14.

Figura 165 Composición de especies a nivel de familias en temporada seca 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Cuadro 6.96. Número de familias, géneros y especies de anfibios y reptiles registrados en temporada seca 2022

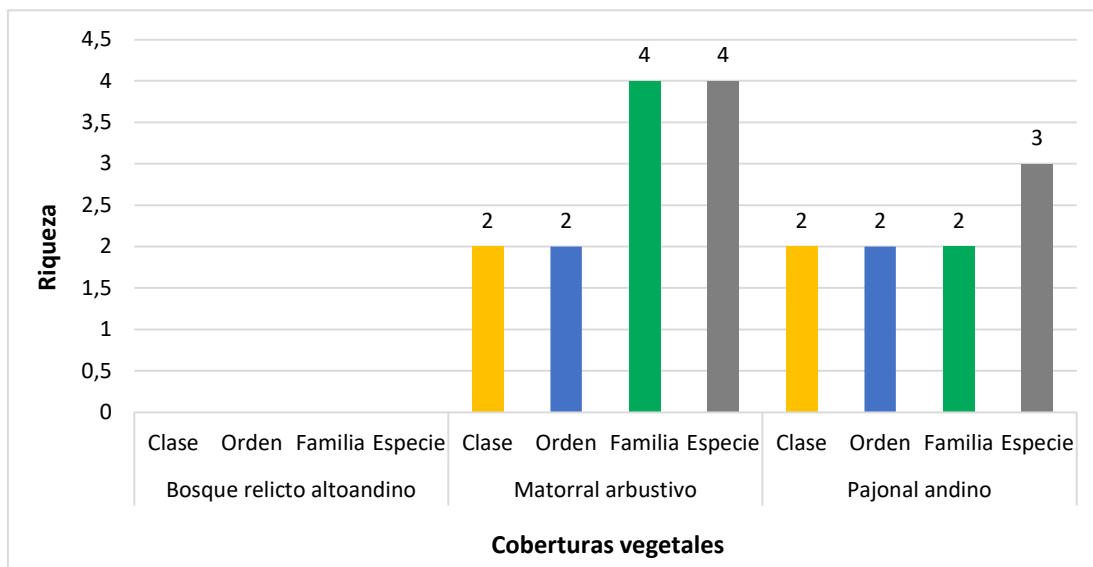
Clase	Orden	N° de familias	N° de Géneros	N° de especies
Amphibia	Anura	3	3	3
Reptilia	Squamata	3	3	4
Total		6	6	7

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Las seis (06) especies identificadas: *Rhinella spinulosa* “jamp'atu, ampato, sapo”, *Telmatobius peruvianus* “rana acuática, k'ayra”, *Liolaemus cf-signifer* “lagartija, qalaiwa”, *Liolaemus tacnae* “lagartija, qalaiwa”, *Pleurodema marmoratum* y *Phyllodactylus gerrhopygus*, 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 Matorral arbustivo con cuatro (4) especies (2 Amphibia y 2 Reptilia), seguido del Pajonal andino con tres (3) especies (1 Amphibia y 2 Reptilia), mientras que en el Bosque Relicto Altoandino no se registraron especies.

Figura 166 Número de especies, familias, órdenes y clases por cobertura vegetal en temporada seca 2022



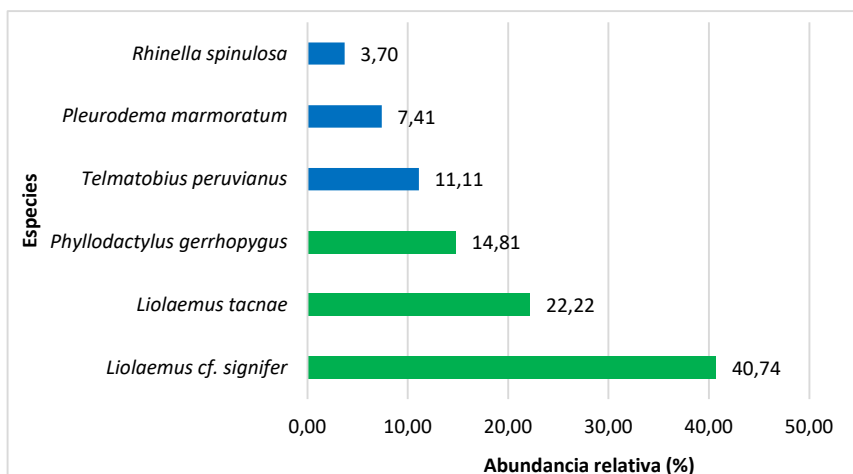
Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.3.1.3. ABUNDANCIA

Para determinar la abundancia se consideraron solo los registros obtenidos mediante los métodos cuantitativos, reportándose un total de 27 individuos. La “lagartija” *Liolaemus cf. signifer* fue la más abundante con el 40.74 % (11 ind.), seguida de *Liolaemus tacnae* con el 22.22 % (6 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.

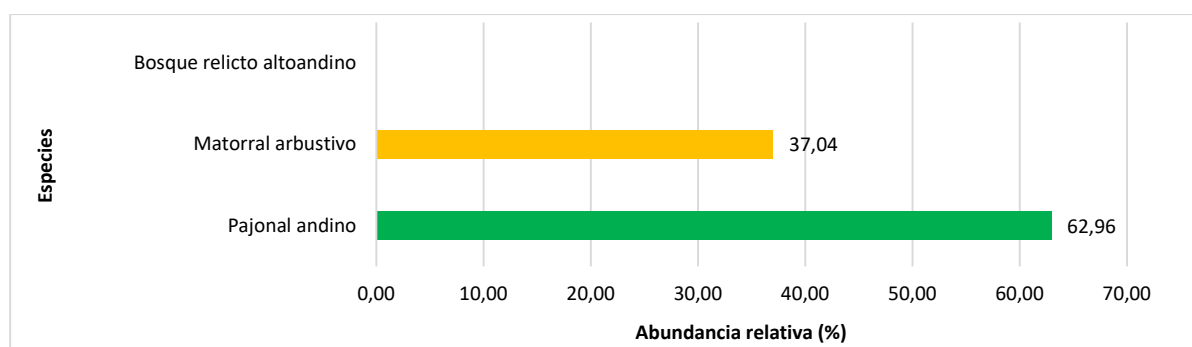
Figura 167 Abundancia relativa de anfibios y reptiles en temporada seca 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

A nivel de coberturas vegetales, la cobertura de Pajonal andino registró el mayor número de individuos, reportándose un total de 17 individuos que representa el 62.96 %, seguido del Matorral arbustivo con 10 individuo (37.04 %) y finalmente el Bosque relicto no registro especies.

Figura 168 Abundancia de anfibios y reptiles por cobertura vegetal



Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.3.1.4. 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 (1.28 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.

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 (> 2 bits/ind.).

Cuadro 6.97. Riqueza, abundancia y diversidad de herpetofauna por coberturas vegetales en temporada seca 2022

Cobertura vegetal	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice Pielou (J')
Bosque relictos altoandino	0	0			
Matorral arbustivo	4	10	1.28	0.70	0.92
Pajonal andino	3	17	0.87	0.51	0.80

Elaboración: ASILORZA, 2022.

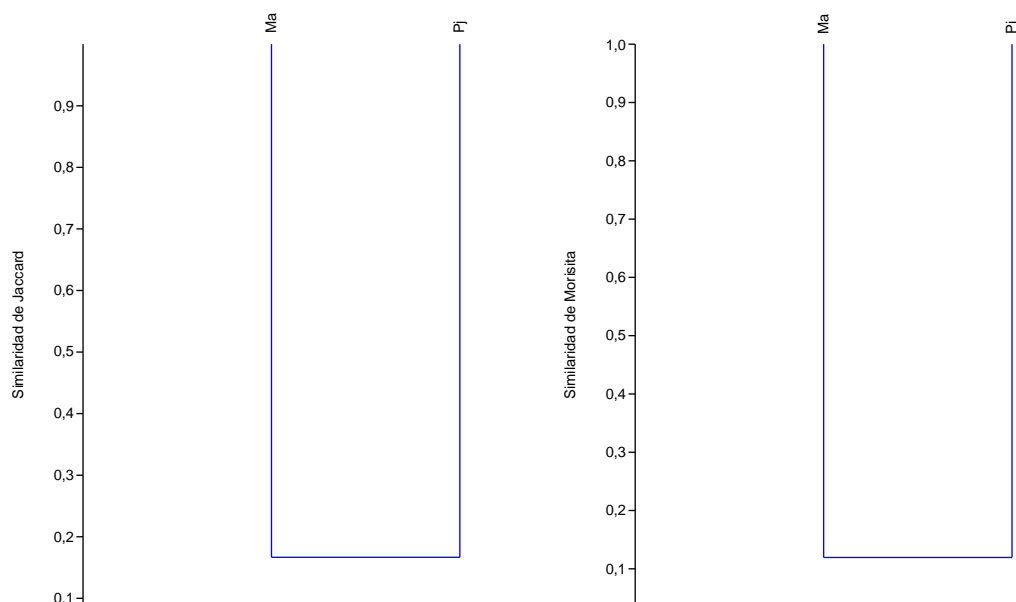
6.2.3.1.5. SIMILARIDAD DE JACCARD Y MORISITA

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 15 % de similitud la cobertura Pajonal andino (Pj) y Matorral arbustivo (Ma), debido a que comparten la especie *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 15 % de similitud.

Figura 169 Dendrograma de similitud de Jaccard (izquierda) y Morisita (derecha) por cobertura vegetal en temporada seca 2022



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

Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.3.2. ANÁLISIS POR COBERTURA VEGETAL

Las estaciones de monitoreo para herpetofauna estuvieron ubicados en tres (03) coberturas vegetales, las cuales son analizadas a continuación:

6.2.3.2.1. BOSQUE RELICTO ALTOANDINO

Para el monitoreo del Bosque relicto altoandino se evaluó la estación de monitoreo O31.

6.2.3.2.1.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

No se registraron especies.

6.2.3.2.1.2. ABUNDANCIA

No se registraron individuos.

6.2.3.2.1.3. DIVERSIDAD

Para estimar los índices de diversidad se requiere de información cuantitativa, en ese sentido, no se pueden estimar valores.

6.2.3.2.1.4. 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.

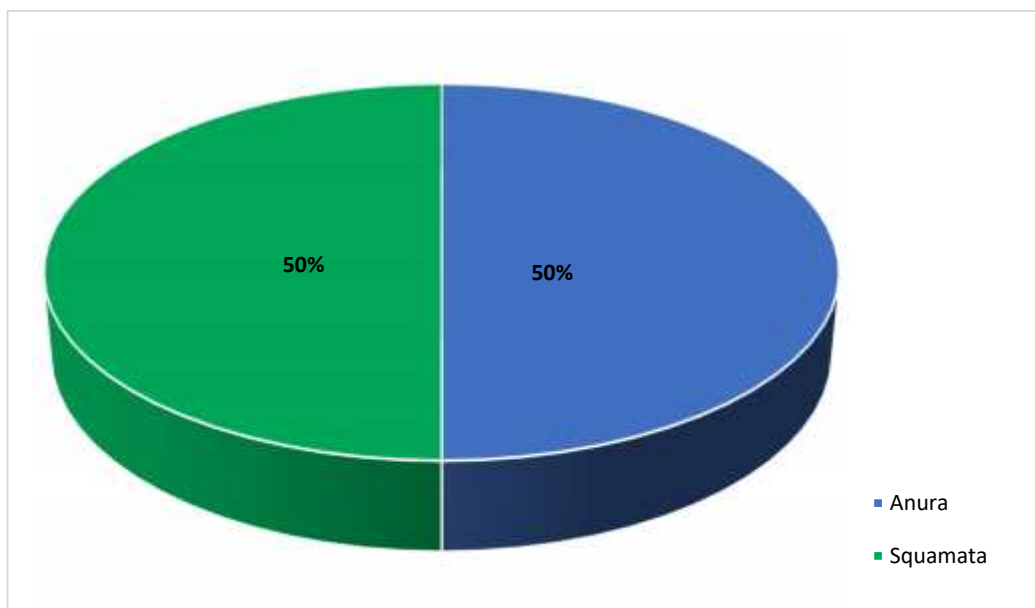
6.2.3.2.2. MATORRAL ARBUSTIVO

Para el monitoreo del Matorral arbustivo se evaluaron las estaciones de monitoreo O32, O33, O6, O9, O10, O34, O8, T6, Control O3 y M52.

6.2.3.2.2.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

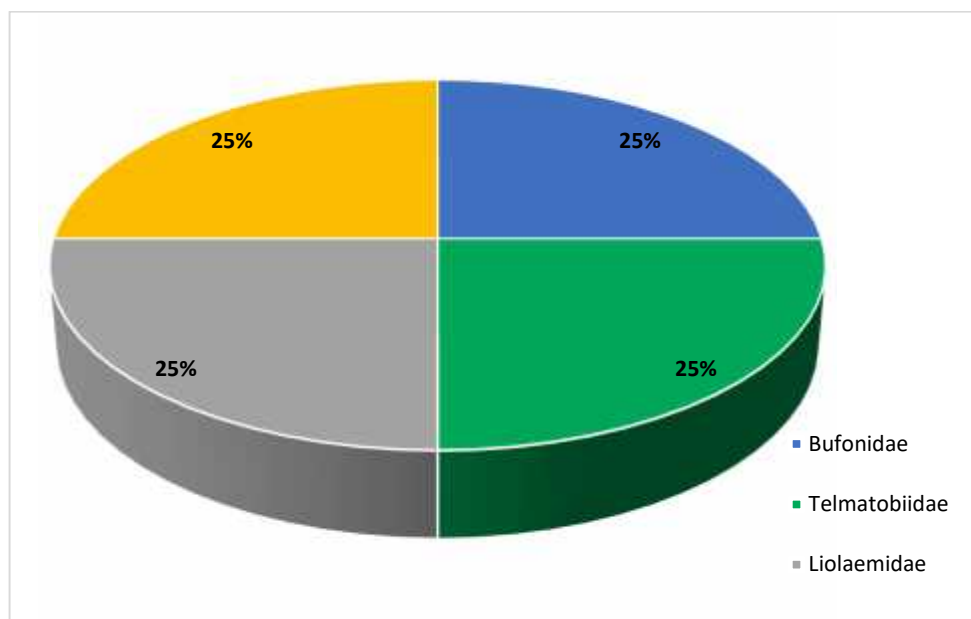
A nivel de composición y riqueza, se registraron cuatro (4) especies correspondientes a las familias Bufonidae y Telmatobiidae del orden Anura, clase Amphibia y la familia Liolaemidae y Phyllodactylidae del orden Squamata, clase Reptilia.

Figura 170 Composición de especies de anfibios y reptiles a nivel de orden taxonómico en la cobertura de Matorral arbustivo en temporada seca 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 171 Composición de especies anfibios y reptiles a nivel de familias en la cobertura de Matorral arbustivo en temporada seca 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 Phyllodactylidae. Las demás estaciones de monitoreo presentaron solo un (01) especie (T6, O33, O10, O6).

Asimismo, se obtuvo el único registro de la especie *Telmatobius peruvianus* “rana acuática, k'ayra” en la estación de monitoreo O8 y T6. Esta especie se encuentra categorizada como Vulnerable por la IUCN, y se caracteriza por pertenecer a los anuros altoandino que habitan ambientes acuáticos o semiacuáticos 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 6.98. Listado de especies de anfibios y reptiles en la cobertura vegetal Matorral arbustivo en temporada seca 2022

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	M-52	O10	O34	O6	O8	O9	T6	OCONTROL	O32	O33
Amphibia	Anura	Bufonidae	<i>Rhinella spinulosa</i>	jamp'atu, ampato, sapo					X					
Amphibia	Anura	Telmatobiidae	<i>Telmatobius peruvianus</i>	rana acuática, k'ayra					X		X			

¹ Angulo A. 2008. Conservation needs of Batrachophrynus and Telmatobius frogs of the Andes of Peru. Conservation and Society, vol. 6, pp. 328-333.

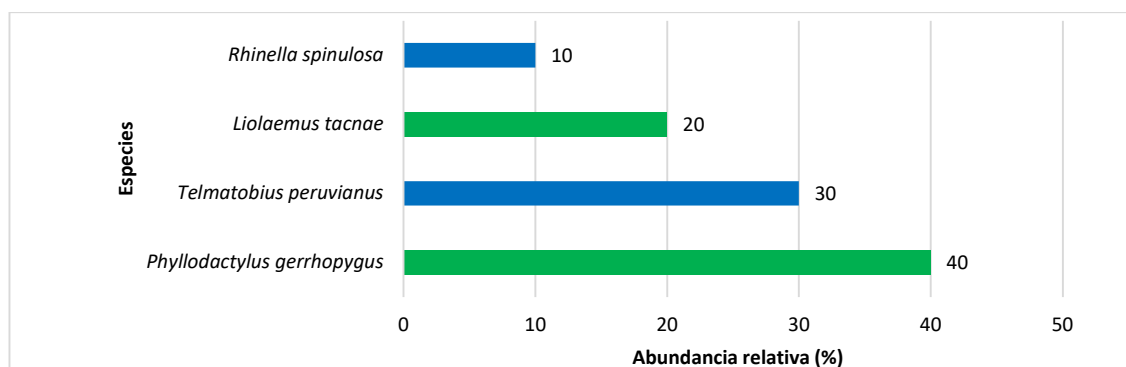
Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	M-52	O10	O34	O6	O8	O9	T6	OCONTROL	O32	O33
Reptilia	Squamata	Liolaemidae	<i>Liolaemus tacnae</i>	lagartija, qalaiwa				X						
Reptilia	Squamata	Phyllodactylidae	<i>Phyllodactylus gerrhopygus</i>	Gecko		X			X					X

Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.3.2.2.2. ABUNDANCIA

En esta cobertura se registró un total de 10 individuos. La lagartija *Phyllodactylus gerrhopygus* fue la que presentó la mayor abundancia, con cuatro (4) individuos (40 %), seguida de la rana *Telmatobius peruvianus* con tres (3) individuos (30 %), *Liolaemus tacnae* con dos (2) individuos (20 %) y finalmente *Rhinella spinulosa* un individuo (10 %). A nivel de estadios, *Rhinella spinulosa* fueron las 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 esta características se presento en las campañas anteriores. Por tanto, la estación de monitoreo O8 se podría considerar importante para este grupo y especie categorizada.

Figura 172 Abundancia relativa de anfibios y reptiles en la cobertura de Matorral arbustivo en temporada seca 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 *P. gerrhopygus*. 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).

6.2.3.2.2.3. 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 6.99. Riqueza, abundancia y diversidad de herpetofauna en la cobertura de Matorral arbustivo en temporada seca 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	0	0	-	-	-
O10	1	1	0.00	0.00	0.00
O34	0	0	-	-	-
O8	3	4	1.04	0.63	0.95
T6	1	1	0.00	0.00	0.00
OCONTROL	0	0	-	-	-
M52	0	0	-	-	-
O32	0	0	-	-	-
O33	1	2	0.00	0.00	0.00

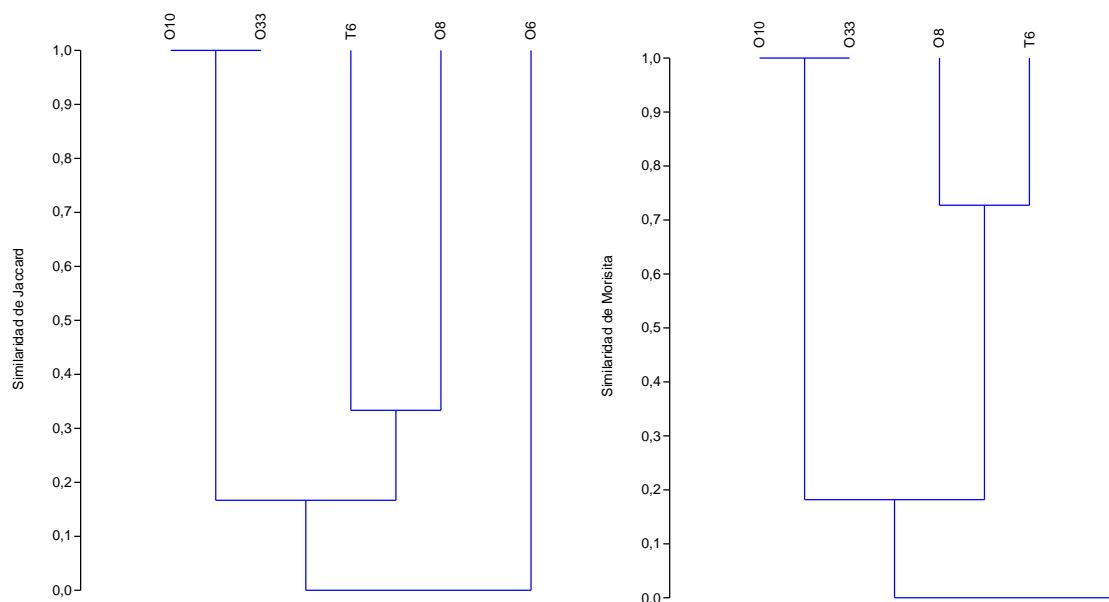
Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.3.2.2.4. 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 O8, O10, O33 y T6-OP (Zona de operaciones) con un 20 % similaridad, seguido de la unión de O6, con un 0 % de similaridad para la riqueza y abundancia respectivamente, debido a que presenta un único registro de la especie *Liolaemus tacnae*. Los cual, nos indica que las estaciones comparten características comunes que permiten la permanencia de especies.

Sin embargo, para la abundancia se presentan una similitud del 75 % debido a la dominancia de la especie, *Telmatobius peruvianus* "Rana acuática del Perú".

Figura 173 Dendrograma de similitud de Jaccard (izquierda) y Morisita (derecha) en la cobertura de Matorral arbustivo en temporada seca 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.3.2.3. PAJONAL ANDINO

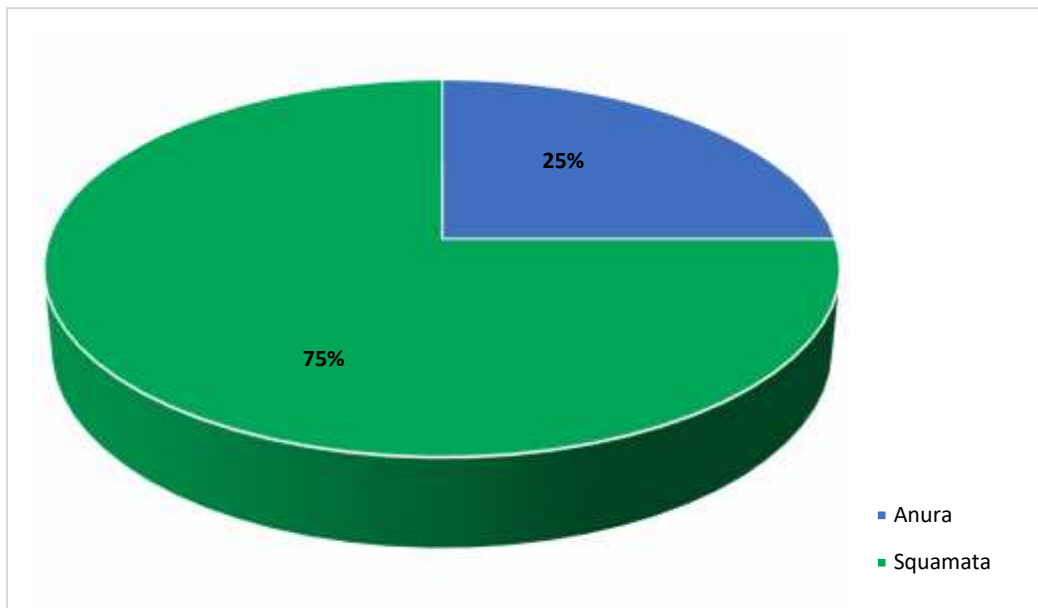
Para el monitoreo de la cobertura vegetal Pajonal andino se evaluaron las estaciones de monitoreo: O15, O15PC1, O15PC8, T14, T6, T15, T16 y T20.

6.2.3.2.3.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

En esta cobertura se registró un total de tres (3) especies, correspondiente a la familia Leptodactylidae, clase Amphibia y dos (2) lagartijas de la familia Liolaemidae, clase Reptilia. *L. cf. signifer* pertenece al grupo *montanus* (Lobo *et. al.*, 2010) y *Liolaemus tacnae*, 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).

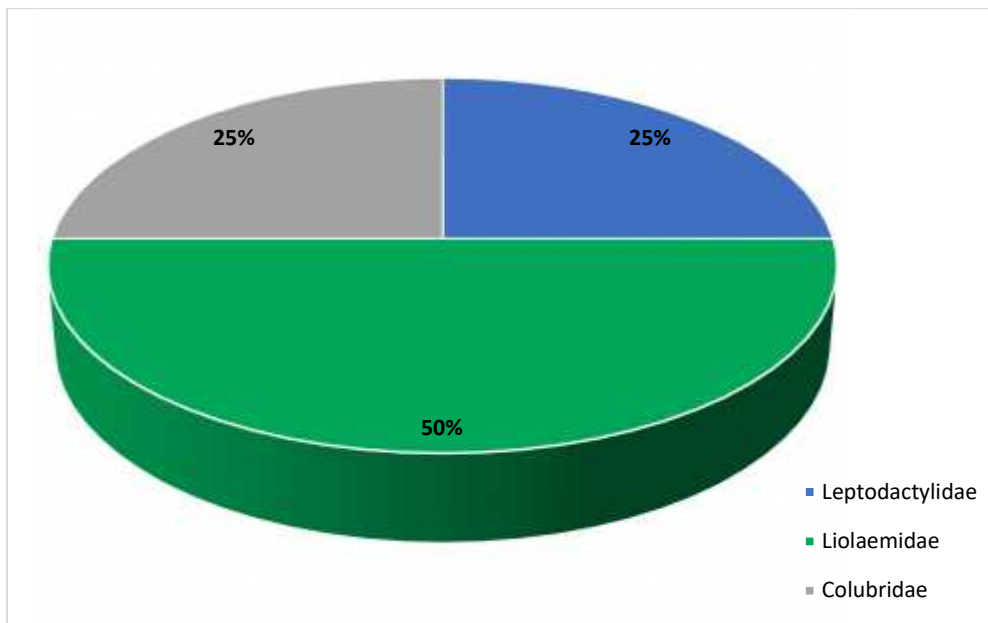
Asimismo, es importante señalar que para la estación T20 no se registró el sapo *Rhinella spinulosa* comportamiento diferente al presentado en las ultimas tres campañas, donde la presencia del sapo era característica. Esto se puede deber a la alteración de las fuentes de agua.

Figura 174 Composición de especies de anfibios y reptiles a nivel de orden taxonómico en la cobertura de Pajonal andino en temporada seca 2022.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 175 Composición de especies anfibios y reptiles a nivel de familias en la cobertura de Pajonal andino en temporada seca 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Por estaciones de muestreo la mayor riqueza de especies se presentó en la estación T15 con dos (2) especies, seguido de las estaciones O15PC1, O15, T6 Zona de abastecimiento y T16 con una (1) especie cada una.

Cuadro 6.100. Listado de especies de anfibios y reptiles en la cobertura vegetal Pajonal andino en temporada seca 2022

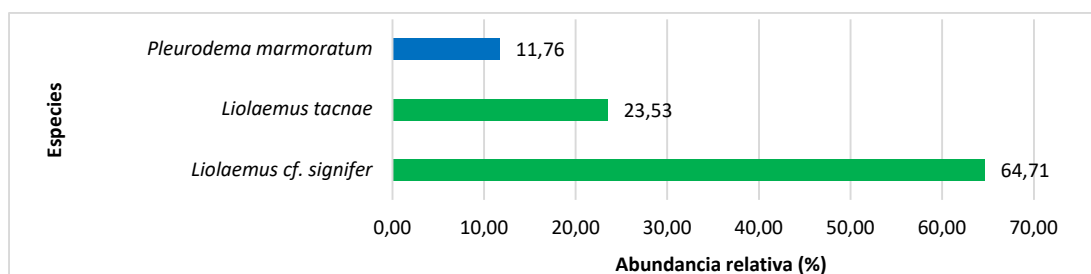
Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	O15	O15PC1	T14	T15	T16	T20	T6	O15PC8
Amphibia	Anura	Leptodactylidae	<i>Pleurodema marmoratum</i>	Rana				X				
Reptilia	Squamata	Liolaemidae	<i>Liolaemus cf-signifer</i>	lagartija, qalaiwa				X	X		X	
Reptilia	Squamata	Liolaemidae	<i>Liolaemus tacnae</i>	lagartija, qalaiwa	X	X	X					
Reptilia	Squamata	Colubridae	<i>Tachymenis peruviana</i>	Culebra			X					

Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.3.2.3.2. ABUNDANCIA

En la cobertura de Pajonal andino se registró un total de 17 especies, de las cuales, 11 corresponden a la lagartija *Liolaemus cf. signifer* (64.71 %), seguido de *L. tacnae*. con 4 individuos (23.53 %). La estación de monitoreo T16 con 5 individuos y T6 con 4 individuos.

Figura 176 Abundancia relativa de anfibios y reptiles en la cobertura de Pajonal andino en temporada seca 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.3.2.3.3. DIVERSIDAD

La diversidad en esta cobertura fue baja ($H' = 0.69$ bits/ind.), tomando en cuenta que hubo una dominancia alta de *Liolaemus cf. signifer* ($1-D = 0.5$ probits/ind.), además que la distribución de especies equitativa ($J' = 1$) debido a que se registraron una especie por estación de monitoreo.

Cuadro 6.101. Riqueza, abundancia y diversidad de herpetofauna en la cobertura de Pajonal andino en temporada seca 2022

Estaciones de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice Pielou (J')
O15	1	1	0.00	0.00	0.00
O15PC1	1	2	0.00	0.00	0.00
T14	1	1	0.00	0.00	0.00
T15	2	4	0.69	0.50	1.00
T16	1	5	0.00	0.00	0.00
T20	0	0	-	-	-
T6	1	4	0.00	0.00	0.00

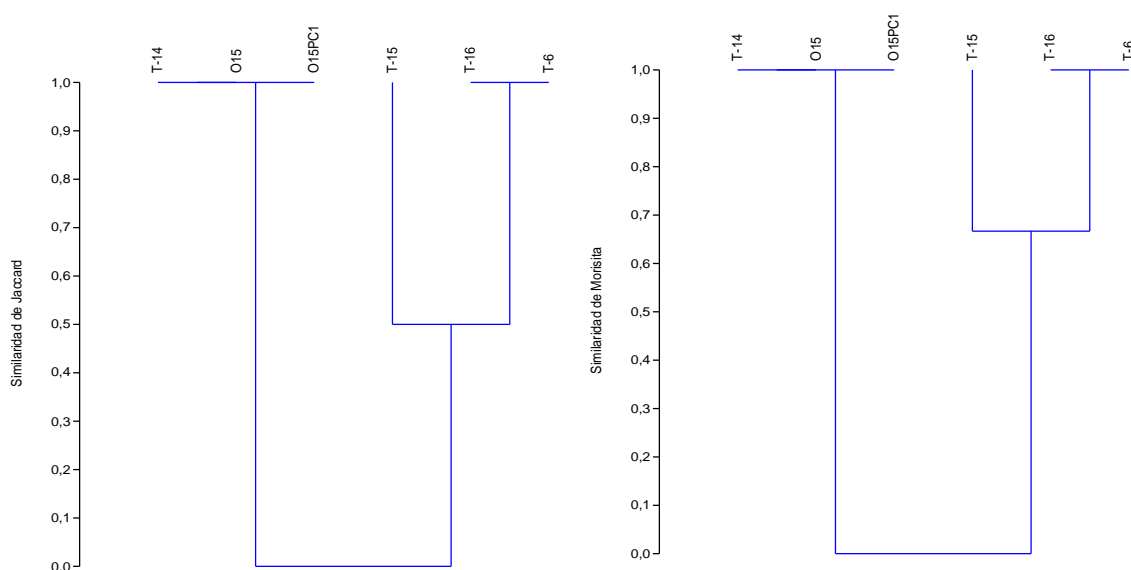
Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.3.2.3.4. 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, O15, y O15PC1, y 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.

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 177 Dendrograma de similitud de Jaccard (izquierda) y Morisita (derecha) en la cobertura de Pajonal andino en temporada seca 2022



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

Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.3.3. ANÁLISIS POR ZONA DEL PROYECTO

6.2.3.3.1. ZONA DE OPERACIONES

En la zona de operaciones considerando solo los muestreos cuantitativos, se reportó un total de Cuatro (4) especies y 14 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 6.102. Riqueza, abundancia y diversidad de especies en la zona de operaciones en temporada seca 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	0	0	-	-	-
Bosque relicto altoandino			0	0	-	-	-
Matorral arbustivo	Cardonal	M52	0	0	-	-	-
		O34	0	0	-	-	-
		OCONTROL	0	0	-	-	-
	Matorral arbustivo	O10	1	1	0.00	0.00	0.00
		O6	1	2	0.00	0.00	0.00
		O9	0	0	-	-	-
		O32	0	0	-	-	-
		O33	1	2	0.00	0.00	0.00
	Monte Ribereño	O8	3	4	1.04	0.63	0.95
T6		1	1	0.00	0.00	0.00	
Matorral arbustivo			4	10	1.28	0.70	0.92
Pajonal andino	Bosque de Polylepsis	O15	1	1	0.00	0.00	0.00
	Pajonal - Matorral arbustivo	O15PC1	1	2	0.00	0.00	0.00
		T14	1	1	0.00	0.00	0.00
	Matorral	O15PC8	0	0	-	-	-
Pajonal andino			1	4	0.45	0.20	0.35
Total Zona de Operación			4	14	1.24	0.68	0.89

Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.3.3.2. 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 13 individuos, con valores de diversidad bajos ($H' = 0.43$ bits/ind.), con dominancia significativa de la lagartija *Liolaemus cf. signifer* (7 ind.), y una distribución poco equitativa a nivel de abundancia de especies ($J' = 0.62$)

Cuadro 6.103. Riqueza, abundancia y diversidad de especies en la zona de abastecimiento en temporada seca 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	2	4	0.69	0.50	1
		T16	1	5	0.00	0.00	0.00
		T20	0	0	-	-	-
		T6	1	4	0.00	0.00	0.00
Total			2	13	0.43	0.26	0.62

Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.3.4. ANÁLISIS POR FORMACIÓN VEGETAL

A. ZONA DE OPERACIONES

6.2.3.4.1. BOSQUE DE POLYLEPIS

6.2.3.4.1.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

Dentro de esta formación Bosque de Polylepis e monitoreó el punto O15, en el cual se reporto la especie *Liolaemus tacnae* “lagartija, qalaiwa” con dos individuo.

Cuadro 6.104. Listado de especies de anfibios y reptiles en la formación vegetal Bosque de *Polylepis* en temporada seca 2022

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	O15
Reptilia	Squamata	Liolaemidae	<i>Liolaemus tacnae</i>	lagartija, qalaiwa	X

Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.3.4.1.2. ABUNDANCIA

En esta formación vegetal se registraron un total de dos (2) individuos de la especie *Liolaemus tacnae*.

6.2.3.4.1.3. 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 6.105. Riqueza, abundancia y diversidad de herpetofauna en la formación de Bosque de *Polylepis* en temporada seca 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.

6.2.3.4.2. CARDONAL - PISO DE CACTÁCEAS COLUMNARES COLUMNARES

6.2.3.4.2.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

En esta formación se evaluó los puntos OCONTROL, O34 y M-52, sin embargo, no se registraron especies.

6.2.3.4.2.2. ABUNDANCIA

En esta formación vegetal no se registraron.

6.2.3.4.2.3. DIVERSIDAD

Para los índices de diversidad no se pudieron estimar sus valores por no tener registros de especies.

6.2.3.4.3. MATORRAL ARBUSTIVO

6.2.3.4.3.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

Los puntos evaluados en esta unidad fueron O6, O31, O9, O10, O15PC8, O32, y O33, registrándose dos (2) especies de reptiles, perteneciente al orden Squamata, familias Liolaemidae y Phyllodactylidae. Cabe señalar que la lagartija *Liolaemus tacnae* solo estuvo presente en la estación de monitoreo O6.

Cuadro 6.106. Listado de especies de anfibios y reptiles en la formación vegetal Matorral arbustivo en temporada seca 2022

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	O10	O6	O9	O31	O32	O33	O15PC8
Reptilia	Squamata	Liolaemidae	<i>Liolaemus tacnae</i>	lagartija, galaiwa		X					

Reptilia	Squamata	Phyllodactylidae	<i>Phyllodactylus gerrhopygus</i>	gecko	X					X
----------	----------	------------------	-----------------------------------	-------	---	--	--	--	--	---

Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.3.4.3.2. ABUNDANCIA

En esta formación vegetal se registró un total de cinco (5) individuos del gecko *Phyllodactylus gerrhopygus* con una abundancia similar para cada estación de monitoreo evaluada (entre 1 a 2 individuos).

6.2.3.4.3.3. 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 6.107. Riqueza, abundancia y diversidad de herpetofauna en la formación de Matorral arbustivo en temporada seca 2022

Estaciones de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice Pielou (J')
O10	1	1	0.00	0.00	0.00
O6	1	2	0.00	0.00	0.00
O9	0	0	-	-	-
O31	0	0	-	-	-
O32	0	0	-	-	-
O33	1	2	0.00	0.00	0.00
Total	2	5	0.70	0.45	0.98

Elaboración: ASILORZA, 2022.

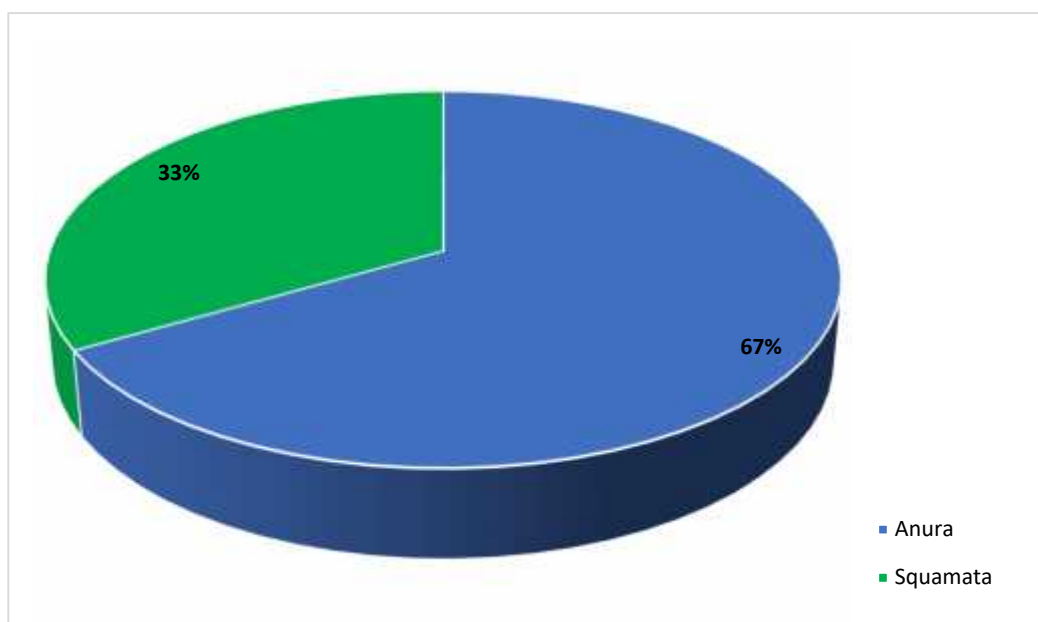
6.2.3.4.4. MONTE RIBEREÑO

6.2.3.4.4.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

Las estaciones de monitoreo correspondiente a esta formación fueron O8 y T6, registrándose tres especies: *Telmatobius peruvianus*, *Phyllodactylus gerrhopygus* y *Rhinella spinulosa* pertenecientes al orden Anura, Clase Amphibia y orden Squamata, Clase Reptilia.

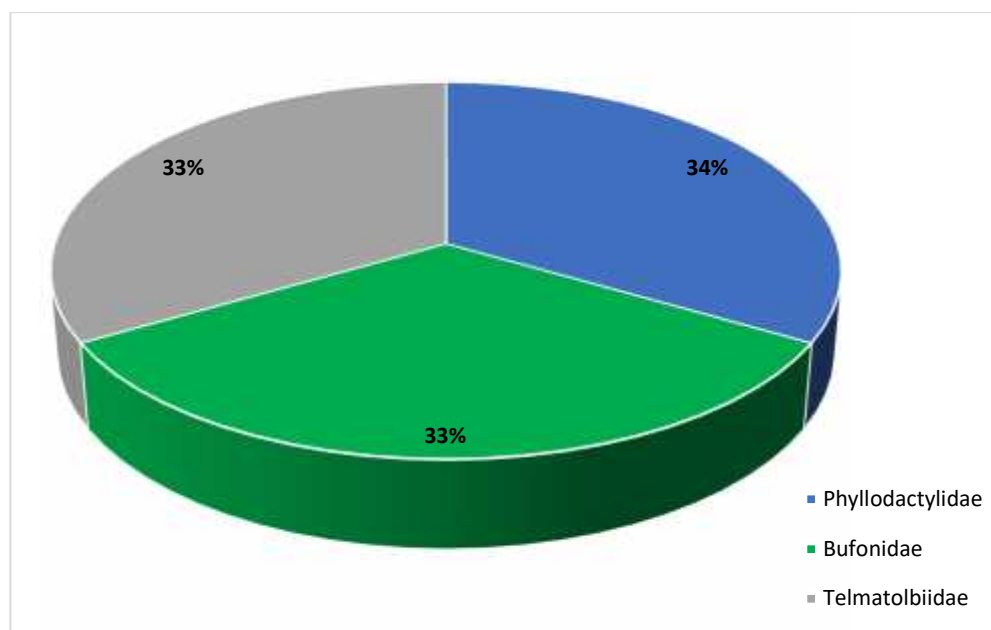
A nivel de estaciones de monitoreo, O8, presentó mayor riqueza de especies, registrándose las tres especies.

Figura 178 Composición de especies de anfibios y reptiles a nivel de orden taxonómico en la Formación Monte Ribereño en temporada seca 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 179 Composición de especies anfibios y reptiles a nivel de familias en la formación Monte ribereño en temporada seca 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Cuadro 6.108. Listado de especies de anfibios y reptiles en la formación vegetal Monte ribereño en temporada seca 2022

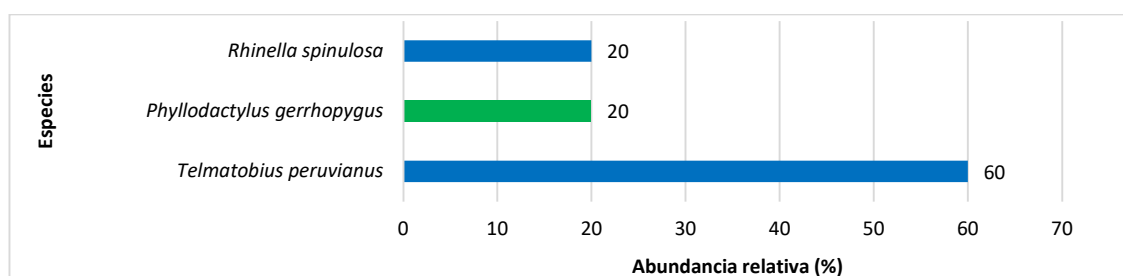
Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	O8	T6
Amphibia	Anura	Bufoidea	<i>Rhinella spinulosa</i>	jamp'atu, ampato, sapo	X	
Amphibia	Anura	Telmatobiidae	<i>Telmatobius peruvianus</i>	rana acuática, k'ayra	X	X
Reptilia	Squamata	Phyllodactylidae	<i>Phyllodactylus gerrhopygus</i>	gecko	X	

Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.3.4.4.2. ABUNDANCIA

En esta formación vegetal se registró un total de cinco (5) individuos. La rana acuática *Telmatobius peruvianus* fue la que presentó la mayor abundancia, con tres (3) individuos (60.00 %) cada una, seguida de la *Rhinella spinulosa* y *Phyllodactylus gerropygus* con un (1) individuos (20.00 %).

Figura 180 Abundancia relativa de anfibios y reptiles en la formación de Monte ribereño en temporada seca 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.3.4.4.3. 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 6.109. Riqueza, abundancia y diversidad de herpetofauna en la formación de Monte ribereño en temporada seca 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.

6.2.3.4.5. PAJONAL-MATORRAL ARBUSTIVO

6.2.3.4.5.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

Las estaciones de monitoreo correspondiente a esta formación fueron O15PC1 y T14, registrándose la especie: *Liolaemus tacnae* pertenecientes al orden Squamata, Clase Reptilia.

A nivel de estaciones de monitoreo, ambas estaciones de monitoreo registraron una especie.

Cuadro 6.110. Listado de especies de anfibios y reptiles en la formación vegetal Pajonal-Matorral arbustivo en temporada seca 2022

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	O15PC1	T14
Reptilia	Squamata	Liolaemidae	<i>Liolaemus tacnae</i>	lagartija, qalaiwa	X	X

Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.3.4.5.2. ABUNDANCIA

En esta formación vegetal se registró un total de 3 individuos pertenecientes a la lagartija *Liolaemus tacnae*.

6.2.3.4.5.3. 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 6.111. Riqueza, abundancia y diversidad de herpetofauna en la formación de Pajonal-Matorral arbustivo en temporada seca 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	1	0.00	0.00	0.00
Total	1	3	0.00	0.00	0.00

Elaboración: ASILORZA, 2022.

B. ZONA DE ABASTECIMIENTO

6.2.3.4.6. 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.

6.2.3.4.6.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA

En esta cobertura se registró un total de dos (2) especies, una (1) de ellas correspondiente a la familia, Leptodactylidae, clase Amphibia y un (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*, con excepción de T20 que no registró especies.

Cuadro 6.112. Listado de especies de anfibios y reptiles en la formación vegetal Pajonal andino en temporada seca 2022

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	T15	T16	T20	T6
Reptilia	Squamata	Liolaemidae	<i>Liolaemus cf. signifer</i>	lagartija, qalaiwa	X	X		X
Amphibia	Anura	Leptodactylidae	<i>Pleurodema marmoratum</i>		X			

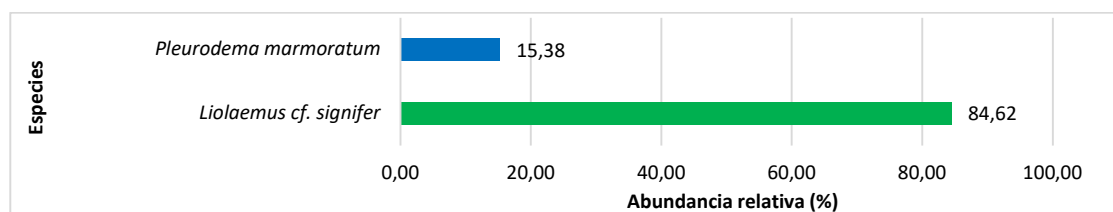
Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.3.4.6.2. ABUNDANCIA

En la cobertura de Pajonal andino se registró un total de 13 individuos, de las cuales, 1 corresponden a la lagartija *Liolaemus cf. signifer* (84.62 %), seguido de *Pleuroderma marmoratum* con dos individuos, registrado en la estación T15.

La estación de monitoreo T16 presentó la mayor abundancia con cinco (5) y T6 zona de abastecimiento de agua y T15 con cuatro (4).

Figura 181 Abundancia relativa de anfibios y reptiles en la formación de Pajonal andino en temporada seca 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.3.4.6.3. DIVERSIDAD

La diversidad en esta cobertura fue baja ($H' = 0.42$ bits/ind.), tomando en cuenta que hubo una dominancia alta de *Liolaemus cf. signifer* ($1-D = 0.26$ probits/ind.), además que la distribución de especies poco equitativa ($J' = 0.62$)

Cuadro 6.113. Riqueza, abundancia y diversidad de herpetofauna en la cobertura de Pajonal andino en temporada seca 2022

Estaciones de monitoreo	Riqueza (S)	Abundancia (N)	Índice de Shannon Wiener (H')	Índice de Simpson (1-D)	Índice Pielou (J')
T15	2	4	0.69	0.5	1
T16	1	5	0.00	0.00	0.00
T20	0	0	-	-	-
T6	1	4	0.00	0.00	0.00
Total	2	13	0.42	0.26	0.62

Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.3.5. ESPECIES DE IMPORTANCIA BIOLÓGICA

6.2.3.5.1. 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 6.114. Especies de anfibios y reptiles en categorías de Conservación Nacional e Internacional en el área del proyecto en temporada seca 2022

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de Conservación			Endemismo
					D.S. N°004-2014-MINAGRI	IUCN (2021-3)	CITES (2022)	
Amphibia	Anura	Bufonidae	<i>Rhinella spinulosa</i>	jamp'atu, ampato, sapo	-	LC	-	
Amphibia	Anura	Telmatobiidae	<i>Telmatobius peruvianus</i>	rana acuática, k'ayra	VU	VU	-	E

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre común	Categoría de Conservación			Endemismo
					D.S. N°004-2014-MINAGRI	IUCN (2021-3)	CITES (2022)	
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	-	
Reptilia	Colubridae	<i>Tachymenis peruviana</i>	Culebra	Colubridae	-	LC	-	

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 Quitridiomicosis 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).

6.2.3.5.2. 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).

6.2.3.5.3. 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)

6.2.3.5.4. INTERACCIONES ECOLÓGICAS

Se reportaron gremios alimenticios artropófagas (diferentes grupos de pequeños invertebrados) omnívoras, insectívora y herbívora.

Cuadro 6.115. Interacciones ecológicas de las especies de herpetofauna registradas en el proyecto en temporada seca 2022

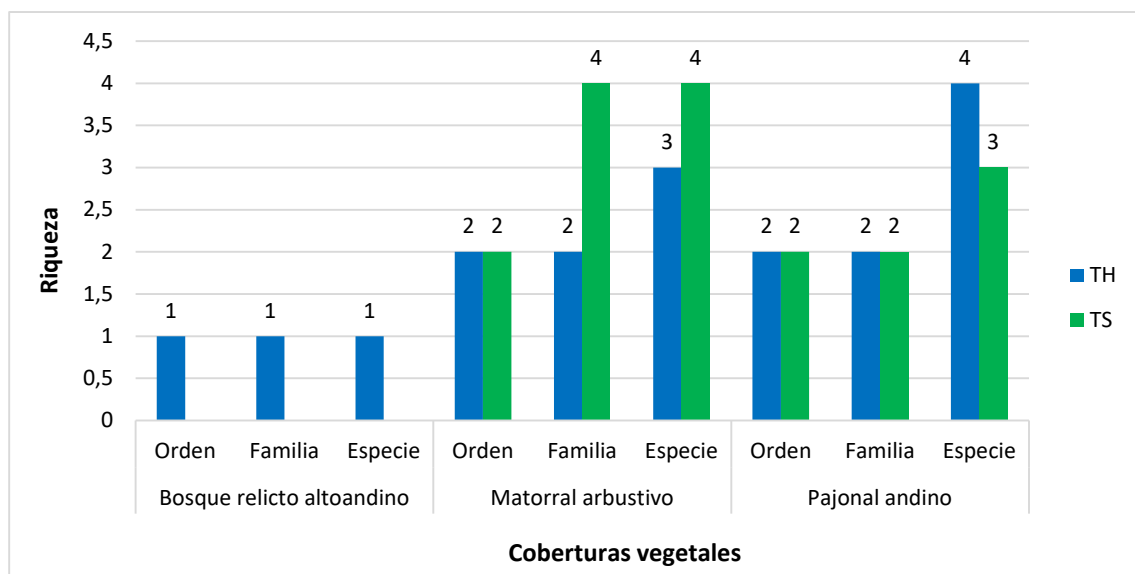
Familia	Especie	Nombre local	Gremio alimenticio
Liolaemidae	<i>Liolaemus cf. signifer</i>	Lagartija	Omnívora, insectívoro, herbívoro

Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.3.6. COMPARACIÓN ESTACIONAL DE LOS RESULTADOS

Se realizó un análisis comparativo estacional como se puede observar la cobertura vegetal Matorral arbustivo presenta más riqueza de especies durante la temporada seca, mientras que Pajonal andino presenta mayor diversidad en la temporada húmeda. Esto está relacionado a las condiciones favorables para la permanencia de las especies como hábitats y fuentes de refugio y alimento.

Figura 182 Riqueza anfibios y reptiles por zonas del proyecto, durante la temporada húmeda y seca 2022



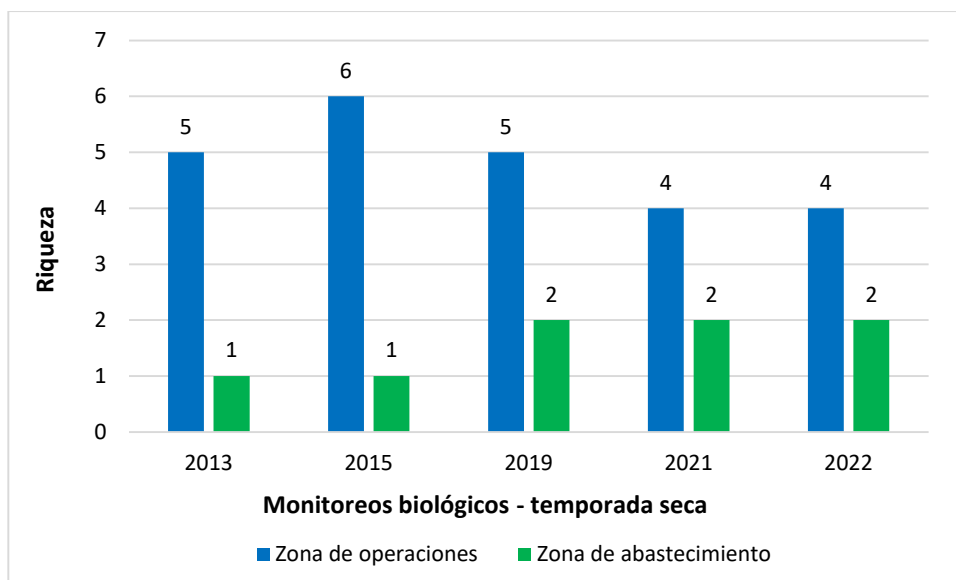
Elaboración: ASILORZA, 2022.

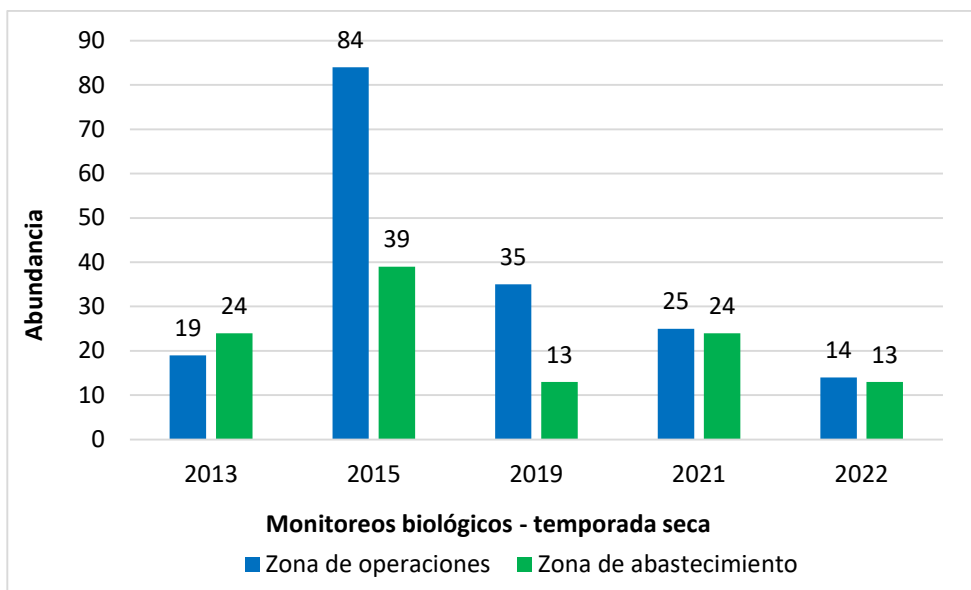
6.2.3.7. COMPARACIÓN DE RESULTADOS DEL MAP CAMPAÑA N°8 VS LAS ANTERIORES CAMPAÑAS DEL MAP

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 resaltar 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. Asimismo, se destaca que si bien la riqueza de especies se mantiene entre la campaña 9 y 11, la abundancia ha disminuido en un 56 %. Esto puede deberse a la disminución de hábitats y fuentes de alimento.

Figura 183 Riqueza y abundancia de mamíferos por zonas del proyecto, durante los monitoreos de Temporada húmeda 2013, 2015, 2019, 2021 y 2022.





Elaboración: ASILORZA, 2022.

7. CONCLUSIONES PARA DIFUSIÓN

7.1. FLORA Y VEGETACIÓN

- Producto del monitoreo de la temporada seca 2022, se registraron 154 especies, con esfuerzo superior al 70% de lo predicho por los métodos no paramétricos (Chao2: 77%; Bootstrap: 74%) señalando que la calidad de la evaluación fue idónea por ser mayor al 70% (Moreno y Halffter 2000; 2001), así como también es mayor a lo establecido como el límite para evaluaciones adecuadas (superior al 50%) por el MINAM (2015a). Registrándose 24 especies más que en la temporada seca 2021. De las especies reportadas en las temporadas secas 2021 y 2022, predominan los registros de Angiospermas, en porcentajes similares para ambas temporadas. De las especies reportadas en el muestreo cuantitativo, las de mayor abundancia fueron; *Distichia muscoides* (278 individuos), *Alchemilla diplophylla* (148 individuos) y *Festuca orthophylla* (141 individuos). Siendo la estación O26 la de alto índice de diversidad ($H' = 2.94$ bits/ind.), y la estación O03c como aquella con el menor índice de diversidad ($H' = 1.2$ bits/ind.). siendo también la estación O08 la que tiene el más alto índice de Simpson ($1-D = 0.9$ bits/ind.). y la estación F01-T1-Pj es la que tiene el mayor valor de similitud ($J = 0.9$).
- Referente a las coberturas vegetales analizadas; 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 cobertura vegetal de Matorral arbustivo (Ma) ($H' = 3.5$ bits/ind.), mientras que el valor mínimo se registró en la cobertura vegetal de Monte ribereño (Mr) ($H' = 1.41$ 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. $1-D = 0.95$ probits/ind.; mín. $1-D = 0.66$ probits/ind.) y equidad (máx. $J' = 0.79$; mín. $J' = 0.61$), donde se observan valores próximos a 1.
- Producto del análisis de las unidades de vegetación las familias reportadas con dominancia son, Poaceae (22 especies), Asteraceae (54 especies) y Cactaceae (10 especies). Respecto a la abundancia relativa, se observa que las especies *Dystichia muscoides*, *Alchemilla diplophylla* y *Festuca orthophylla* son aquellas con mayor abundancia a nivel global y mayor representatividad en las unidades de vegetación evaluadas.
- En la zona de abastecimiento, se observa que se han evaluado 22 estaciones, que en comparación con la temporada anterior es menor con una diferencia de 10 estaciones. En esta temporada se han reportado 74 especies y 22 familias, siendo las estaciones A17-T2-Tb y A25-T1-T6 de mayor número de especies y familias. Si bien, la diferencia de registros de esta temporada con la temporada seca del 2021 es significativa, posiblemente sea a

razón del mayor esfuerzo realizado en la búsqueda de especies durante el monitoreo. Se identificó que la estación A17-T2-Tb presenta el mayor número de individuos registrados (124 individuos), las estaciones A25-T1-T6 (Tb) y A17-T2-Tb presentan el mayor número de especies (19 especies); además de que la estación F.22 es aquella con un mayor valor de diversidad ($H=2.52$) en comparación con las demás.

- En la zona de operaciones; se observa que se han evaluado 15 estaciones, reportándose 88 especies y 27 familias, siendo O30 la estación con mayor número familias y la estación O26 con mayor número de especies; mientras que la estación O08 es la que cuenta con mayor número de familias (12 familias). Se identificó que la estación O26 presenta el mayor número de especies (27), con mayor índice de Shanon y Simsonp; mientras que la estación O08 es la que tiene un índice mas alto en equidad (0.93).
- En el área de evaluación se identificaron 16 especies de importancia, según la normativa correspondiente, 03 especies endémicas y 4 especies de uso local.

7.2. AVIFAUNA

- A nivel de todo el proyecto, se registró un total de cuarenta y cinco (45) especies de aves y una abundancia total de 457 individuos, resgitrados en 18 estaciones de monitoreo.
- En cuanto a la abundancia por zonas, la zona de operaciones registró treinta y tres (33) especies y 337 individuos, mientras que para la zona de abastecimiento fueron avistados veintisiete (27) y 120 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 “Chirigue verdoso” *Sicalis olivascens* con 120 individuos y para la zona de abastecimiento fue el “Jilguero negro” *Spinus atratus* con 11 individuos.
- Dentro de las interacciones ecológicas registradas se tienen siete (7) gremios tróficos entre los que sobresalen los insectívoros con catorce (14) 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.
- SSe registró la especie endémica *Metallura phoebe*.
- 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.

7.3. MASTOFAUNA

- El número total de especies de mamíferos menores (ratones) en toda el área del proyecto fue de 11 especies y 106 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 nueve (09) 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 en 67 individuos, mientras que para la zona de abastecimiento estuvo conformada por siete (7) especies con 19 individuos, 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 orejon de ancas amarillas” *Phyllotis xantopygus* con 33 individuos, mientras que para la zona de abastecimiento fue “Ratón campestre de jelskii” *Abrothrix jelskii* con 24 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.

7.4. HERPETOFAUNA

- ☛ En toda el área de evaluación se registró un total de siete (07) especies, de las cuales cuatro (04) especies corresponden a la zona de operaciones y dos (02) a la zona de abastecimiento. Cabe precisar que una especie fue registrada mediante registros oportunistas en la estación T14.
- ☛ La abundancia total fue de 27 individuos en toda la zona de evaluación. En la Zona de operaciones se reportaron 14 individuos, de los cuales, la lagartija *Liolaemus tacnae* fue las más abundante con seis (6) individuos cada uno. Cabe precisar que para la evaluación solo se consideraron individuos adultos, en la zona de abastecimiento se registró un total de 13 individuos, siendo la lagartija *Liolaemus cf. signifer*, la más abundante con 11 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, esta se mantiene en el año 2022, evidenciándose una disminución en la abundancia.



**MONITOREO DE CALIDAD AMBIENTAL
CAMPAÑA 10 – TEMPORADA SECA - 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

Noviembre, 2022









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 seca 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 Seca de la campaña N°10 del MAP Quellaveco, realizado entre los días 25 de agosto y 10 de septiembre 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 en el 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 SECA 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 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 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	330585	8107332
3	Ca-Cortadera	A unos 250m de la Garita Puma	322382	8095275
4	Ca-Alto Coscore	Centro Poblado Altos Coscore	315695	8106335
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	267432	8034262

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 once (11) 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	320935	8108703
2	R-7C Calientes	Zona Residencial	Anexo Calientes	314765	8104622
3	R-7B Alto Coscore	Zona Residencial	Localidad Alto Coscore	315544	8106227
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	268521	8033245

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	328827	8107515
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	327134	8107229
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 38 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 34 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	350150	8161262
4	VIZ-2	Río Vizcachas	Aguas abajo de la zona de abastecimiento de agua	Agua superficial	349733	8161288
5	TIT-1	Río Titire	Aguas abajo del Puente “Bello”	Agua superficial	350186	8168738
6	CHL-8	Río Chilota	Aguas abajo del río Chilota	Agua superficial	349372	8157993
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	357772	8159582
9	HAS-2	Quebrada s/n en Pampa	Misma quebrada antes de la confluencia	Agua superficial	354890	8150166
10	HAS-3	Quebrada Vilaje	Misma quebrada antes de la confluencia	Agua superficial	358288	8150035
Zona de Operaciones Mineras – Proyecto Minero Quellaveco						
11	AS-1	Río Asana	Aguas arriba del río Asana	Agua superficial	331045	8107820
12	ALT-4	Quebrada Altarani	Antes de la confluencia del río Asana	Agua superficial	330908	8107155
13	P-1	Quebrada Millune	Aguas arriba de la Quebrada Millune	Agua superficial	329578	8108793
14	P-10	Quebrada Sarallenque	Aguas arriba de la Quebrada Sarallenque	Agua superficial	328851	8109515
15	P-11	Río Asana	Ingreso del Túnel del río Asana	Agua superficial	329803	8107688
16	P-12	Río Asana	Salida del Túnel del río Asana	Agua superficial	323118	8108112
17	Q-CH	Río Charaque	Aguas arriba del río Charaque	Agua superficial	325307	8111144
18	AS-3	Río Asana	Aguas abajo del río Asana	Agua superficial	319613	8107940

PUNTOS DE CALIDAD DE AGUA						
Ítem	Punto de Monitoreo	Descripción	Referencia	Componente	Coordenadas UTM Datum WGS84 Zona 19S	
					Este	Norte
19	CH-3	Río Charaque	Aguas arriba del río Charaque	Agua superficial	321998	8109036
20	COS-1	Río Coscore	Después de la confluencia del río Asana con río Charaque	Agua superficial	319066	8107928
21	COS-2	Río Coscore	Aguas abajo del río Coscore	Agua superficial	311069	8106045
22	COS-3	Río Coscore	Cerca de Alto Coscore	Agua superficial	316564	8107452
23	COS-4	Río Coscore	Cerca de Bajo Coscore	Agua superficial	312624	8106365
24	TUM-3	Río Tumilaca	Aguas arriba del río Tumilaca	Agua superficial	308705	8106585
25	TUM-4	Río Tumilaca	A la altura del Puente del río Tumilaca	Agua superficial	304539	8105287
26	COC-1	Quebrada Cocotea	Quebrada Cocotea	Agua superficial	304336	8106211
27	CAP-1	Río Capillune	Agua arriba del río Capillune	Agua superficial	326840	8102473
28	CAP-2	Río Huancanane	Aguas arriba del río Huancanane	Agua superficial	313872	8104466
29	CAP-3	Río Huancanane	Aguas abajo del río Huancanane	Agua superficial	310255	8105918
30	MQ-3	Río Moquegua	Aguas arriba del río Moquegua	Agua superficial	291101	8098064
31	13172RTumi	Río Tumilaca	Aguas abajo del río Tumilaca	Agua superficial	300020	8100959
32	13172RMoque1	Río Moquegua	A la altura del puente "Montalvo"	Agua superficial	290125	8095445
33	13172RMoque2	Río Moquegua	Carretera el Pacae	Agua superficial	286441	8079848
34	13172Rosmo1	Río Osmore	A la altura de la bocatoma de la EPS	Agua superficial	266686	8057260
Zona marítima						
35	P-1	Mar frente Engie	Mar frente a la Bahía de Engie	Agua de mar	264650	8033129
36	P-5	Mar frente Engie	Mar frente a la Bahía de Engie	Agua de mar	265136	8031832
37	P-9	Mar frente Engie	Mar frente a la Bahía de Engie	Agua de mar	266771	8030889
38	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 SECA 2022

Los trabajos de campo correspondientes a la temporada Seca de la campaña N°10 del MAP Quellaveco se dieron inicio desde el 25 de agosto hasta el 10 de septiembre 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 presente MAP Campaña 10, contamos 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 del MAP Campaña N°9 Proyecto Minero Quellaveco correspondiente a la Temporada Seca – 2021 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 contamos 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 de la temporada Seca del año 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
CHL-8	Agua Superficial	Río Chilota	Categoría 3
CHL-4	Agua Superficial	Río Chilota	Categoría 3

Puntos de Monitoreo	Componente	Cuerpo Receptor	Categoría ⁽¹⁾
QLCHR-01	Agua Superficial	Río Chincune	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 34 puntos de monitoreo y cuatro (04) puntos de monitoreo para calidad de agua de mar.

Cuadro 4.2. Resultados de Calidad de agua – Zona de Alta Montaña - Campaña 10 Temporada Seca

PARÁMETROS	Informe de ensayo		2-03106/22	2-03107/22	2-03106/22	2-03106/22	2-03116/22	2-03115/22	2-03115/22	2-03107/22	2-03116/22	2-03116/22	D.S. N°004-2017- MINAM- Riego de Vegetales	D.S. N°004-2017- MINAM- Bebida de animales	
	Fecha		04/09/2022	05/09/2022	04/09/2022	04/09/2022	07/09/2022	06/09/2022	06/09/2022	05/09/2022	07/09/2022	07/09/2022			
	Unidad	L.D.M.	Puntos de monitoreo												
			Río Vizcachas	Río Vizcachas	Qda S/N Pampa Huachunta	Qda Vilaje	Río Vizcachas	Río Chilota	Río Chilota	Río Chincune	Río Vizcachas	Río Titire			
		PBG-1	QLVIZ-8	HAS-2	HAS-3	VIZ-1	CHL-4	CHL-8	QLCHR-01	VIZ-2	TIT-1				
Aceites y Grasas	mg/L	0,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	5	10	
Alcalinidad total	mg CaCO3/L	0,8	<0,80	27,7	9,09	9,97	16,5	24,6	29,1	24	24,7	1,83	NA	NA	
Caudal	m³/s	NA	0,00955	0,05025	0,02585	0,01615	0,2955	0,3879	0,4510	0,1489	0,7570	0,5300	NA	NA	
Cianuro total	mg/L	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	NA	NA	
Cianuro WAD	mg/L	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,1	0,1	
Color	UC	1	1,22	8,71	5,97	6,4	5,76	12,7	17,1	9,93	7,12	5,47	100	100	
Conductividad	µS/cm	NA	567	358	124,7	69,6	258	105,2	217	112	217	8120	2500	5000	
Cromo hexavalente	mg/L	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	NA	NA	
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	2	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	15	15	
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	2,5	<2,5	<2,5	9,2	8,69	6,05	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	35,0	40	40	
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	0,2	0,5	
Dureza Total	mg/L	1	102	74,7	29,9	13,4	49	24,3	38,7	23,7	37,5	606	NA	NA	
Huevos de helmintos	Huevo/L	1	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	1	NA	
Oxígeno Disuelto	mg/L	NA	7,3	7,62	7,34	7,41	5,64	7,8	6,9	7,09	6,22	5,49	4	5	
pH	Unidad de pH	NA	5,21	7,93	8,32	7,8	8,18	7,96	7,93	8,79	8,29	6,12	6,5 - 8,5	6,5 - 8,4	
Potencial redox	mV	NA	263	235	164	206	117	195	194	197	114	130	NA	NA	
Sólidos suspendidos totales	mg/L	2,5	358	208	74,5	43,5	159	70,5	147	73,5	136	5.325	NA	NA	
Sólidos totales disueltos	mg/L	2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	62,6	3,59	6,39	7,04	2,59	168	NA	NA	
Temperatura	°C	NA	10,2	11,2	16,1	12,5	16	4,2	11,6	15	15,4	18,5	Δ3	Δ3	
Turbidez	NTU	1	1,92	1,95	2,58	1,78	12,2	4,41	4,92	4,35	40,8	142	NA	NA	
Aniones															
Bromuro	mg/L	0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	NA	NA	
Cloruro	mg/L	0,04	1138	28,2	0,618	0,487	20,1	1,29	30	2,97	20,1	2196	500	NA	
Fluoruro	mg/L	0,003	8,2	0,177	0,089	0,092	0,208	0,107	0,132	0,108	0,161	0,36	1	NA	
Nitrato	mg/L	0,002	2,94	0,016	0,028	0,004	0,006	0,014	0,004	0,006	0,005	0,642	100	100	
Nitrito	mg/L	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	10	10	
Sulfato	mg/L	0,04	2702	62	31,4	14,8	48,8	17,4	19,2	17,4	31,2	836	1000	1000	
Metales Disueltos - ICP OES															
Aluminio	mg/L	0,003	3,99	<0,003	<0,003	<0,003	0,102	0,016	0,025	<0,003	0,062	14,6	NA	NA	
Antimonio	mg/L	0,00007	<0,00007	<0,00007	<0,00007	<0,00007	<0,00007	<0,00007	0,00143	<0,00007	0,00092	0,00106	NA	NA	
Arsénico	mg/L	0,00003	0,00181	0,00532	0,00877	0,00037	0,00405	0,04462	0,08142	0,00592	0,05373	0,29677	NA	NA	
Bario	mg/L	0,00007	0,04968	0,02456	0,01812	0,01252	0,03391	0,00765	0,0102	0,02325	0,01975	0,06564	NA	NA	
Berilio	mg/L	0,00001	0,0006	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	NA	NA	
Bismuto	mg/L	0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	NA	NA	
Boro	mg/L	0,002	1,04	0,527	0,03	0,038	0,387	0,049	0,311	0,087	0,446	24,8	NA	NA	
Cadmio	mg/L	0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	0,02185	NA	NA	

PARÁMETROS	Informe de ensayo		2-03106/22	2-03107/22	2-03106/22	2-03106/22	2-03116/22	2-03115/22	2-03115/22	2-03107/22	2-03116/22	2-03116/22	D.S. N°004-2017-MINAM- Riego de Vegetales	D.S. N°004-2017-MINAM- Bebida de animales
	Fecha		04/09/2022	05/09/2022	04/09/2022	04/09/2022	07/09/2022	06/09/2022	06/09/2022	05/09/2022	07/09/2022	07/09/2022		
	Unidad	L.D.M.	Puntos de monitoreo											
			Río Vizcachas	Río Vizcachas	Qda S/N Pampa Huachunta	Qda Vilaje	Río Vizcachas	Río Chilota	Río Chilota	Río Chincune	Río Vizcachas	Río Titire		
		PBG-1	QLVIZ-8	HAS-2	HAS-3	VIZ-1	CHL-4	CHL-8	QLCHR-01	VIZ-2	TIT-1			
Calcio	mg/L	0,02	25,1	15,2	7,77	3,64	12,3	5,92	11,8	5,91	11	160	NA	NA
Cobalto	mg/L	0,00004	0,01842	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	0,1183	NA	NA
Cobre	mg/L	0,00004	0,00927	0,00096	<0,00004	0,00054	0,00119	0,00067	0,00098	0,00074	0,00109	0,26539	NA	NA
Cromo	mg/L	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	NA	NA
Estaño	mg/L	0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	NA	NA
Estroncio	mg/L	0,00005	0,27935	0,16911	0,07395	0,03804	0,13362	0,04931	0,19499	0,05832	0,14872	4,71	NA	NA
Fosforo	mg/L	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	NA	NA
Hierro	mg/L	0,00009	0,20567	0,07896	0,06294	0,06587	0,10306	0,28306	0,22021	0,20649	0,16307	7,59	NA	NA
Litio	mg/L	0,00005	0,28037	0,10752	<0,00005	<0,00005	0,06775	0,00589	0,02798	<0,00005	0,04316	4,12	NA	NA
Magnesio	mg/L	0,002	8,21	5,6	2,58	1,3	4,05	2,17	2,42	2,2	2,97	39,2	NA	NA
Manganeso	mg/L	0,00006	1,6	0,04013	0,00225	0,00214	0,02392	0,02006	0,03213	0,01074	0,02461	2,53	NA	NA
Mercurio	mg/L	0,000003	<0,000003	<0,000003	<0,000003	<0,000003	<0,000003	<0,000003	<0,000003	<0,000003	<0,000003	<0,000003	NA	NA
Molibdeno	mg/L	0,00004	<0,00004	0,00096	<0,00004	<0,00004	<0,00004	0,00068	0,00155	0,00118	0,00097	0,00105	NA	NA
Níquel	mg/L	0,00002	0,02082	0,00109	<0,00002	<0,00002	0,00113	<0,00002	<0,00002	0,0003	0,00054	0,08312	NA	NA
Plata	mg/L	0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	NA	NA
Plomo	mg/L	0,00004	0,00186	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	0,00074	NA	NA
Potasio	mg/L	0,02	11	8,25	4,05	2,85	6,99	3,08	3,65	3,73	4,83	79,1	NA	NA
Selenio	mg/L	0,00006	0,00071	0,00095	0,00108	0,00172	<0,00006	<0,00006	<0,00006	0,00083	0,00076	0,00377	NA	NA
Silicio	mg/L	0,05	13	15,2	23,9	17,4	9,57	22,3	21,9	18,8	16,3	22,9	NA	NA
Sodio	mg/L	0,003	47,4	30,8	6,28	5,69	20	8,23	22,2	9,83	18,9	1382	NA	NA
Talio	mg/L	0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	0,00245	NA	NA
Telurio	mg/L	0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	NA	NA
Titanio	mg/L	0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0026	0,0027	0,0017	<0,0001	0,0014	0,0009	NA	NA
Uranio	mg/L	0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	NA	NA
Vanadio	mg/L	0,00003	<0,00003	0,00064	0,00524	0,00058	0,00068	0,00195	0,00245	0,00122	0,00181	0,00252	NA	NA
Zinc	mg/L	0,00004	0,18651	0,00701	0,00637	0,00342	0,00466	0,00284	0,00197	0,00606	0,00775	1	NA	NA
Metales Totales - ICP OES														
Aluminio	mg/L	0,003	4,28	<0,003	<0,003	<0,003	0,219	0,053	0,054	<0,003	0,137	28,3	5	5
Antimonio	mg/L	0,00007	<0,00007	<0,00007	<0,00007	<0,00007	<0,00007	<0,00007	0,00144	<0,00007	0,00102	0,0019	NA	NA
Arsénico	mg/L	0,00003	0,00224	0,00533	0,00941	0,0004	0,00432	0,05172	0,09065	0,00638	0,05648	0,66546	0,1	0,2
Bario	mg/L	0,00007	0,05311	0,02676	0,02063	0,01326	0,03706	0,01002	0,01263	0,02598	0,02215	0,06688	0,7	NA
Berilio	mg/L	0,00001	0,00153	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	0,1	0,1
Bismuto	mg/L	0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	NA	NA
Boro	mg/L	0,002	1,14	0,529	0,031	0,038	0,427	0,11	0,342	0,089	0,548	25,7	1	5
Cadmio	mg/L	0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	0,02309	0,01	0,05
Calcio	mg/L	0,02	25,8	15,9	8,26	3,77	12,9	5,96	12	6,13	11,1	164	NA	NA
Cobalto	mg/L	0,00004	0,0187	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	0,11952	0,05	1
Cobre	mg/L	0,00004	0,0101	0,00136	<0,00004	0,0007	0,00127	0,00077	0,001	0,00167	0,00122	0,58123	0,2	0,5
Cromo	mg/L	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	0,1	1

PARÁMETROS	Informe de ensayo		2-03106/22	2-03107/22	2-03106/22	2-03106/22	2-03116/22	2-03115/22	2-03115/22	2-03107/22	2-03116/22	2-03116/22	D.S. N°004-2017-MINAM- Riego de Vegetales	D.S. N°004-2017-MINAM- Bebida de animales	
	Fecha		04/09/2022	05/09/2022	04/09/2022	04/09/2022	07/09/2022	06/09/2022	06/09/2022	05/09/2022	07/09/2022	07/09/2022			
	Unidad	L.D.M.	Puntos de monitoreo												
			Río Vizcachas	Río Vizcachas	Qda S/N Pampa Huachunta	Qda Vilaje	Río Vizcachas	Río Chilota	Río Chilota	Río Chincune	Río Vizcachas	Río Titire			
		PBG-1	QLVIZ-8	HAS-2	HAS-3	VIZ-1	CHL-4	CHL-8	QLCHR-01	VIZ-2	TIT-1				
Estaño	mg/L	0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	NA	NA	
Estroncio	mg/L	0,00005	0,29048	0,17809	0,07784	0,04175	0,13686	0,05039	0,20742	0,06093	0,1503	4,8	NA	NA	
Fosforo	mg/L	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	NA	NA	
Hierro	mg/L	0,00009	0,22648	0,11897	0,12267	0,10139	0,21983	0,56489	0,4747	0,38754	0,3772	15,3	5	NA	
Litio	mg/L	0,00005	0,30269	0,10862	<0,00005	<0,00005	0,07561	0,01105	0,02942	<0,00005	0,05234	4,23	2,5	2,5	
Magnesio	mg/L	0,002	8,29	5,8	2,69	1,33	4,37	2,2	2,48	2,29	3,08	41,1	NA	250	
Manganeso	mg/L	0,00006	1,61	0,04331	0,00257	0,00423	0,07328	0,03356	0,04722	0,02231	0,04703	2,56	0,2	0,2	
Mercurio	mg/L	0,000003	<0,000003	<0,000003	<0,000003	<0,000003	<0,000003	<0,000003	<0,000003	<0,000003	<0,000003	<0,000003	0,001	0,01	
Molibdeno	mg/L	0,00004	<0,00004	0,001	<0,00004	<0,00004	<0,00004	0,00073	0,00161	0,00128	0,00103	0,00211	NA	NA	
Níquel	mg/L	0,00002	0,0209	0,00147	<0,00002	<0,00002	0,00143	<0,00002	<0,00002	0,00044	0,00065	0,08721	0,2	1	
Plata	mg/L	0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	NA	NA	
Plomo	mg/L	0,00004	0,00187	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	0,00141	0,05	0,05	
Potasio	mg/L	0,02	11,4	8,49	4,25	2,91	7,3	3,17	3,73	3,9	4,99	82,2	NA	NA	
Selenio	mg/L	0,00006	0,00096	0,00184	0,00216	0,00233	<0,00006	<0,00006	<0,00006	0,00128	0,0015	0,0053	0,02	0,05	
Silicio	mg/L	0,05	13,5	15,9	24,1	18,4	10,7	22,7	23,4	19,2	17,7	28	NA	NA	
Sodio	mg/L	0,003	48,2	32,7	6,52	5,86	20,9	8,46	22,6	10,5	19,5	1386	NA	NA	
Talio	mg/L	0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	0,00248	NA	NA	
Telurio	mg/L	0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	NA	NA	
Titanio	mg/L	0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0058	0,0042	0,0034	<0,0001	0,0035	0,002	NA	NA	
Uranio	mg/L	0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	NA	NA	
Vanadio	mg/L	0,00003	<0,00003	0,00081	0,00573	0,00063	0,00103	0,00272	0,00292	0,00148	0,00217	0,00543	NA	NA	
Zinc	mg/L	0,00004	0,18778	0,00722	0,01292	0,00447	0,00627	0,00392	0,00391	0,00982	0,01507	1,03	2	24	
Bifenilos policlorados (PCB)															
PCB Totales	µg/L	0,0014	<0,0014	<0,0014	<0,0014	<0,0014	<0,0014	<0,0014	<0,0014	<0,0014	<0,0014	<0,0014	0,04	0,045	
Microbiológicos															
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	1,8	<1,8	20	<1,8	<1,8	23,0	<1,8	23,0	230,0	45,0	<1,8	2000	1000	
Coliformes Totales	NMP/100ml	1,8	23	2400	2400	490	230,0	790	230	230,0	230,0	<1,8	NA	NA	
Enterococos Fecales o Intestinales	NMP/100ml	1,8	<1,8	23	45	<1,8	<1,8	9,3	20	<1,8	<1,8	<1,8	NA	NA	
Escherichia coli	NMP/100ml	1,8	<1,8	20	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	23,0	78,0	45,0	<1,8	1000	NA	

(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 Seca (Parte I)

PARÁMETROS	Informe de ensayo		2-02756/22	2-02756/22	2-02757/22	2-02884/22	2-02884/22	2-02757/22	2-02883/22	2-02883/22	2-02885/22	2-02885/22	2-02884/22	D.S. N°004-2017-MINAM-Riego de Vegetales	D.S. N°004-2017-MINAM-Bebida de animales
	Fecha		25/08/2022	25/08/2022	26/08/2022	28/08/2022	28/08/2022	2022-08-26	27/08/2022	27/08/2022	29/08/2022	29/08/2022	28/08/2022		
	Unidad	L.D.M.	Puntos de monitoreo												
			Río Asana	Qda Altarani	Río Asana	Qda Millune	Qda Sarallénque	Río Asana	Río Charaque	Río Charaque	Río Asana	Río Coscore	Río Capillune		
		AS-1	ALT-4	P-11	P-1	P-10	P-12	Q-CH	CH-3	AS-3	COS-1	CAP-1			
Aceites y Grasas	mg/L	0,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	5	10
Alcalinidad total	mg CaCO3/L	0,8	17,34	16,3	17,7	<0,80	17,1	6,94	17,6	22,5	9,81	10,4	24,7	NA	NA
Caudal	m3/s	NA	0,3682	0,2718	0,636	0,1149	0,01155	0,71085	0,0487	0,02182	0,7442	0,7545	0,0085	NA	NA
Cianuro total	mg/L	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	NA	NA
Cianuro WAD	mg/L	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,1	0,1
Color	UC	1	5,25	5,4	5,68	1,22	4,86	2,59	1,87	2,84	3,02	4,21	3,31	100	100
Conductividad	µS/cm	NA	282	53,3	114,8	470	52,8	139,4	89,6	94,1	150,2	159,7	88,2	2500	5000
Cromo hexavalente	mg/L	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	NA	NA
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	2	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	15	15
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	2,5	<2,5	5,27	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	40	40
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	0,2	0,5
Dureza Total	mg/L	1	43,1	12,2	33,3	119	12,4	38,9		32,1	42,7	43,7	22,8	NA	NA
Huevos de helmintos	Huevo/L	1	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	1	NA
Oxígeno Disuelto	mg/L	NA	7,11	7,13	8,36	7,5	7,37	7,47	7,03	7,68	7,63	7,82	6,74	4	5
pH	Unidad de pH	NA	7,7	7,43	7,56	4,35	7,54	7,36	7,75	7,55	7,49	7,49	7,51	6,5 - 8,5	6,5 - 8,4
Potencial redox	mV	NA	390	228	318	364	231	211	321	291	273	337	386	NA	NA
Sólidos suspendidos totales	mg/L	2,5	99,5	33,5	74,5	320	33,5	94,5	47,5	61,5	99,5	103	51,5	NA	NA
Sólidos totales disueltos	mg/L	2,5	3,88	3,12	<2,5	9,63	<2,5	37,8	<2,5	<2,5	7,07	7,59	<2,5	NA	NA
Temperatura	°C	NA	12	11,9	5,5	10,3	9,4	11,3	12,5	10,1	13,2	11,4	15,7	Δ3	Δ3
Turbidez	NTU	1	3,31	2,85	3,02	11,2	5,5	11,7	4,57	2,1	4,19	4,27	1,69	NA	NA
Aniones															
Bromuro	mg/L	0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	NA	NA
Cloruro	mg/L	0,04	0,921	0,683	0,882	0,971	0,95	1,01	1,1	1,79	1,39	1,57	1,22	500	NA
Fluoruro	mg/L	0,003	0,093	0,044	0,072	0,471	0,043	0,106	0,063	0,075	0,116	0,119	0,083	1	NA
Nitrato	mg/L	0,002	0,005	0,03	0,017	0,112	0,059	0,042	0,1	0,139	0,027	0,031	0,005	100	100
Nitrito	mg/L	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	10	10
Sulfato	mg/L	0,04	35,8	4,76	23,9	221	3	40,1	9,63	12,4	41,8	42	8,54	1000	1000
Metales Disueltos - ICP OES															
Aluminio	mg/L	0,003	<0,003	0,028	0,03	16,9	0,101	0,842	0,051	0,032	0,627	0,727	<0,003	NA	NA
Antimonio	mg/L	0,00007	<0,00007	<0,00007	<0,00007	<0,00007	<0,00007	<0,00007	<0,00007	<0,00007	<0,00007	<0,00007	<0,00007	NA	NA
Arsénico	mg/L	0,00003	0,00106	0,00094	0,00084	0,00043	0,00092	0,00062	0,00084	0,00117	0,00054	0,00044	0,00099	NA	NA
Bario	mg/L	0,00007	0,01142	0,00549	0,00898	0,01728	0,00862	0,00968	0,01214	0,01901	0,01182	0,0112	0,02133	NA	NA
Berilio	mg/L	0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	NA	NA
Bismuto	mg/L	0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	NA	NA
Boro	mg/L	0,002	0,015	<0,002	0,024	0,032	0,015	0,021	0,026	0,033	0,032	0,029	0,029	NA	NA
Cadmio	mg/L	0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	NA	NA
Calcio	mg/L	0,02	13,1	3,73	10,1	35,2	3,02	11,7	5,02	7,07	13	13,2	6,16	NA	NA

PARÁMETROS	Informe de ensayo		2-02756/22	2-02756/22	2-02757/22	2-02884/22	2-02884/22	2-02757/22	2-02883/22	2-02883/22	2-02885/22	2-02885/22	2-02884/22	D.S. N°004-2017-MINAM-Riego de Vegetales	D.S. N°004-2017-MINAM-Bebida de animales
	Fecha		25/08/2022	25/08/2022	26/08/2022	28/08/2022	28/08/2022	2022-08-26	27/08/2022	27/08/2022	29/08/2022	29/08/2022	28/08/2022		
	Unidad	L.D.M.	Puntos de monitoreo												
			Río Asana	Qda Altarani	Río Asana	Qda Millune	Qda Sarallénque	Río Asana	Río Charaque	Río Charaque	Río Asana	Río Coscore	Río Capillune		
		AS-1	ALT-4	P-11	P-1	P-10	P-12	Q-CH	CH-3	AS-3	COS-1	CAP-1			
Cobalto	mg/L	0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	0,00278	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	NA	NA
Cobre	mg/L	0,00004	0,00087	0,00072	0,00095	0,00991	0,0011	0,00312	0,00133	0,00244	0,0014	0,00119	0,00134	NA	NA
Cromo	mg/L	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	NA	NA
Estaño	mg/L	0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	NA	NA
Estroncio	mg/L	0,00005	0,0943	0,03127	0,07529	0,41636	0,03864	0,10234	0,05401	0,06769	0,10933	0,11013	0,0556	NA	NA
Fosforo	mg/L	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	NA	NA
Hierro	mg/L	0,00009	0,10135	0,15643	0,14705	0,45047	0,05676	0,21961	0,05101	0,02705	0,10197	0,10177	0,00734	NA	NA
Litio	mg/L	0,00005	0,00329	<0,00005	0,00162	0,00316	0,00087	0,0016	<0,00005	<0,00005	0,00107	0,00212	<0,00005	NA	NA
Magnesio	mg/L	0,002	2,6	0,77	2,03	8,16	1,15	2,54	1,67	2,31	2,79	2,83	1,96	NA	NA
Manganeso	mg/L	0,00006	0,00491	0,00527	0,00693	0,46385	0,0017	0,05048	0,00212	0,00082	0,05099	0,0517	0,00083	NA	NA
Mercurio	mg/L	0,000003	<0,000003	<0,000003	<0,000003	<0,000003	<0,000003	<0,000003	<0,000003	<0,000003	<0,000003	<0,000003	<0,000003	NA	NA
Molibdeno	mg/L	0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	0,00009	<0,00004	<0,00004	0,00062	0,00076	0,00063	0,00064	0,0008	NA	NA
Níquel	mg/L	0,00002	0,00035	<0,00002	<0,00002	0,00328	<0,00002	0,00066	<0,00002	<0,00002	0,00048	0,0005	<0,00002	NA	NA
Plata	mg/L	0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	NA	NA
Plomo	mg/L	0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	NA	NA
Potasio	mg/L	0,02	2	1,8	1,86	3,28	2,65	2,17	2,47	2,94	2,25	2,15	2,1	NA	NA
Selenio	mg/L	0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	NA	NA
Silicio	mg/L	0,05	16,4	14,3	15,4	29,2	16,7	17,2	14,9	15,2	16,1	15,8	9,72	NA	NA
Sodio	mg/L	0,003	7,83	4,31	6,35	12,4	3,74	6,8	4,78	5,9	7,61	7,54	5,17	NA	NA
Talio	mg/L	0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	NA	NA
Telurio	mg/L	0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	NA	NA
Titanio	mg/L	0,0001	<0,0001	0,0016	<0,0001	0,0132	0,0033	0,0026	0,0009	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	NA	NA
Uranio	mg/L	0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	NA	NA
Vanadio	mg/L	0,00003	0,00217	0,00242	0,0026	0,00149	0,00389	0,00218	0,00328	0,00313	0,00198	0,00201	0,00169	NA	NA
Zinc	mg/L	0,00004	0,00516	0,00178	0,00263	0,03265	0,00239	0,01122	0,00143	0,00415	0,00416	0,00631	0,00107	NA	NA
Metales Totales - ICP OES															
Aluminio	mg/L	0,003	<0,003	0,051	0,047	17,6	0,203	1,68	0,118	0,035	1,37	1,44	<0,003	5	5
Antimonio	mg/L	0,00007	<0,00007	<0,00007	<0,00007	<0,00007	<0,00007	<0,00007	<0,00007	<0,00007	<0,00007	<0,00007	<0,00007	NA	NA
Arsénico	mg/L	0,00003	0,0013	0,00101	0,00085	0,00085	0,00092	0,00123	0,00097	0,00124	0,00094	0,0009	0,00101	0,1	0,2
Bario	mg/L	0,00007	0,01227	0,00798	0,01107	0,02452	0,01147	0,01708	0,01526	0,02324	0,01242	0,01413	0,02139	0,7	NA
Berilio	mg/L	0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	<0,00001	0,1	0,1
Bismuto	mg/L	0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	NA	NA
Boro	mg/L	0,002	0,027	<0,002	0,03	0,035	0,031	0,026	0,028	0,04	0,045	0,034	0,036	1	5
Cadmio	mg/L	0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	0,01	0,05
Calcio	mg/L	0,02	13,3	3,77	10,1	35,6	3,07	11,8	5,21	8,29	13,4	13,3	6,19	NA	NA
Cobalto	mg/L	0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	0,00292	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	0,05	1
Cobre	mg/L	0,00004	0,00099	0,00133	0,00108	0,01169	0,00233	0,00784	0,00173	0,00267	0,00235	0,00257	0,00135	0,2	0,5
Cromo	mg/L	0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	0,1	1
Estaño	mg/L	0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	NA	NA
Estroncio	mg/L	0,00005	0,09586	0,03287	0,07625	0,42057	0,03878	0,10481	0,05574	0,08315	0,11143	0,11016	0,05726	NA	NA

PARÁMETROS	Informe de ensayo		2-02756/22	2-02756/22	2-02757/22	2-02884/22	2-02884/22	2-02757/22	2-02883/22	2-02883/22	2-02885/22	2-02885/22	2-02884/22	D.S. N°004-2017-MINAM- Riego de Vegetales	D.S. N°004-2017-MINAM- Bebida de animales
	Fecha		25/08/2022	25/08/2022	26/08/2022	28/08/2022	28/08/2022	2022-08-26	27/08/2022	27/08/2022	29/08/2022	29/08/2022	28/08/2022		
	Unidad	L.D.M.	Puntos de monitoreo												
			Río Asana	Qda Altarani	Río Asana	Qda Milllune	Qda Sarallenque	Río Asana	Río Charaque	Río Charaque	Río Asana	Río Coscore	Río Capillune		
		AS-1	ALT-4	P-11	P-1	P-10	P-12	Q-CH	CH-3	AS-3	COS-1	CAP-1			
Fosforo	mg/L	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	NA	NA
Hierro	mg/L	0,00009	0,13751	0,28706	0,25046	0,95944	0,10123	0,47897	0,09749	0,0304	0,23343	0,21317	0,01499	5	NA
Litio	mg/L	0,00005	0,00775	<0,00005	0,00242	0,00556	0,00163	0,00294	<0,00005	<0,00005	0,00195	0,00225	<0,00005	2,5	2,5
Magnesio	mg/L	0,002	2,63	0,798	2,07	8,28	1,18	2,58	1,72	2,87	2,86	2,89	2,02	NA	250
Manganeso	mg/L	0,00006	0,00773	0,01074	0,01296	0,47247	0,00356	0,06277	0,00531	0,00177	0,05845	0,06029	0,00101	0,2	0,2
Mercurio	mg/L	0,000003	<0,000003	<0,000003	<0,000003	<0,000003	<0,000003	<0,000003	<0,000003	<0,000003	<0,000003	<0,000003	<0,000003	0,001	0,01
Molibdeno	mg/L	0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	0,0001	<0,00004	<0,00004	0,00069	0,00092	0,00065	0,00064	0,00086	NA	NA
Níquel	mg/L	0,00002	0,0004	<0,00002	<0,00002	0,00344	<0,00002	0,00124	<0,00002	<0,00002	0,00057	0,00084	<0,00002	0,2	1
Plata	mg/L	0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	NA	NA
Plomo	mg/L	0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	0,05	0,05
Potasio	mg/L	0,02	2,08	1,87	1,96	3,47	2,74	2,27	2,51	3,45	2,31	2,27	2,21	NA	NA
Selenio	mg/L	0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	0,02	0,05
Silicio	mg/L	0,05	16,7	14,5	15,7	29,3	17,1	17,4	14,9	18,1	16,7	16,3	9,77	NA	NA
Sodio	mg/L	0,003	7,92	4,48	6,56	12,6	3,82	6,81	4,91	7,25	7,89	7,89	5,26	NA	NA
Talio	mg/L	0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	<0,00003	NA	NA
Telurio	mg/L	0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	<0,00006	NA	NA
Titanio	mg/L	0,0001	<0,0001	0,0018	<0,0001	0,032	0,0076	0,0049	0,0018	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	NA	NA
Uranio	mg/L	0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	NA	NA
Vanadio	mg/L	0,00003	0,00232	0,00497	0,00287	0,00295	0,00431	0,00412	0,00346	0,00373	0,00243	0,00252	0,00175	NA	NA
Zinc	mg/L	0,00004	0,01154	0,00275	0,00477	0,04167	0,00398	0,01451	0,00396	0,00895	0,0053	0,0072	0,00281	2	24
Bifenilos policlorados (PCB)															
PCB Totales	µg/L	0,0014	<0,0014	<0,0014	<0,0014	<0,0014	<0,0014	<0,0014	<0,0014	<0,0014	<0,0014	<0,0014	<0,0014	0,04	0,045
Microbiológicos															
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	1,8	4,5	<1,8	<1,8	<1,8	130,0	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	2000	1000
Coliformes Totales	NMP/100ml	1,8	130	330	230	23	230	170	23	45	790	34	16000	NA	NA
Enterococos Fecales o Intestinales	NMP/100ml	1,8	4,5	22	39	<1,8	11	2	2	4,5	<1,8	<1,8	34	NA	NA
Escherichia coli	NMP/100ml	1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	1000	NA

(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 4.4. Resultados de Calidad de agua – Zona de Operaciones - Campaña 10 Temporada Seca (Parte II)

PARÁMETROS	Informe de ensayo		2-02887/22	2-02886/22	2-02886/22	2-03104/22	2-02887/22	2-03104/22	2-03104/22	2-03105/22	2-03105/22	2-03105/22	2-03105/22	2-03117/22	D.S. N°004-2017-MINAM-Riego de Vegetales	D.S. N°004-2017-MINAM-Bebida de animales	
	Fecha		31/08/2022	30/08/2022	30/08/2022	01/09/2022	31/08/2022	01/09/2022	01/09/2022	03/09/2022	03/09/2022	03/09/2022	03/09/2022	08/09/2022			
	Unidad	L.D.M.	Puntos de monitoreo														
			Río Coscore	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-3	COS-4	CAP-2	CAP-3	TUM-3	TUM-4	13172RTumi	MQ-3	3172RMoque1	13172RMoque2	13172Rosmo1				
Aceites y Grasas	mg/L	0,5	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	5	10	
Alcalinidad total	mg CaCO3/L	0,8	13,4	13,6	14,2	113,000	85,2	18,500	28,300	60,2	85,6	116	230	234	NA	NA	
Caudal	m3/s	NA	0,176	0,698	0,63475	0,00313	2,11	0,6447	0,4725	0,535	0,64725	0,616	0,541	0,484	NA	NA	
Cianuro total	mg/L	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	NA	NA	
Cianuro WAD	mg/L	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,1	0,1	
Color	UC	1	2,73	2,16	2,59	5,07	6,19	3,88	3,6	5,11	3,09	4,53	4,03	10,4	100	100	
Conductividad	µS/cm	NA	176	164,3	166,1	2450	2.110	263	281	385	757	904	2300	2370	2500	5000	
Cromo hexavalente	mg/L	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	NA	NA	
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	2	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	15	15	
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	2,5	<2,5	<2,5	<2,5	11,8	7,67	6,0	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	12,2	6,0	40	40	
Detergentes (SAAM)	mg/L	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	0,2	0,5	
Dureza Total	mg/L	1	50	45,5	48,1		469	66,1	74,1	119	217	256	696	725	NA	NA	
Huevos de helmintos	Huevo/L	1	<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	NA	
Oxígeno Disuelto	mg/L	NA	9,16	8,45	8,12	10,6	8,55	8,06	7,55	8,37	8,34	9,23	9,6	10,16	4	5	
pH	Unidad de pH	NA	7,74	7,45	7,57	8,5	8,38	7,94	8,33	8,18	8,28	8,16	8,46	8,73	6,5 - 8,5	6,5 - 8,4	
Potencial redox	mV	NA	322	244	331	195	271	185	185	145	167	202	147	227	NA	NA	
Solidos suspendidos totales	mg/L	2,5	117	112	114	1645	1.416	177	188	254	492	600	1.554	1.553	NA	NA	
Solidos totales disueltos	mg/L	2,5	5,99	5,19	6,54	<2,5	<2,5	6,2	4,92	6,71	<2,5	4,64	5,79	3,12	NA	NA	
Temperatura	°C	NA	9,8	9,3	14,1	15,9	15,1	17,1	20,4	18,3	22,1	16,4	23,1	20	Δ3	Δ3	
Turbidez	NTU	1	4,82	5,52	4,87	1,34	1,89	4	3,77	5,91	43,3	6,66	5,7	1,83	NA	NA	
Aniones																	
Bromuro	mg/L	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	NA	NA	
Cloruro	mg/L	0,04	2,34	1,66	2,07	424	343	16,5	17,0	19,3	65,1	85,6	15,7	348	500	NA	
Fluoruro	mg/L	0,003	0,133	0,121	0,13	1,6	1,51	0,218	0,228	0,248	0,37	0,353	0,018	0,397	1	NA	
Nitrato	mg/L	0,002	0,031	0,022	0,013	0,201	0,057	0,004	0,004	0,036	0,796	1,14	0,34	2,93	100	100	
Nitrito	mg/L	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	10	10	
Sulfato	mg/L	0,04	46,3	43,3	43,6	398	348	60,8	63,3	72,6	146	172	21,1	464	1000	1000	
Metales Disueltos - ICP OES																	
Aluminio	mg/L	0,003	0,422	0,633	0,732	0,03	0,066	0,626	0,434	0,11	0,528	0,271	0,042	<0,003	NA	NA	
Antimonio	mg/L	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	NA	NA	
Arsénico	mg/L	0,00003	0,00083	0,00051	0,00078	0,00916	0,00834	0,00118	0,00182	0,00229	0,00277	0,00526	0,00616	0,007	NA	NA	
Bario	mg/L	0,00007	0,01499	0,01364	0,01319	0,12224	0,11613	0,01931	0,01825	0,03578	0,04023	0,07025	0,08594	0,09279	NA	NA	
Berilio	mg/L	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	NA	NA	
Bismuto	mg/L	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	NA	NA	
Boro	mg/L	0,002	0,031	0,062	0,039	4,83	4,07	0,284	0,229	0,271	0,428	0,956	1,56	1,49	NA	NA	

PARÁMETROS	Informe de ensayo		2-02887/22	2-02886/22	2-02886/22	2-03104/22	2-02887/22	2-03104/22	2-03104/22	2-03105/22	2-03105/22	2-03105/22	2-03105/22	2-03117/22	D.S. N°004-2017-MINAM-Riego de Vegetales	D.S. N°004-2017-MINAM-Bebida de animales	
	Fecha		31/08/2022	30/08/2022	30/08/2022	01/09/2022	31/08/2022	01/09/2022	01/09/2022	03/09/2022	03/09/2022	03/09/2022	03/09/2022	08/09/2022			
	Unidad	L.D.M.	Puntos de monitoreo														
			Río Coscore	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-3	COS-4	CAP-2	CAP-3	TUM-3	TUM-4	13172RTumi	MQ-3	3172RMoque1	13172RMoque2	13172Rosmo1				
Cadmio	mg/L	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	NA	NA	
Calcio	mg/L	0,02	15,6	14,3	15	200	158	21,6	24,5	36,8	38,7	84,3	214	230	NA	NA	
Cobalto	mg/L	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	NA	NA	
Cobre	mg/L	0,00004	0,00145	0,00132	0,00179	0,00255	0,0033	0,00197	0,00194	0,00126	0,00144	0,0018	0,00207	0,00189	NA	NA	
Cromo	mg/L	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	NA	NA	
Estaño	mg/L	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	NA	NA	
Estroncio	mg/L	0,00005	0,12248	0,11863	0,117	1,53	1220	0,16174	0,17663	0,24272	0,25866	0,68194	1,71	1,81	NA	NA	
Fosforo	mg/L	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,5	0,23	NA	NA	
Hierro	mg/L	0,00009	0,053	0,10235	0,1031	0,0219	0,02128	0,08316	0,06275	0,02146	0,0517	0,05928	0,03218	0,01632	NA	NA	
Litio	mg/L	0,00005	0,00233	0,00124	0,00225	0,60188	0,50304	0,02	0,02206	0,01263	0,07131	0,14244	0,10256	0,09576	NA	NA	
Magnesio	mg/L	0,002	3,24	3,14	3,17	20,9	17,9	3,9	4,09	5,12	5,15	10,7	26,8	29,7	NA	NA	
Manganeso	mg/L	0,00006	0,03617	0,10837	0,05689	0,00322	0,00609	0,01587	0,00677	0,00913	0,07903	0,03377	0,05144	0,01997	NA	NA	
Mercurio	mg/L	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	NA	NA	
Molibdeno	mg/L	0,00004	0,00099	0,00096	0,00117	0,00982	0,01205	0,00141	0,00171	0,00192	0,0009	0,00178	0,00478	0,0046	NA	NA	
Níquel	mg/L	0,00002	0,00041	0,00043	0,0004	<0,00002	0,00039	0,00026	0,00031	0,00026	0,00151	0,00141	0,00057	0,00034	NA	NA	
Plata	mg/L	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	NA	NA	
Plomo	mg/L	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	NA	NA	
Potasio	mg/L	0,02	2,22	2,12	2,22	6,61	5,65	2,38	2,44	2,85	3	6,76	11	9,98	NA	NA	
Selenio	mg/L	0,00006	<0,00006	<0,00006	0,00079	0,00149	0,00116	0,00037	<0,00006	0,00066	0,00098	0,00104	0,00556	0,00204	NA	NA	
Silicio	mg/L	0,05	15	15,1	15,3	12,2	12,9	15	14,6	16	15,5	17,7	17,9	11,9	NA	NA	
Sodio	mg/L	0,003	8,41	8,05	8,06	284	234	17,7	19,4	24,9	32,7	80,7	224	210	NA	NA	
Talio	mg/L	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	NA	NA	
Telurio	mg/L	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	NA	NA	
Titanio	mg/L	0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0007	0,0021	0,0012	<0,0001	NA	NA	
Uranio	mg/L	0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	0,01354	0,00735	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	0,01097	0,01057	NA	NA	
Vanadio	mg/L	0,00003	0,00177	0,00191	0,00209	0,00394	0,00327	0,00227	0,00254	0,00231	0,00254	0,00475	0,00749	0,00532	NA	NA	
Zinc	mg/L	0,00004	0,00317	0,00194	0,00204	0,00282	0,00416	0,00198	0,00262	0,00826	0,01717	0,0085	0,00211	0,00304	NA	NA	
Metales Totales - ICP OES																	
Aluminio	mg/L	0,003	0,95	1,51	1,41	0,039	0,15	1,21	0,899	0,279	1,03	0,493	0,093	<0,003	5	5	
Antimonio	mg/L	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	NA	NA	
Arsénico	mg/L	0,00003	0,00101	0,00109	0,00112	0,00994	0,00918	0,00172	0,00204	0,00277	0,00686	0,00657	0,00623	0,00758	0,1	0,2	
Bario	mg/L	0,00007	0,01564	0,01654	0,0142	0,13245	0,11973	0,01982	0,02084	0,04023	0,07527	0,07852	0,09448	0,0928	0,7	NA	
Berilio	mg/L	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	0,1	0,1	
Bismuto	mg/L	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	NA	NA	
Boro	mg/L	0,002	0,05	0,058	0,057	4,96	4,29	0,287	0,232	0,279	0,93	0,963	1,7	1,71	1	5	
Cadmio	mg/L	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	0,01	0,05	
Calcio	mg/L	0,02	15,9	14,5	15,3	201	161	21,9	24,5	38,7	67,7	86,3	224	237	NA	NA	
Cobalto	mg/L	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	0,05	1	
Cobre	mg/L	0,00004	0,0015	0,00239	0,00246	0,00386	0,00421	0,00227	0,00235	0,00144	0,0027	0,00241	0,00209	0,00193	0,2	0,5	

PARÁMETROS	Informe de ensayo		2-02887/22	2-02886/22	2-02886/22	2-03104/22	2-02887/22	2-03104/22	2-03104/22	2-03105/22	2-03105/22	2-03105/22	2-03105/22	2-03117/22	D.S. N°004-2017-MINAM-Riego de Vegetales	D.S. N°004-2017-MINAM-Bebida de animales	
	Fecha		31/08/2022	30/08/2022	30/08/2022	01/09/2022	31/08/2022	01/09/2022	01/09/2022	03/09/2022	03/09/2022	03/09/2022	03/09/2022	08/09/2022			
	Unidad	L.D.M.	Puntos de monitoreo														
			Río Coscore	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-3	COS-4	CAP-2	CAP-3	TUM-3	TUM-4	13172RTumi	MQ-3	3172RMoque1	13172RMoque2	13172Rosmo1				
Cromo	mg/L	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	0,1	1	
Estaño	mg/L	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	NA	NA	
Estroncio	mg/L	0,00005	0,12303	0,12098	0,1195	1,61	1,23	0,16704	0,17891	0,25866	0,59627	0,7095	1,78	1,86	NA	NA	
Fosforo	mg/L	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,637	0,285	NA	NA	
Hierro	mg/L	0,00009	0,10253	0,24477	0,22619	0,02612	0,0344	0,1667	0,1298	0,0517	0,0826	0,11742	0,06442	0,02348	5	NA	
Litio	mg/L	0,00005	0,00276	0,0023	0,00401	0,61049	0,52007	0,02186	0,0236	0,01307	0,15209	0,14484	0,12315	0,10536	2,5	2,5	
Magnesio	mg/L	0,002	3,25	3,2	3,21	21,4	18,7	3,96	4,16	5,15	9,34	10,8	27,4	32,4	NA	250	
Manganeso	mg/L	0,00006	0,03721	0,12419	0,07425	0,00412	0,00901	0,02715	0,01771	0,0179	0,14175	0,06804	0,07986	0,02797	0,2	0,2	
Mercurio	mg/L	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	0,001	0,01	
Molibdeno	mg/L	0,00004	0,00114	0,001	0,00122	0,01065	0,01211	0,00163	0,00183	0,00192	0,00192	0,00184	0,00479	0,00464	NA	NA	
Níquel	mg/L	0,00002	0,00056	0,00049	0,00053	<0,00002	0,00039	0,00057	0,00041	0,00051	0,00373	0,00194	0,00059	0,00042	0,2	1	
Plata	mg/L	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	NA	NA	
Plomo	mg/L	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	0,05	0,05	
Potasio	mg/L	0,02	2,26	2,22	2,31	6,96	5,65	2,44	2,51	3	7,26	6,94	11,1	10,4	NA	NA	
Selenio	mg/L	0,00006	<0,00006	<0,00006	0,00087	0,00236	0,00169	0,00075	<0,00006	0,00144	0,00144	0,00269	0,00677	0,0039	0,02	0,05	
Silicio	mg/L	0,05	15,4	16	15,5	13,4	13,8	15,7	15	16	16	18,1	18,3	12,4	NA	NA	
Sodio	mg/L	0,003	8,46	8,46	8,41	285	243	18,2	20	25,7	63,1	81,5	228	227	NA	NA	
Talio	mg/L	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	NA	NA	
Telurio	mg/L	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	NA	NA	
Titanio	mg/L	0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0016	0,0047	0,0026	<0,0001	NA	NA	
Uranio	mg/L	0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	0,01508	0,00751	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	<0,00004	0,01099	0,01092	NA	NA	
Vanadio	mg/L	0,00003	0,0023	0,00246	0,00252	0,00444	0,00345	0,00264	0,00294	0,00254	0,00428	0,00546	0,00782	0,00544	NA	NA	
Zinc	mg/L	0,00004	0,00663	0,00312	0,00345	0,00536	0,00533	0,00456	0,00309	0,01717	0,03348	0,01319	0,00437	0,00676	2	24	
Bifenilos policlorados (PCB)																	
PCB Totales	µg/L	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	0,04	0,045	
Microbiológicos																	
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	1,8	<1,8	<1,8	<1,8	230	<1,8	<1,8	23	490	2400	5400	2400	2700	2000	1000	
Coliformes Totales	NMP/100ml	1,8	2400	490	220	330	790	490	1300	2400	3500	5400	5400	14000	NA	NA	
Enterococos Fecales o Intestinales	NMP/100ml	1,8	2	<1,8	<1,8	13	13	11	23	20	230	230	230	230	NA	NA	
Escherichia coli	NMP/100ml	1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8	23	230	2400	2400	2400	2200	1000	NA	

(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 4.5. Resultados de Calidad de agua – Zona de Agua de Mar - Campaña 10 Temporada Seca

Parámetros	Informe de ensayo		2-03124/22	2-03124/22	2-03124/22	2-03123/22	2-03123/22	2-03123/22	2-03123/22	2-03123/22	2-03123/22	2-03123/22	2-03123/22	2-03123/22	D.S. N°004-2017-MINAM - Cat 2 - Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras
	Fecha		23/09/2022	23/09/2022	23/09/2022	23/09/2022	23/09/2022	23/09/2022	23/09/2022	23/09/2022	23/09/2022	23/09/2022	23/09/2022	23/09/2022	
	Unidad	L.D.M.	Puntos de monitoreo												
			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)	
Parámetros analizados en campo															
Conductividad	mg/l	NA	54300	54300	54200	54000	54000	54000	54100	54200	54000	54100	54100	53800	NA
Oxígeno Disuelto	mg/l	NA	8,56	6,44	6,89	8,64	7,3	6,97	8,1	5,56	7,2	8,53	7,36	5,4	2,5
Temperatura	uS/cm	NA	14,5	14	14,1	14,5	14,2	13,8	14,4	14,2	13,9	14,2	14,1	13,9	Δ3
Turbidez	UNT	1	2,84	2,19	5,74	2,11	1,83	4,13	2,58	1,88	5,45	2,71	2,27	8,06	NA
pH	Unidad de pH	NA	7,91	7,75	7,72	7,84	7,73	7,72	7,89	7,75	7,71	7,89	7,81	7,73	6.8 - 8.5
Parámetros Físico - Químicos															
Alcalinidad	mg/l	0,8	116	115	116	116	115	118	115	115	116	115	116	115	NA
Dureza	mg/l	1	6402	6443	6402	6402	6402	6402	6443	6392	6422	6402	6443	6422	NA
Solidos Suspendidos Totales	mg/l	2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	70
Solidos Disueltos Totales	mg/l	2,5	34.770	33.080	35.700	34.100	35.760	36.230	34.830	33.930	35.230	35.030	36.190	34.610	NA
Parámetros Inorgánicos no Metálicos															
Sulfuros	mg/l	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,05
Aniones por Cromatografía Iónica															
Bromuro	mg/l	0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	n	<0,007	<0,007	NA
Cloruro	mg/l	0,04	19481	19352	19507	19409	19494	19606	19432	19515	19370	19286	19316	19053	NA
Fluoruro	mg/l	0,002	1,17	1,19	1,18	1,12	1,13	1,15	1,25	1,22	1,18	1,12	1,2	1,17	NA
Fosfato	mg/l	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	NA
Nitrato	mg/l	0,002	0,494	0,473	0,801	0,506	1,04	0,539	1,52	0,791	0,778	0,799	0,799	0,37	NA
Nitrito	mg/l	0,001	1,03	1,24	1,46	1,42	1,04	0,965	1,51	1,12	1,54	0,686	0,686	0,545	NA
Sulfato	mg/l	0,04	2385	2405	2406	2389	2284	2403	2338	2401	2390	2369	2369	2386	NA
Parámetros Orgánicos															
Aceites y Grasas	mg/l	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	2
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	2	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	10
Hidrocarburos totales de petróleo (C10-C40)	mg/l	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	0,01
Metales Totales															
Aluminio	mg/l	0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	NA
Antimonio	mg/l	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	0,64
Arsénico	mg/l	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	0,05
Bario	mg/l	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	NA
Berilio	mg/l	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	NA
Bismuto	mg/l	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	NA
Boro	mg/l	0,002	5,07	4,55	4,63	5,86	4,99	4,92	5,14	4,76	4,74	4,55	4,41	4,53	NA
Cadmio	mg/l	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	NA
Calcio	mg/l	0,02	440	431	427	442	436	445	448	443	437	441	433	427	NA
Cobalto	mg/l	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	NA
Cobre	mg/l	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	0,05

Parámetros	Informe de ensayo		2-03124/22	2-03124/22	2-03124/22	2-03123/22	2-03123/22	2-03123/22	2-03123/22	2-03123/22	2-03123/22	2-03123/22	2-03123/22	2-03123/22	D.S. N°004-2017-MINAM - Cat 2 - Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras
	Fecha		23/09/2022	23/09/2022	23/09/2022	23/09/2022	23/09/2022	23/09/2022	23/09/2022	23/09/2022	23/09/2022	23/09/2022	23/09/2022	23/09/2022	
	Unidad	L.D.M.	Puntos de monitoreo												
			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)	
Cromo	mg/l	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	NA
Estaño	mg/l	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	NA
Estroncio	mg/l	0,00005	8,64	8,6	8,37	8,73	8,55	8,79	8,89	8,6	8,4	8,51	8,57	8,29	NA
Fosforo	mg/l	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	NA
Hierro	mg/l	0,00009	<0,00009	<0,00009	0,09569	<0,00009	<0,00009	0,03468	<0,00009	<0,00009	0,24348	<0,00009	<0,00009	0,0874	NA
Litio	mg/l	0,00005	0,16928	0,19536	0,15815	0,16855	0,07997	0,18147	0,14564	0,21367	0,16354	0,19012	0,1578	0,19733	NA
Magnesio	mg/l	0,002	1407	1390	1386	1413	1395	1421	1440	1425	1401	1414	1399	1332	NA
Manganeso	mg/l	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	NA
Mercurio	mg/l	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	0,0018
Molibdeno	mg/l	0,00004	0,01191	0,01204	0,01098	0,01259	0,01205	0,01026	0,01348	0,01139	0,01156	0,01026	0,01298	0,01244	NA
Níquel	mg/l	0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	0,074
Plata	mg/l	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	NA
Plomo	mg/l	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	0,03
Potasio	mg/l	0,02	414	414	409	425	419	421	427	427	414	419	412	398	NA
Selenio	mg/l	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	NA
Silicio	mg/l	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	NA
Sodio	mg/l	0,003	11914	11616	11708	11809	11579	11795	12121	11842	11656	11883	11810	11483	NA
Talio	mg/l	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	NA
Telurio	mg/l	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	NA
Titanio	mg/l	0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	NA
Uranio	mg/l	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	NA
Vanadio	mg/l	0,00003	0,00495	0,00455	0,00445	0,0047	0,00453	0,00453	0,00438	0,00452	0,00464	0,00381	<0,00003	<0,00003	NA
Wolframio	mg/l	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	NA
Zinc	mg/l	0,00004	0,00882	0,01053	0,00797	0,00504	<0,00004	0,02038	<0,00004	<0,00004	0,00919	<0,00004	0,01365	0,01933	0,12

(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

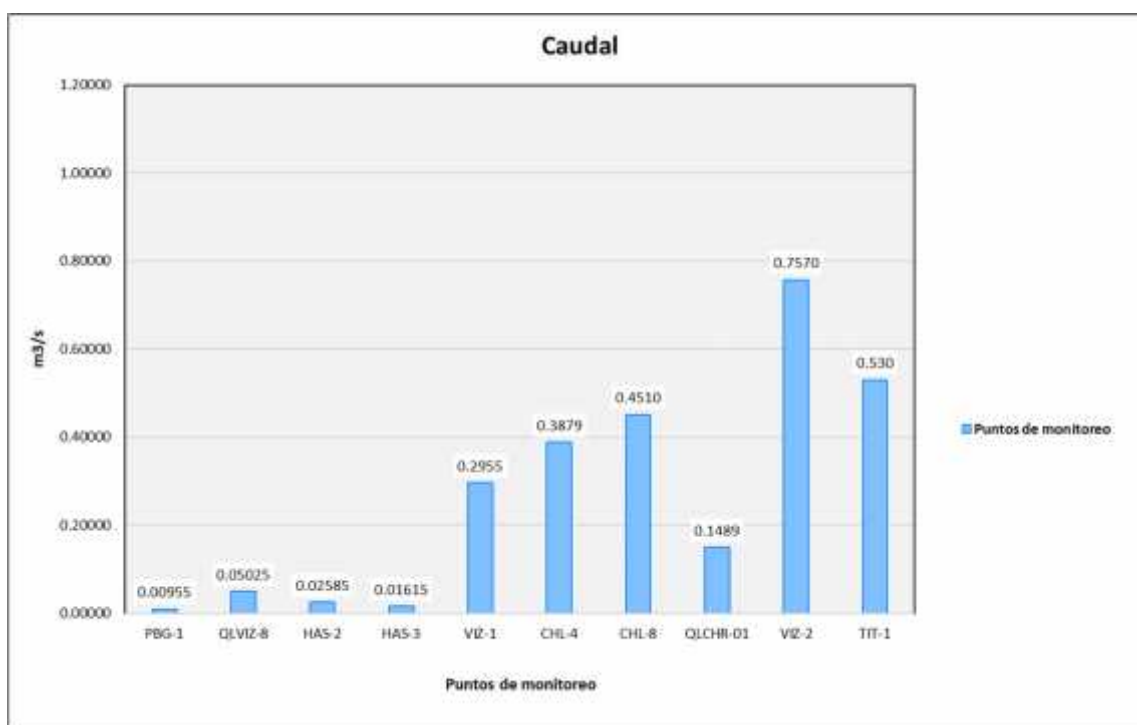
A continuación, en los siguientes gráficos se detalla las concentraciones halladas en los puntos de monitoreo de calidad de agua.

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 0.00955 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 0.05025 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 $0.01615 \text{ m}^3/\text{s}$ y $0.0.02585 \text{ m}^3/\text{s}$, respectivamente.

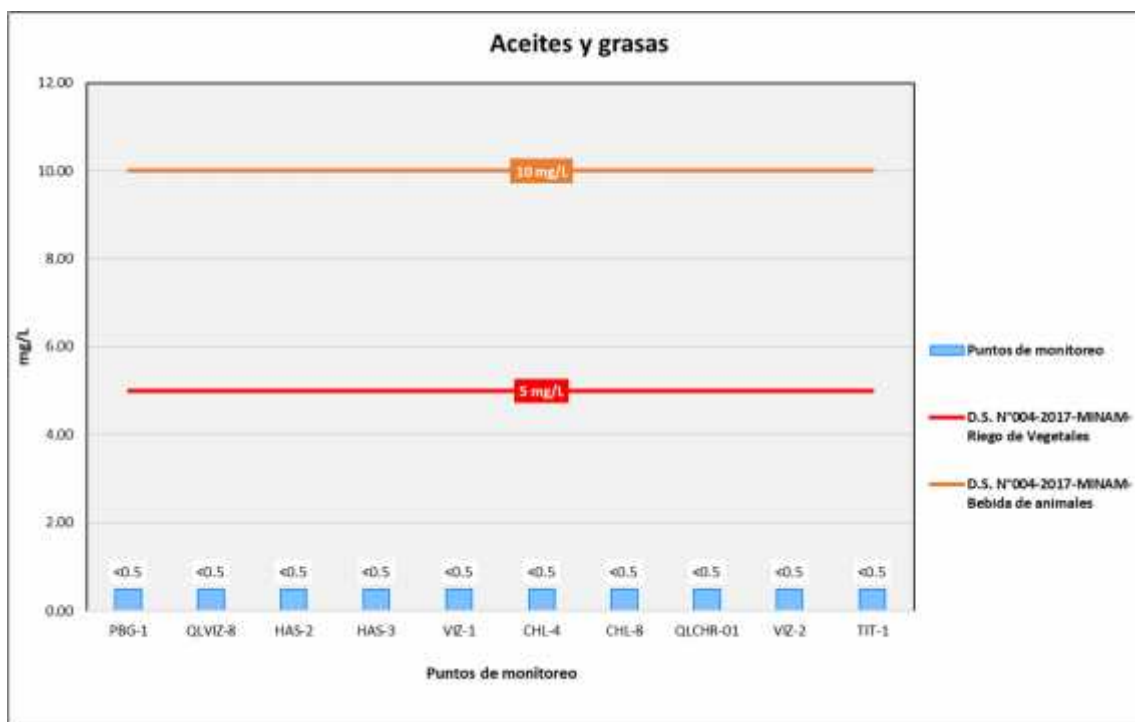
Para el caso del río Chilota se ha obtenido caudales de $0.3879 \text{ m}^3/\text{s}$ y $0.4510 \text{ m}^3/\text{s}$ para los puntos CHL-4 (ubicado aguas arriba) y CHL-8 (ubicado aguas abajo), respectivamente. Asimismo, el caudal registrado para el río Titire (punto TIT-1) es de $0.530 \text{ m}^3/\text{s}$.

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 $0.2955 \text{ m}^3/\text{s}$ y $0.3879 \text{ m}^3/\text{s}$, 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.

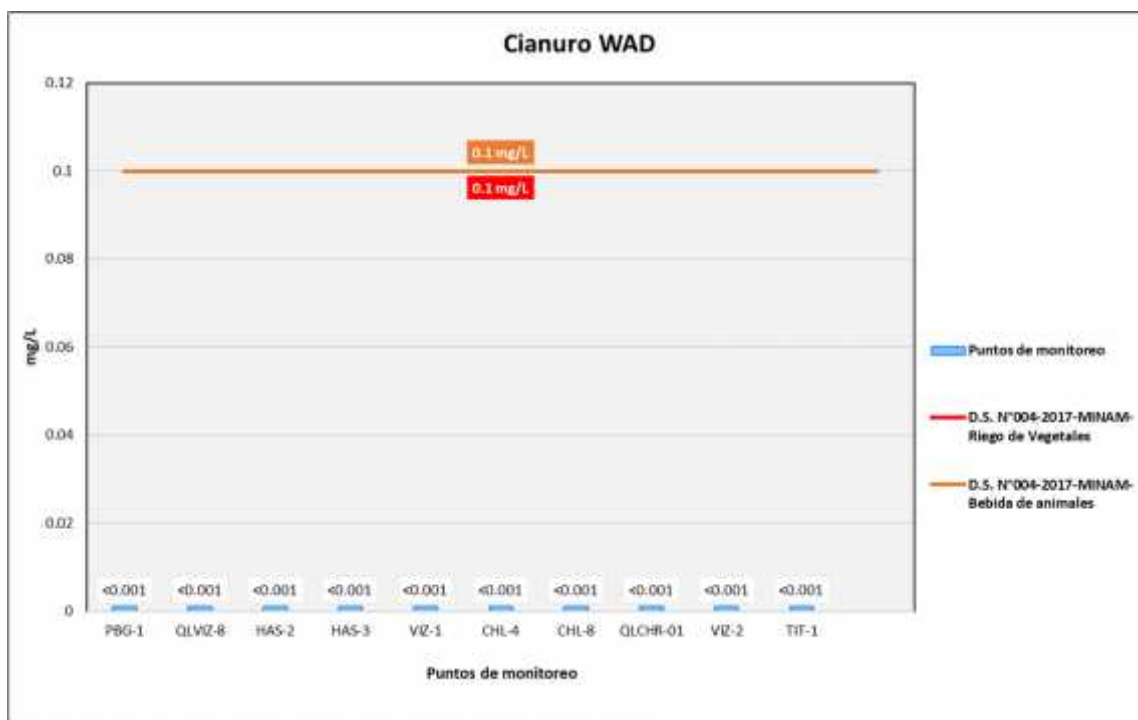
Como se puede observar los resultados de AyG obtenidos en los puntos de monitoreo de Alta Montaña se encuentran por debajo del límite de detección del laboratorio (0.50 mg/l) y, por consiguiente, por debajo del valor establecido de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua par Categoría 3: Riego 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



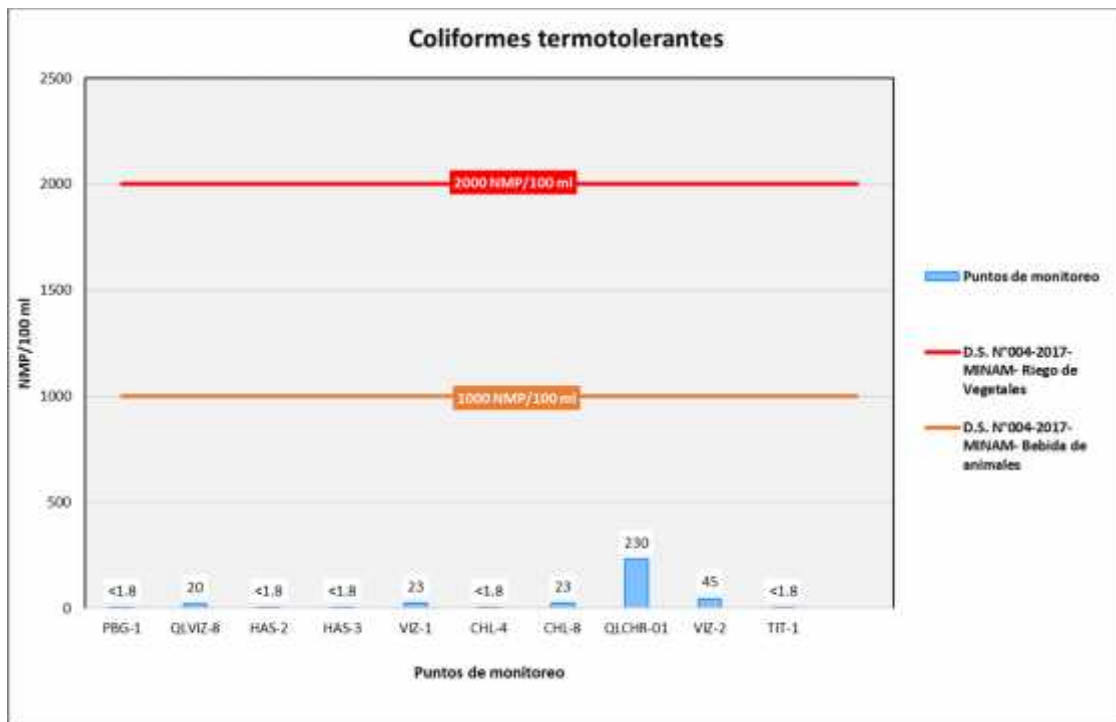
Fuente: CERPER, 2022.

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 un poca presencia 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.

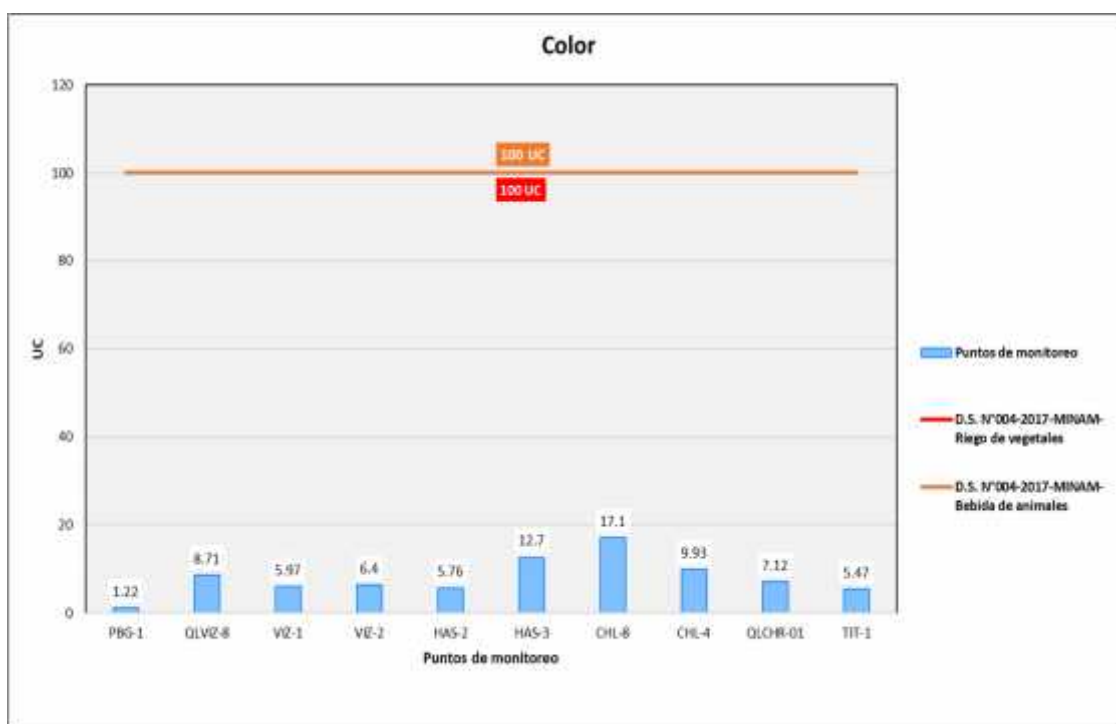
4.1.3.1.5 COLOR

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.

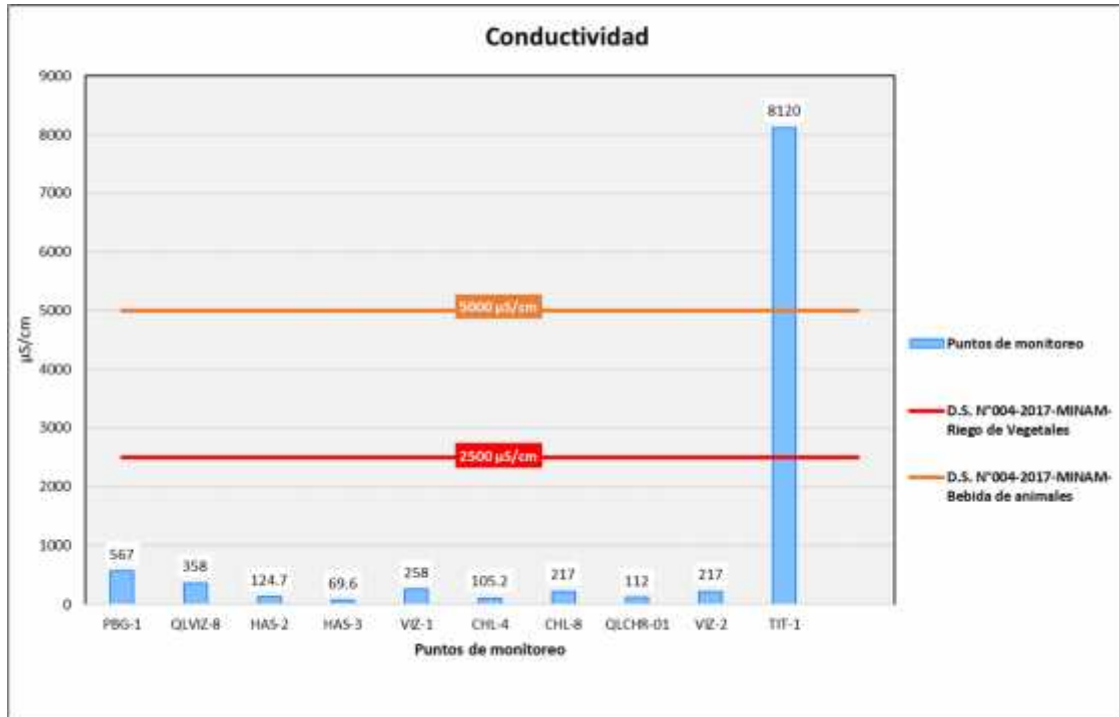
4.1.3.1.6 CONDUCTIVIDAD

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 para 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.

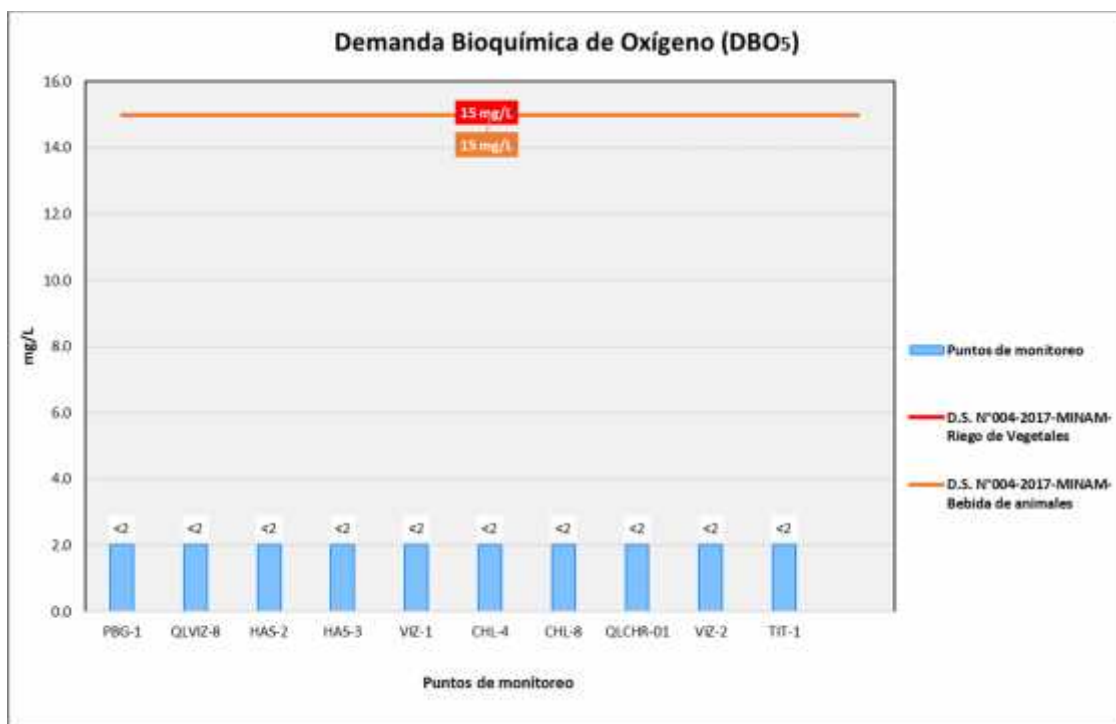
Elaboración: ASILORZA, 2022.

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.

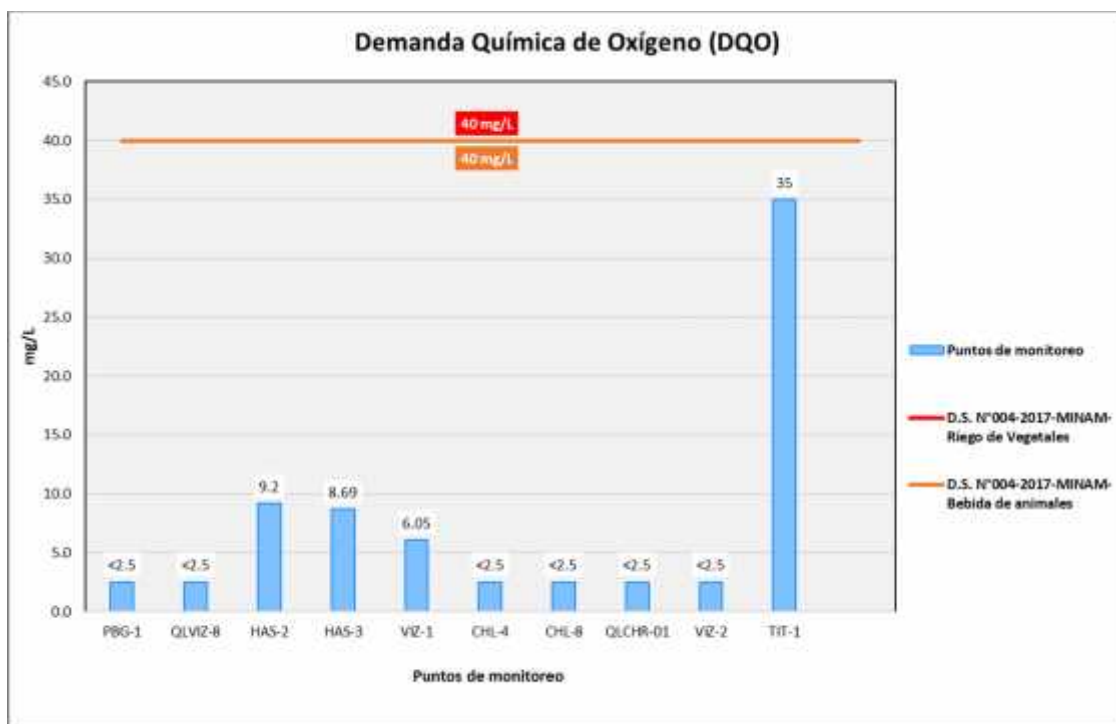
4.1.3.1.8 DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)

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.

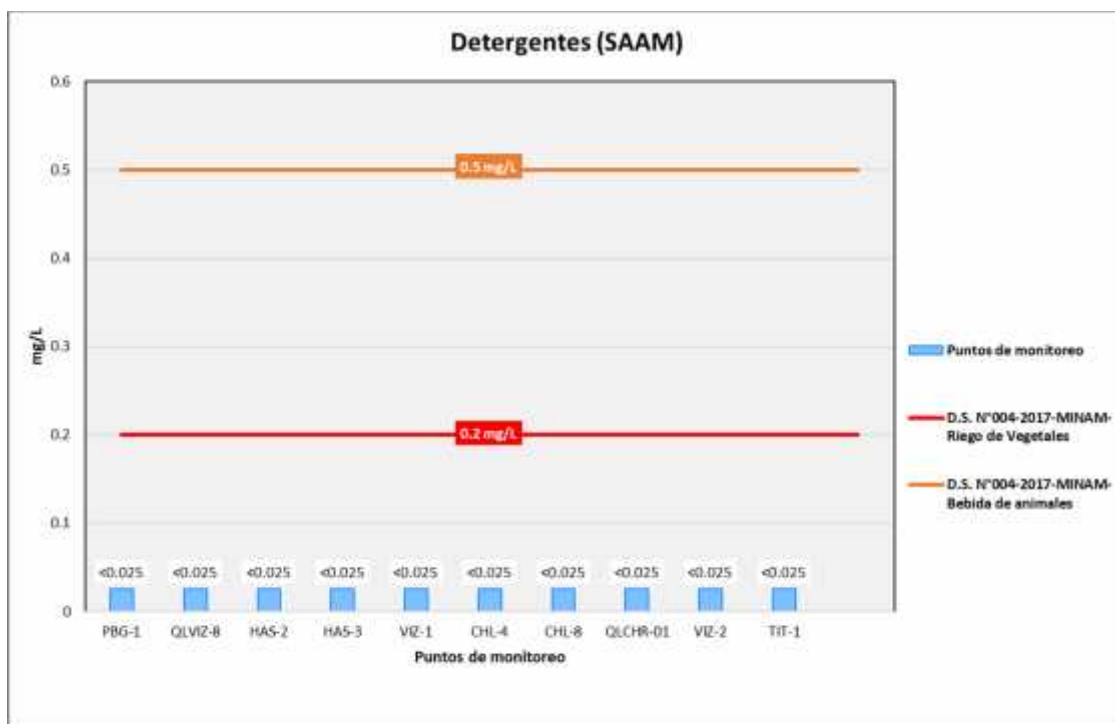
Elaboración: ASILORZA, 2022.

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 parámetro 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.

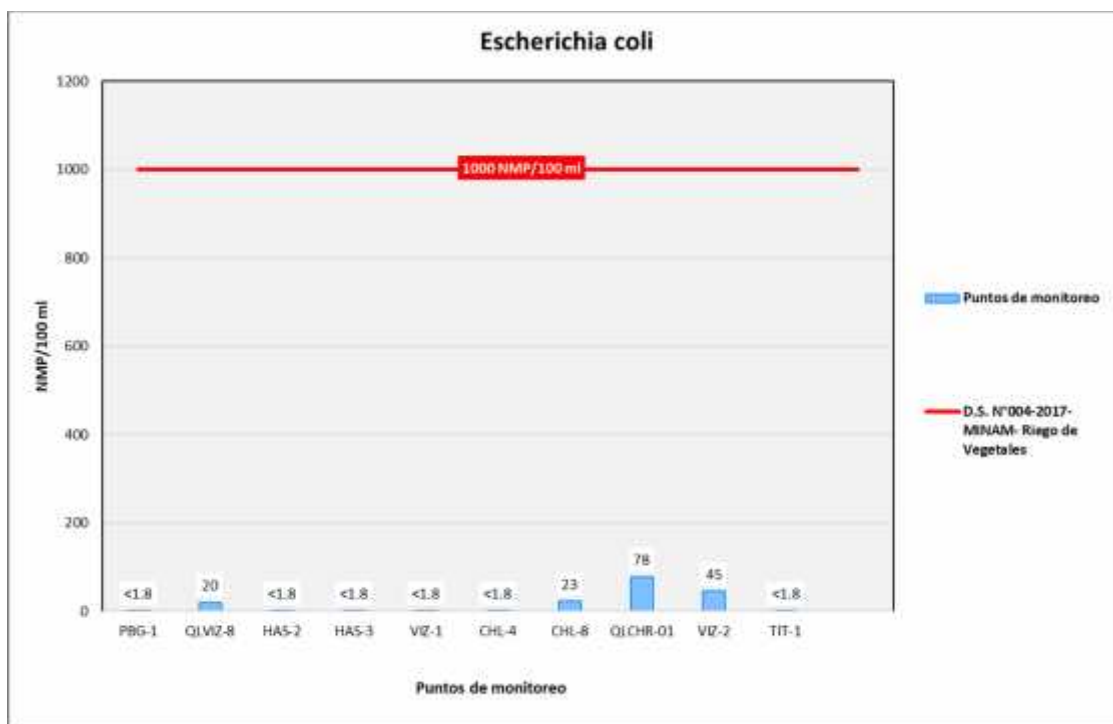
4.1.3.1.10 ESCHERICHIA COLI

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.

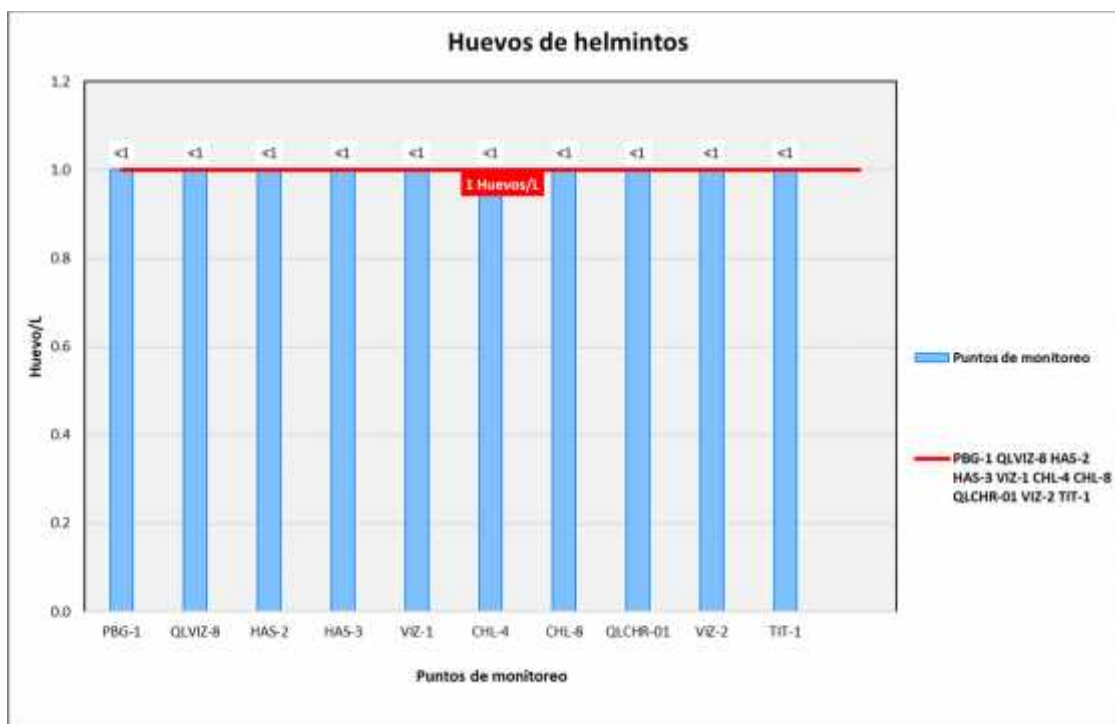
Elaboración: ASILORZA, 2022.

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 Secad, 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.

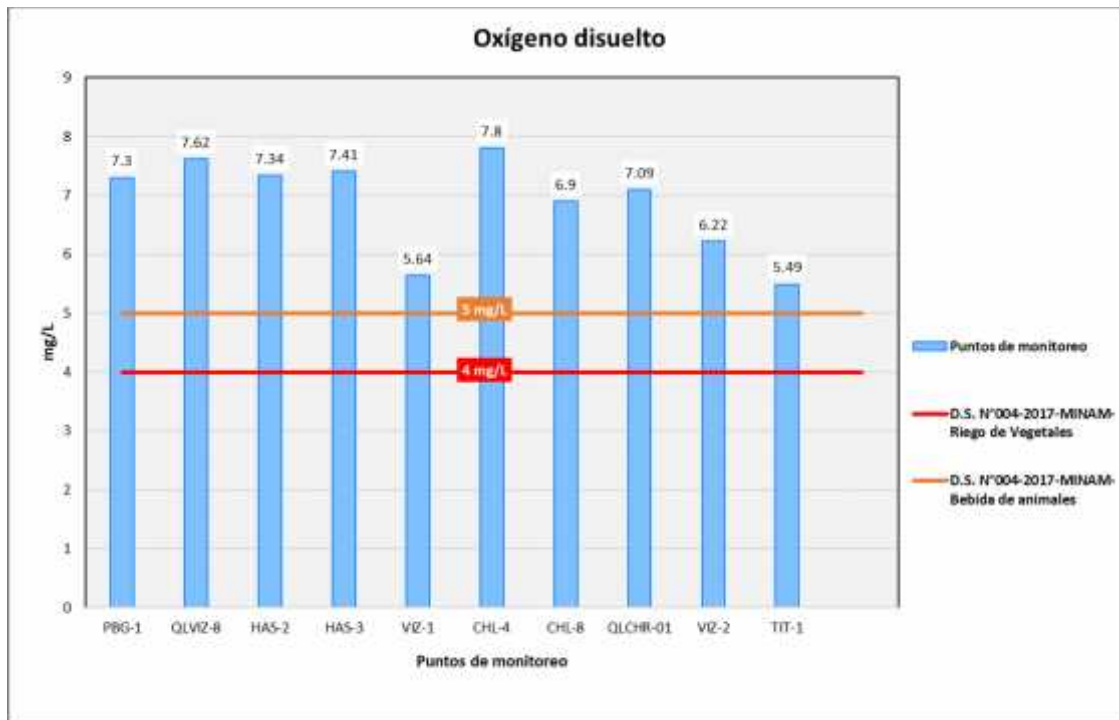
4.1.3.1.12 OXÍGENO DISUELTO

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 con 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.

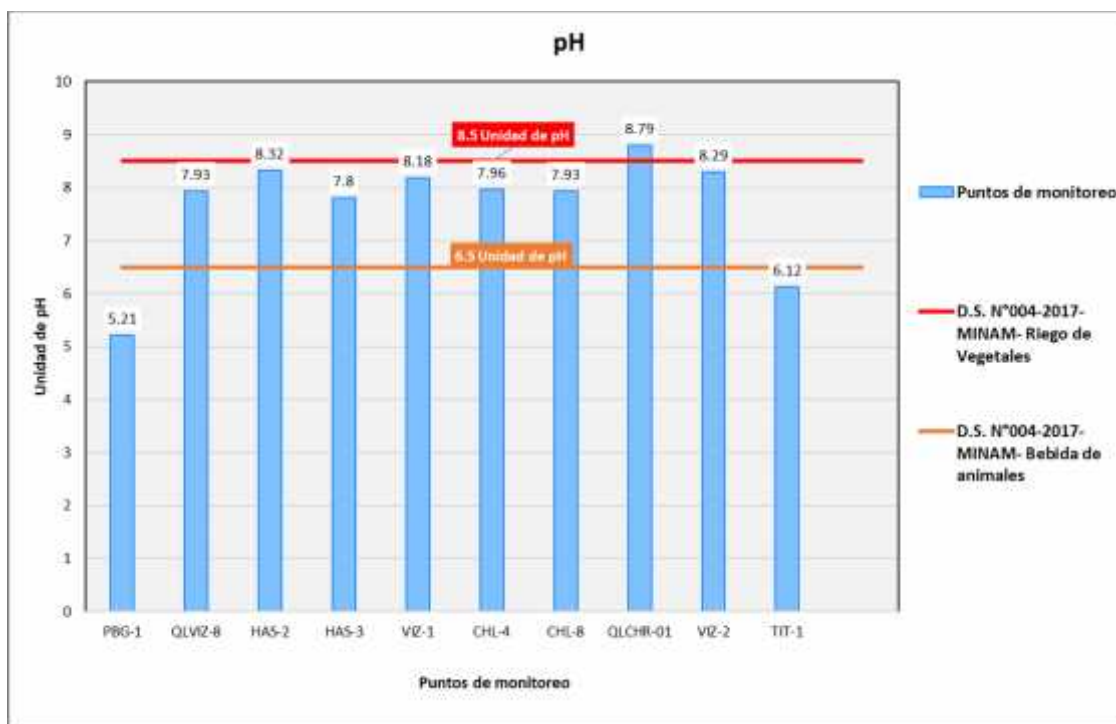
Elaboración: ASILORZA, 2022.

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 y PGB-1, 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. Caso contrario, para el punto QLCHR-01 ubicado en el río Chincune que presenta un río con tendencia a ser básico.

Figura 4.13. Resultados pH – Zona de Alta Montaña



Fuente: CERPER, 2022.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

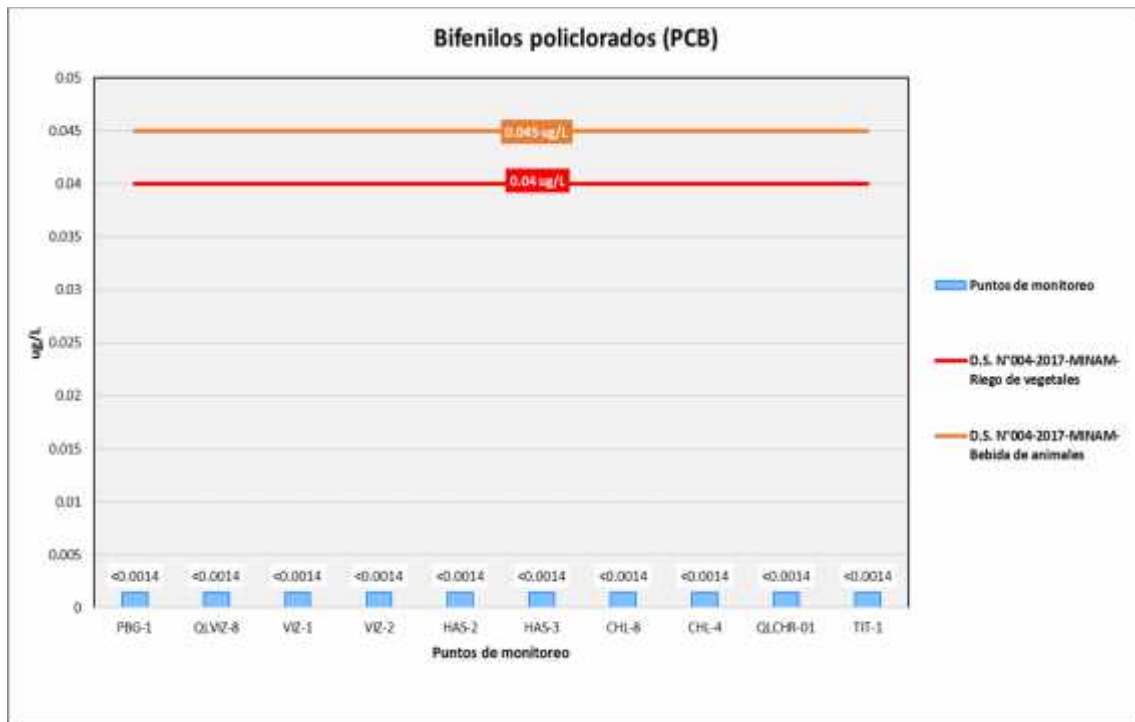
4.1.3.1.14 BIFENILOS POLICLORADOS

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 parámetros 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 ($<0.0024 \mu\text{g/L}$), 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 = $0.040 \mu\text{g/L}$).

Figura 4.14. Resultados PCB – Zona de Alta Montaña



Fuente: CERPER, 2022.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

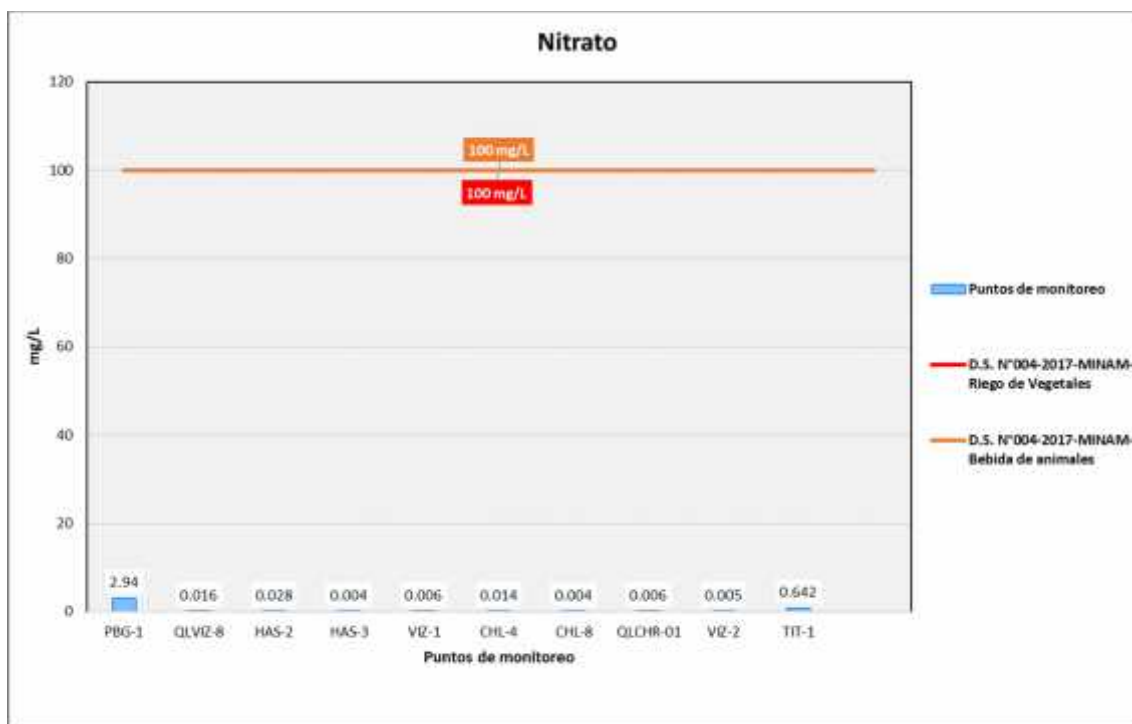
4.1.3.1.15 NITRATOS

El Nitrato (NO_3N) es un parámetro que existe de manera natural proveniente principalmente de las aguas subterráneas y que forma parte del ciclo del nitrógeno. Este parámetro 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 parámetro 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 parámetro 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 parámetro 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.

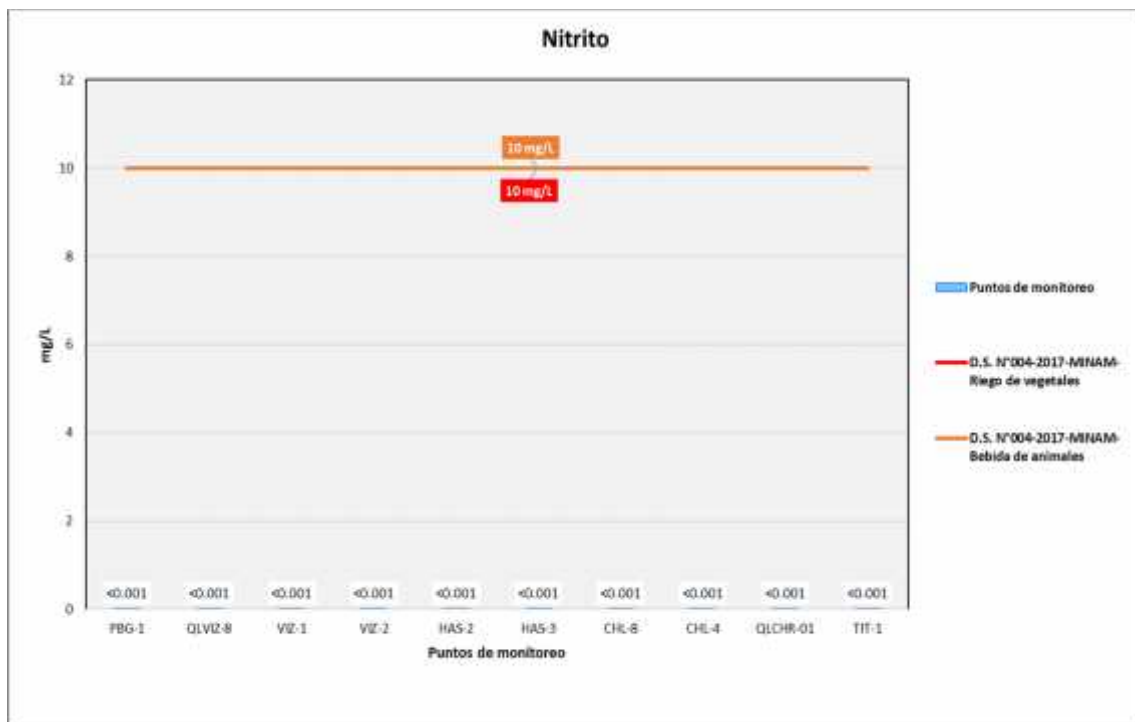
Elaboración: ASILORZA, 2022.

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 parámetros 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 parámetro 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.

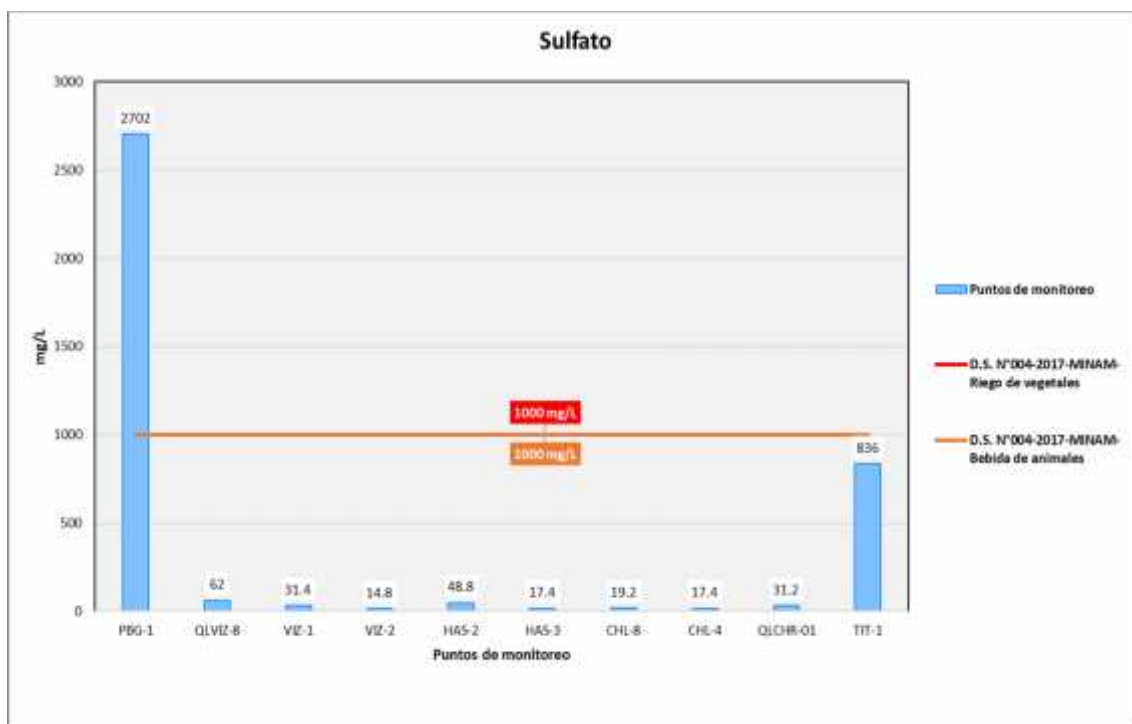
Elaboración: ASILORZA, 2022.

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 PGB-1 (río Vizcachas) observamos que se encuentran superando el valor establecido para el ECA, pudiendo tener su origen en las características geológicas propias del lugar.

Figura 4.17. Resultados Sulfatos – Zona de Alta Montaña



Fuente: CERPER, 2022.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

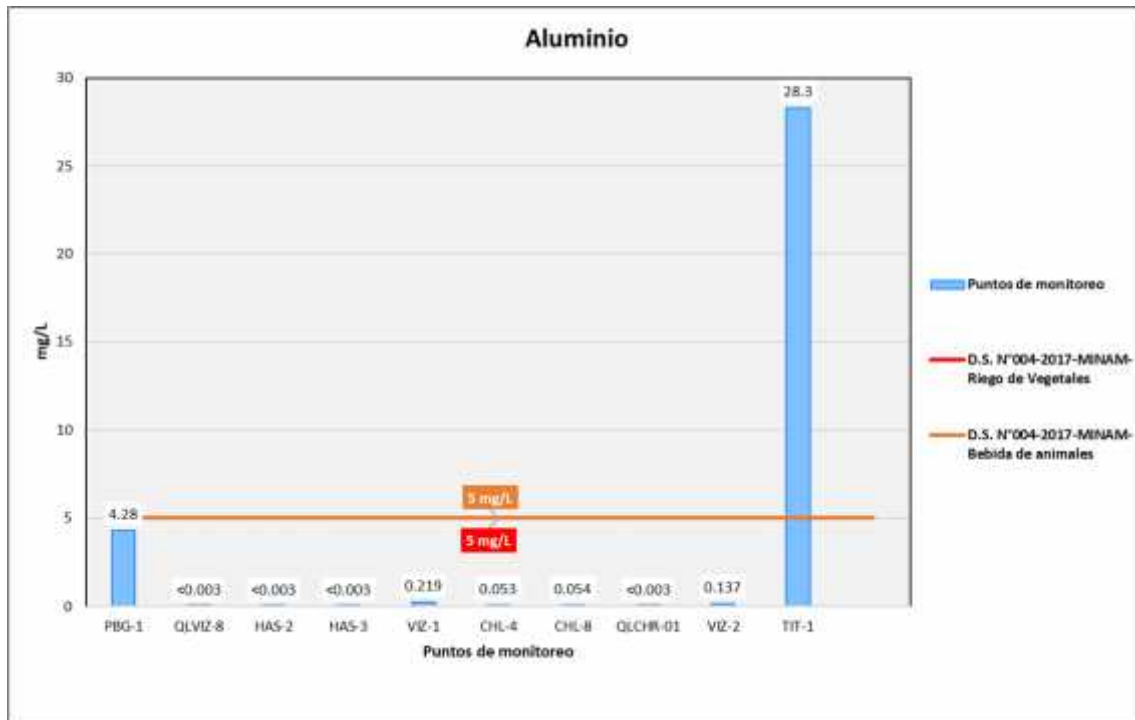
4.1.3.1.18 ALUMINIO

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 par 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, 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. Asimismo, 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.

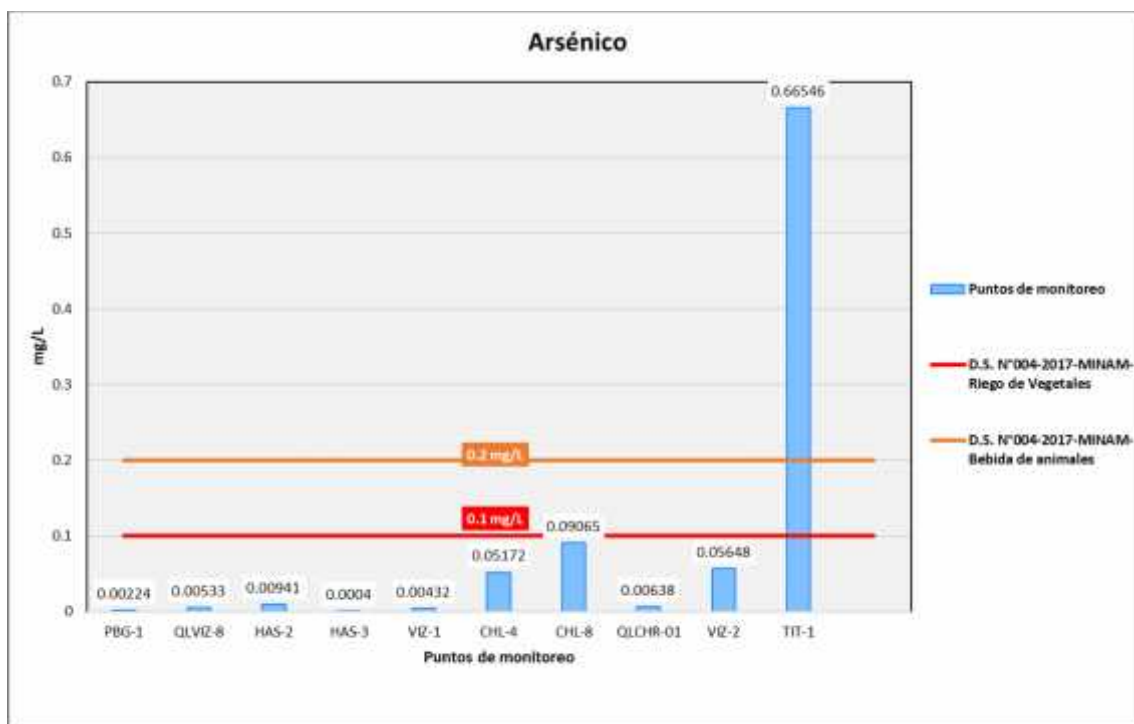
Elaboración: ASILORZA, 2022.

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). Sin embargo, 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 4.19. Resultados de Arsénico – Zona de Alta Montaña



Fuente: CERPER, 2022.

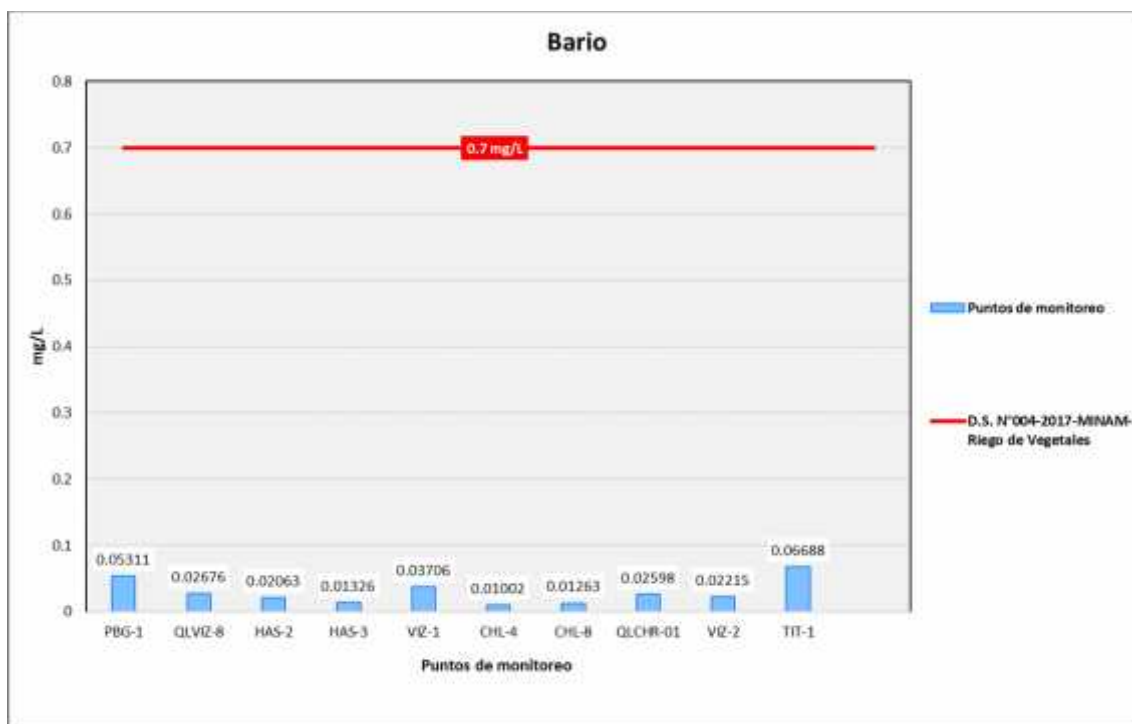
Elaboración: ASILORZA, 2022.

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.

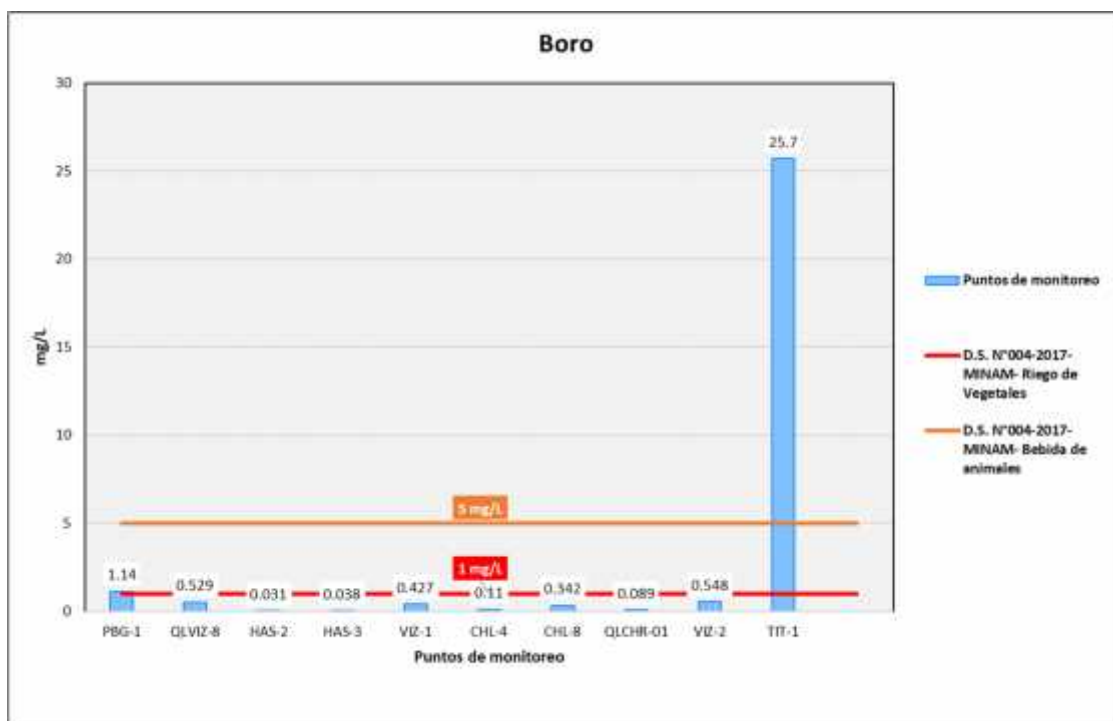
4.1.3.1.21 BORO

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

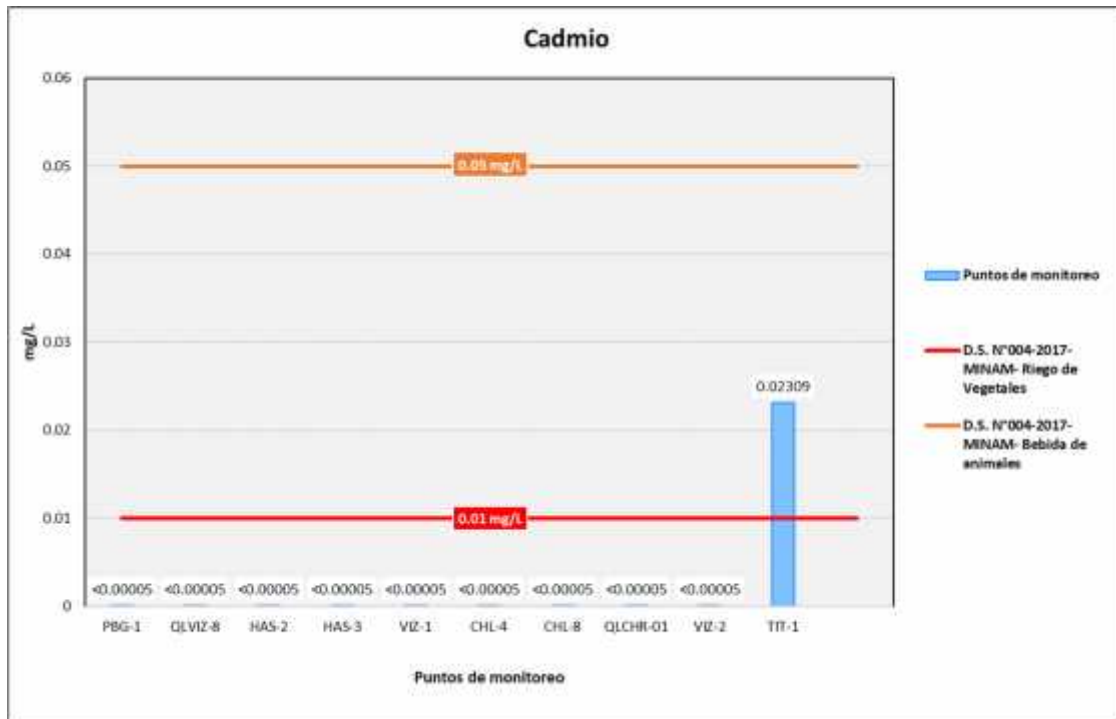
A diferencia de los otros metales evaluados, el Cadmio (Cd) no se encuentra usualmente de manera natural en el medio ambiente, siendo mayor el número de compuestos de cadmio que son arrojados por actividades industriales tales como la minería (principal fuente de los efluentes de esta actividad), en 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 parámetros 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.

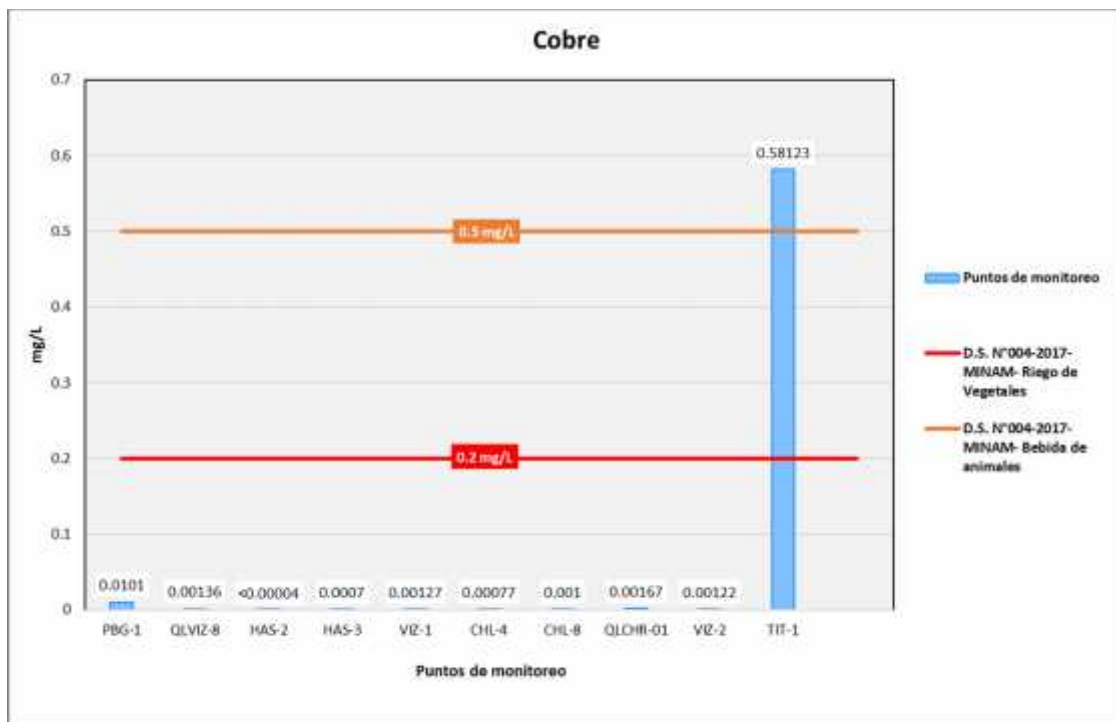
Elaboración: ASILORZA, 2022.

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.

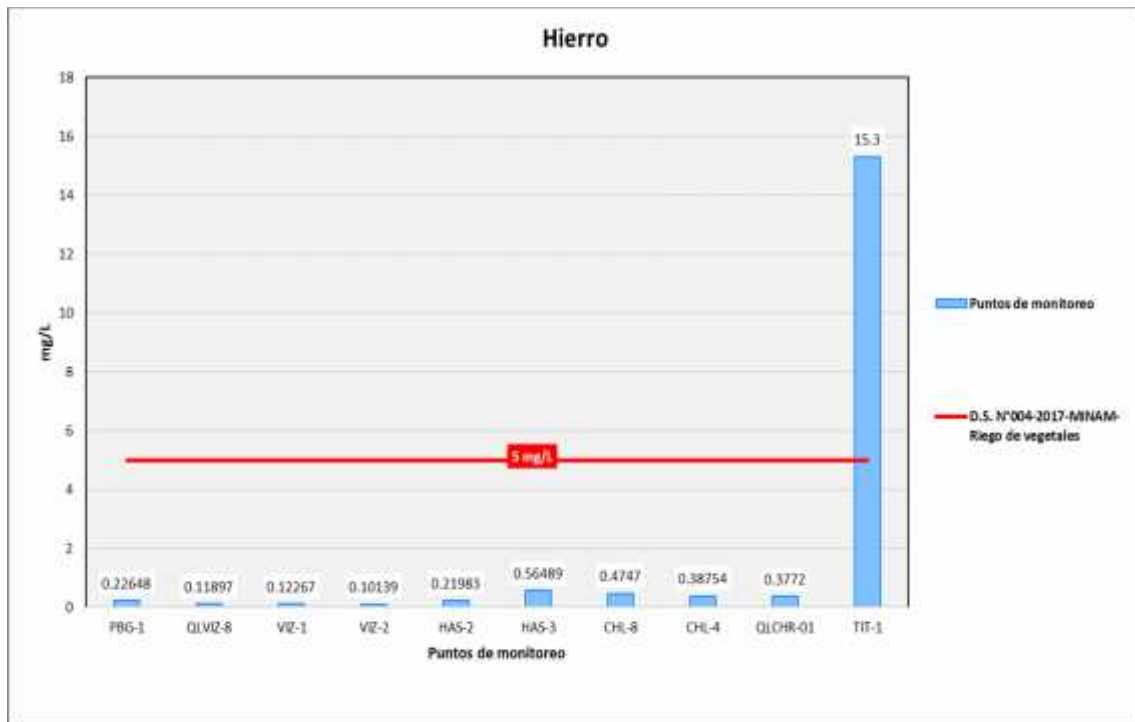
Elaboración: ASILORZA, 2022.

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.

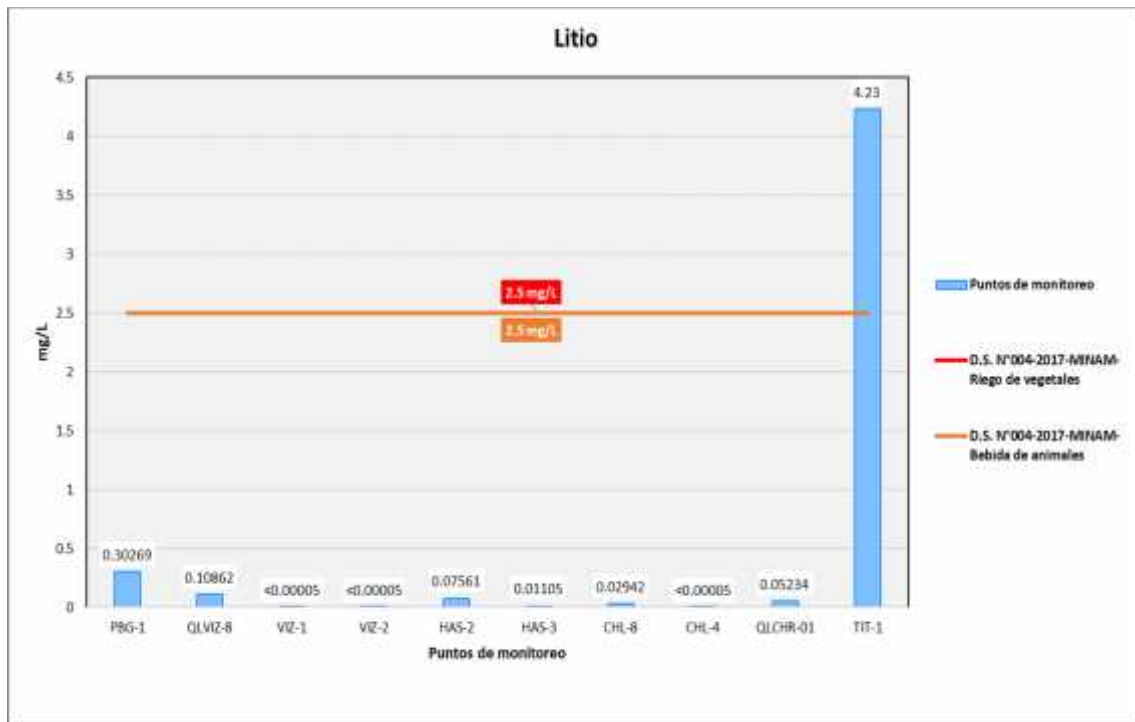
4.1.3.1.25 LITIO

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).

No obstante, 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 minerales) y del afloramiento de aguas subterránea 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 4.25. Resultados de Litio – Zona de Alta Montaña



Fuente CERPER, 2022.

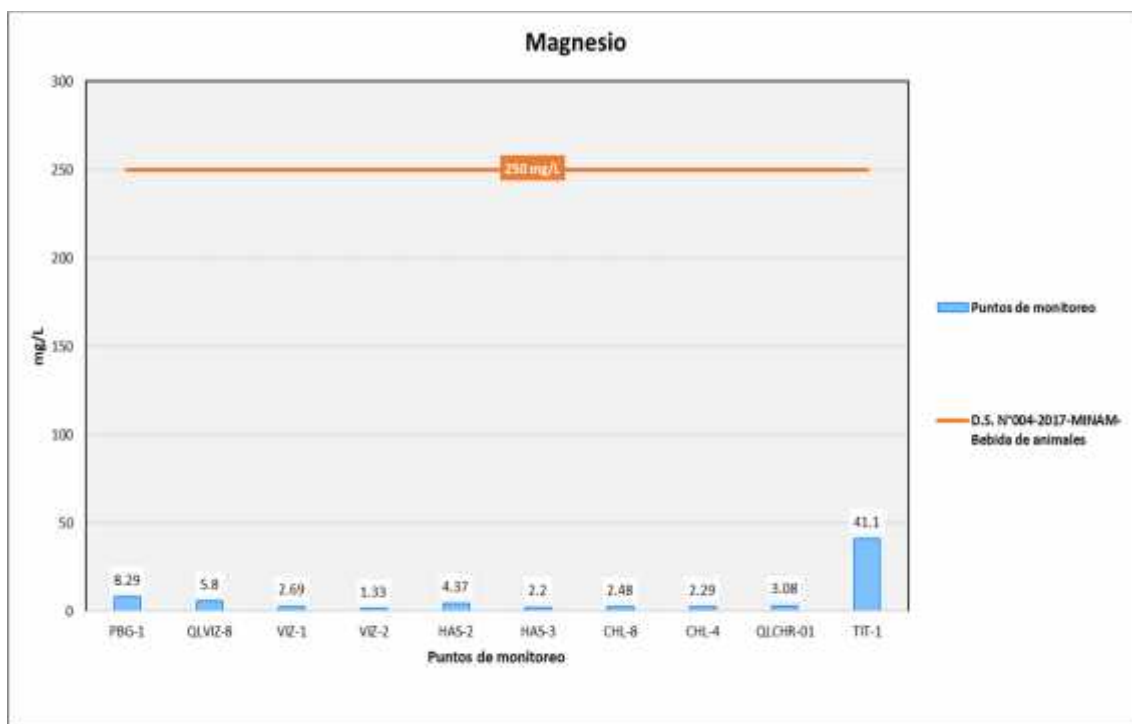
Elaboración: ASILORZA, 2022.

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.

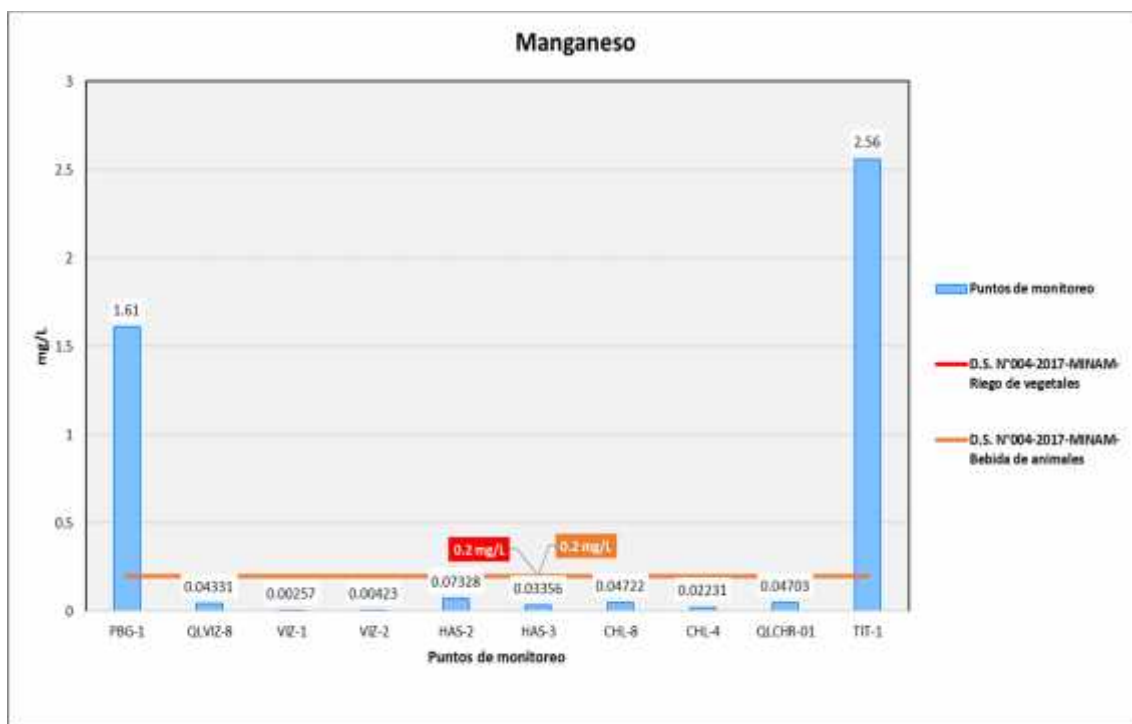
4.1.3.1.27 MANGANESO

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 TIT-1 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.

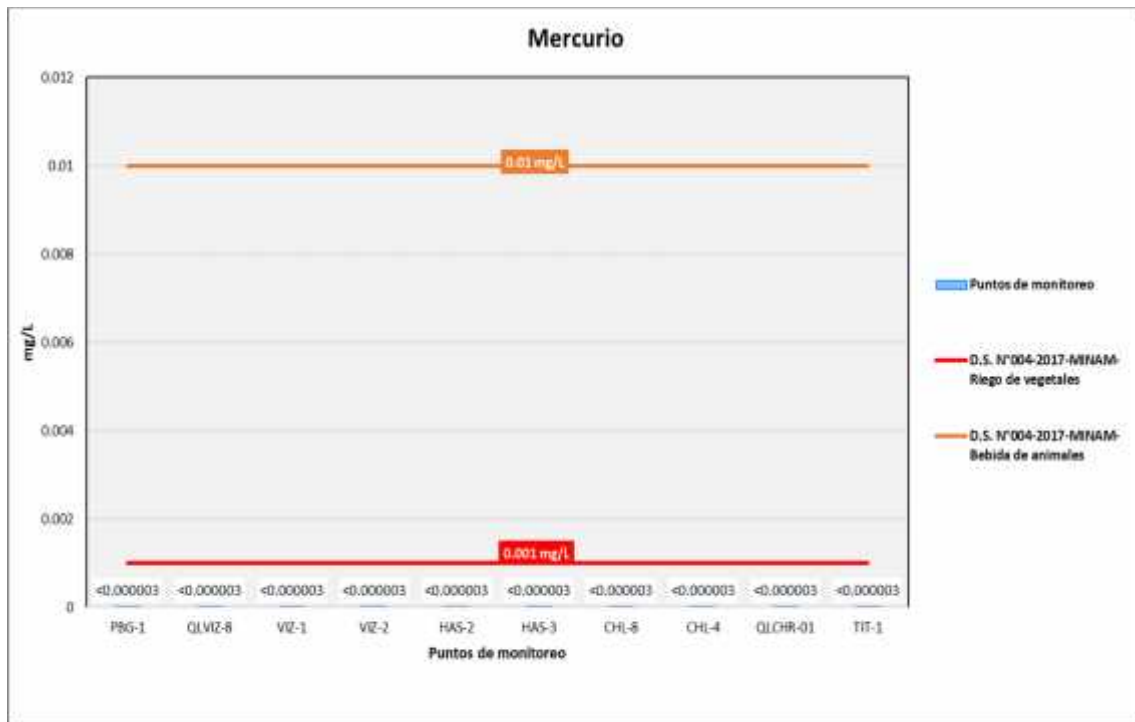
Elaboración: ASILORZA, 2022.

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 parámetro 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



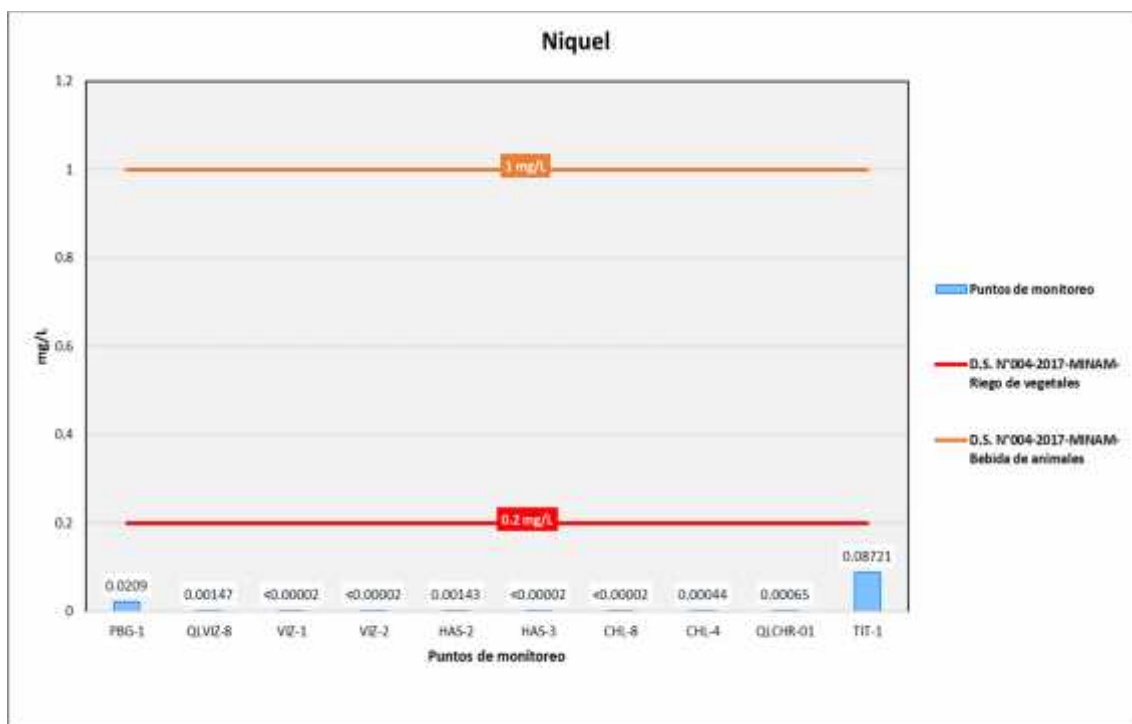
Fuente: CERPER, 2022.

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 par 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.

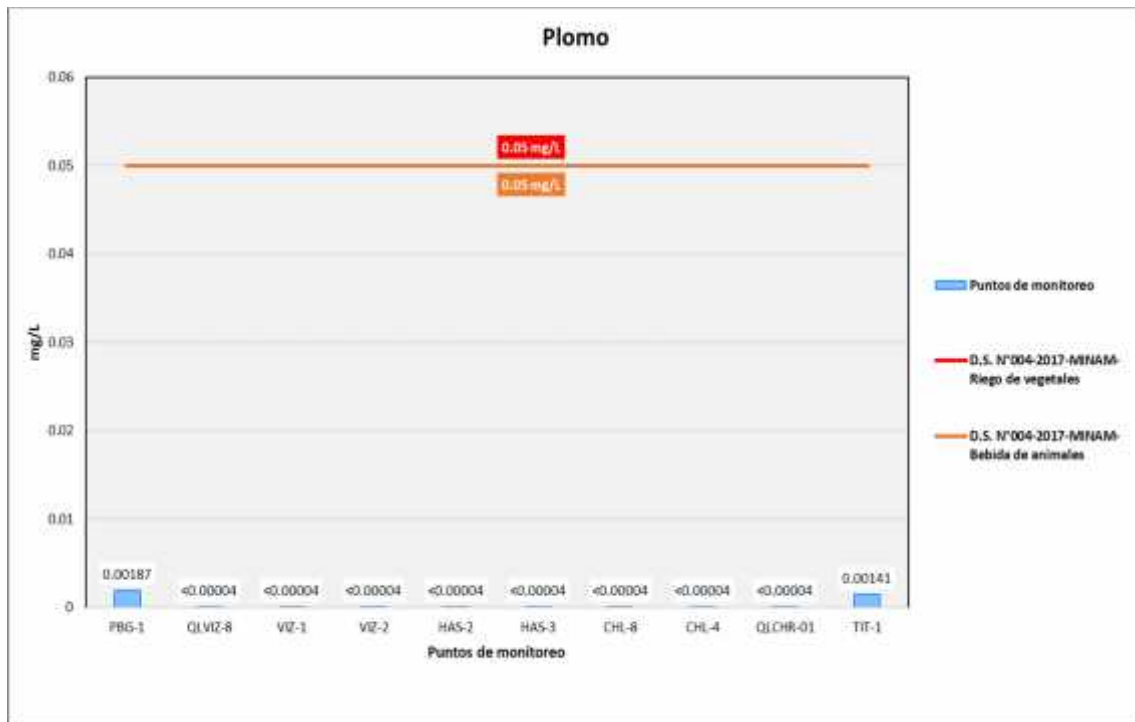
Elaboración: ASILORZA, 2022.

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 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.

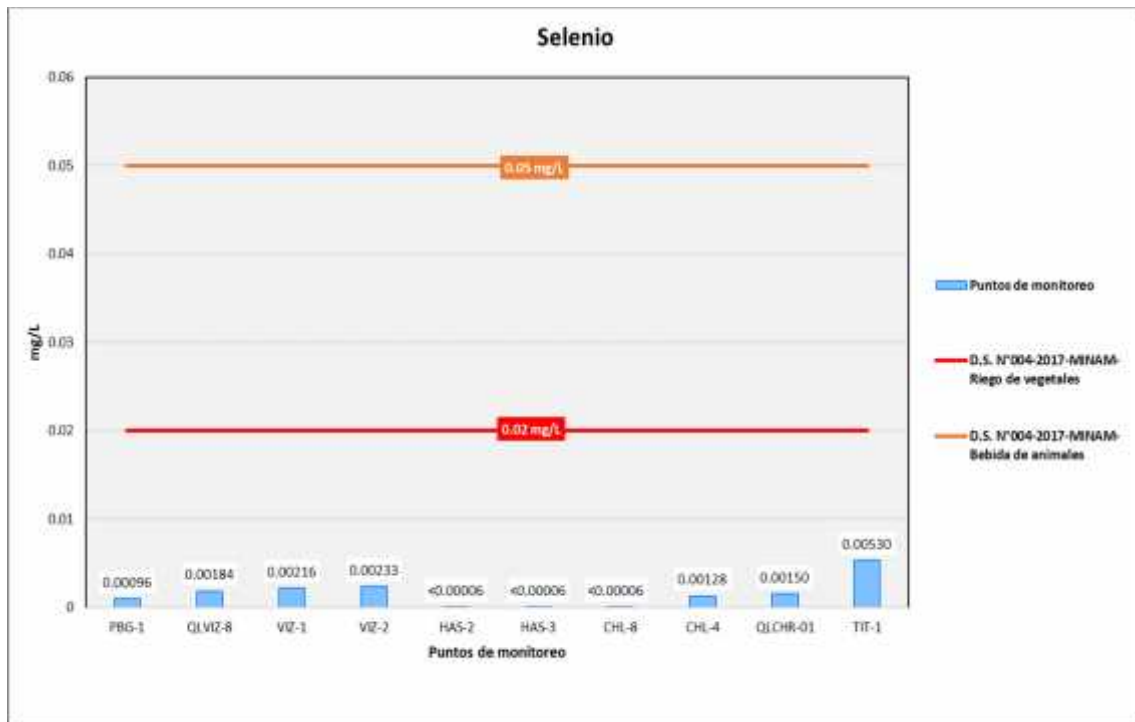
4.1.3.1.31 SELENIO

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



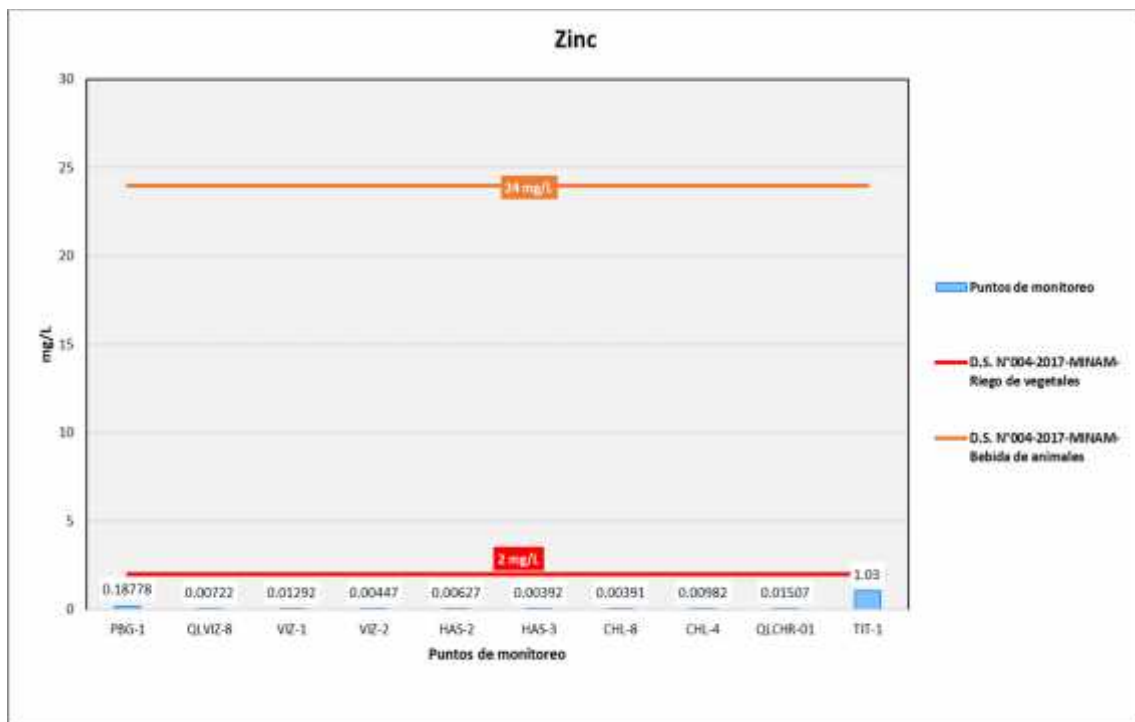
Fuente: CERPER, 2022.

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 Seca. El punto AS-1 (ubicado aguas arriba de la zona de operaciones del proyecto en el Río Asana) presenta un caudal de 0.3682 m³/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 0.6360 m³/s y 0.71085 m³/s, respectivamente. Asimismo, en el punto AS-3 (ubicado aguas debajo del túnel de desvío del río Asana) se tiene un caudal 0.7442 m³/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 0.2718 m³/s, mientras que para las Quebradas Millune y Sarallenque se han obtenido caudales de 0.1149 m³/s y 0.01155 m³/s, respectivamente, ambas aportantes al río Asana.

Para el río Coscore, se tiene que desde el punto aguas arriba COS-1 un caudal de $0.75450 \text{ m}^3/\text{s}$, conforme se va en dirección aguas abajo se aprecia que los puntos COS-3 y COS-4 tienen unos caudales de $0.6980 \text{ m}^3/\text{s}$ y $0.63475 \text{ m}^3/\text{s}$, 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 $0.1760 \text{ m}^3/\text{s}$.

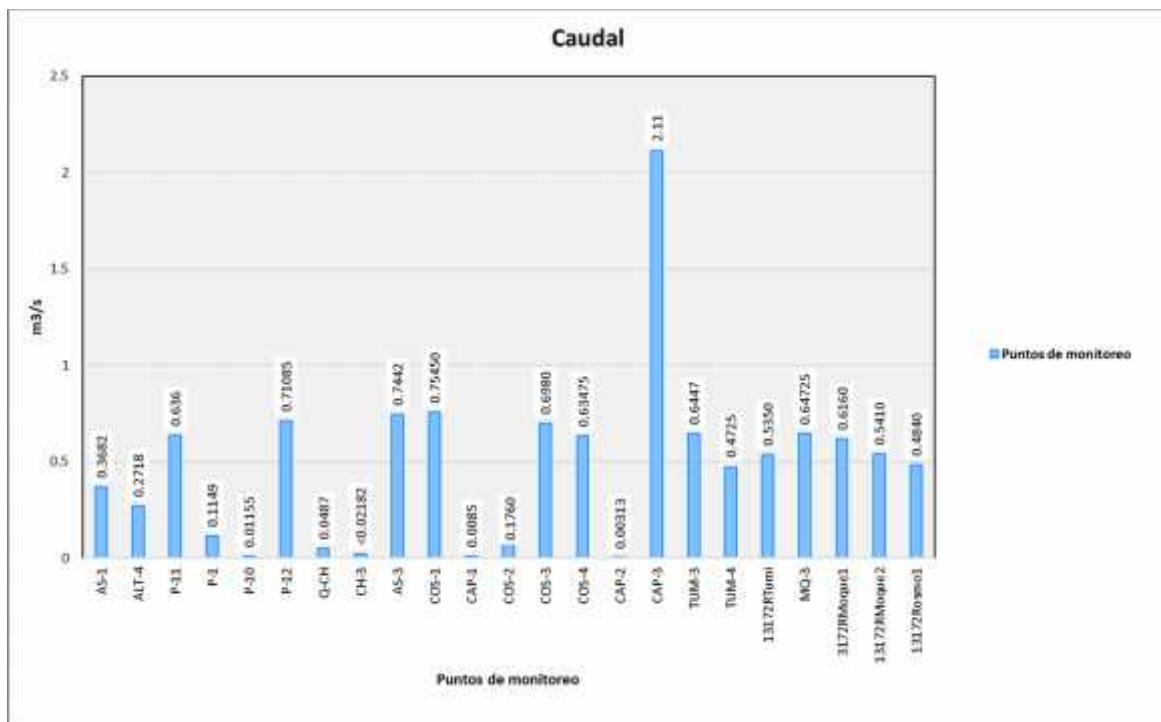
En el río Huancanane se tienen dos puntos de monitoreo, el punto CAP-2 ubicado aguas arriba del río que presenta un caudal de $0.00313 \text{ m}^3/\text{s}$, y, el punto CAP-3 ubicado aguas abajo del río, el cual presenta un caudal de $2.110 \text{ m}^3/\text{s}$, este último al encontrarse aguas abajo recibe aportantes de quebradas que incrementan su caudal.

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 $0.6447 \text{ m}^3/\text{s}$ y $0.4725 \text{ m}^3/\text{s}$, respectivamente y, conforme se va con dirección aguas abajo del río, punto 13172RTumi se presenta un caudal de $0.5350 \text{ m}^3/\text{s}$. 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 $0.64725 \text{ m}^3/\text{s}$ y $0.6160 \text{ m}^3/\text{s}$, respectivamente y, conforme se va con dirección aguas abajo del río, punto 13172RMoque2 presenta un caudal de $0.5410 \text{ m}^3/\text{s}$.

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 $0.4840 \text{ m}^3/\text{s}$.

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



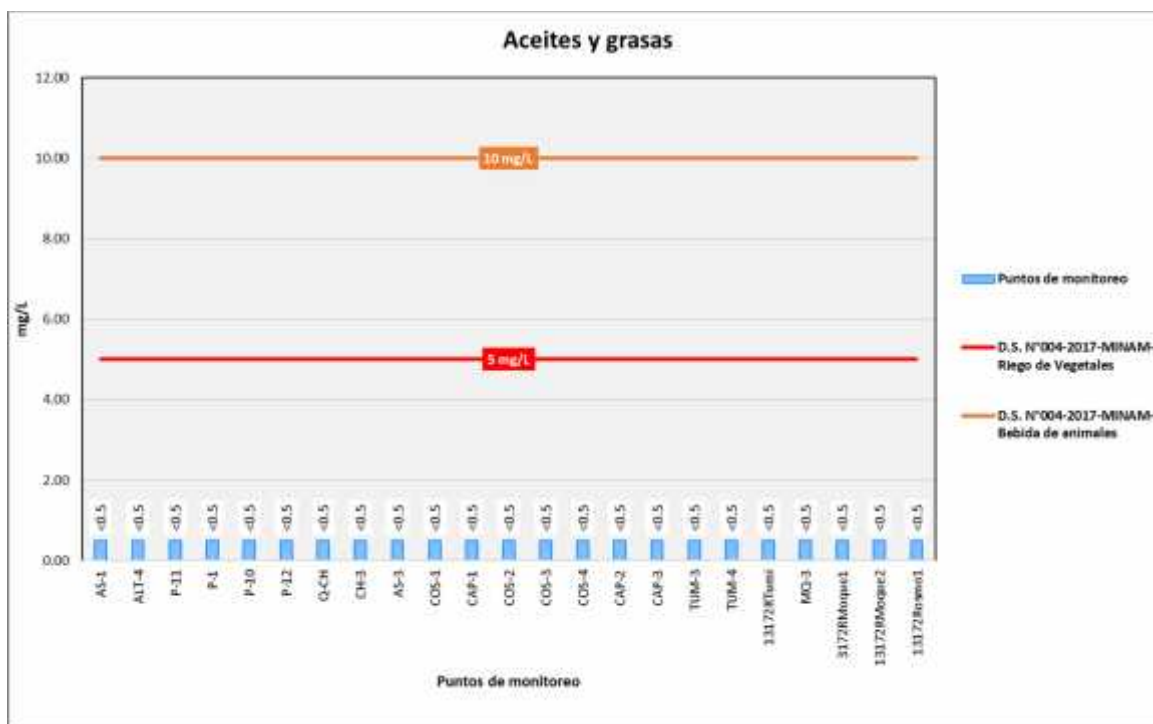
Fuente: CERPER, 2022.

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.

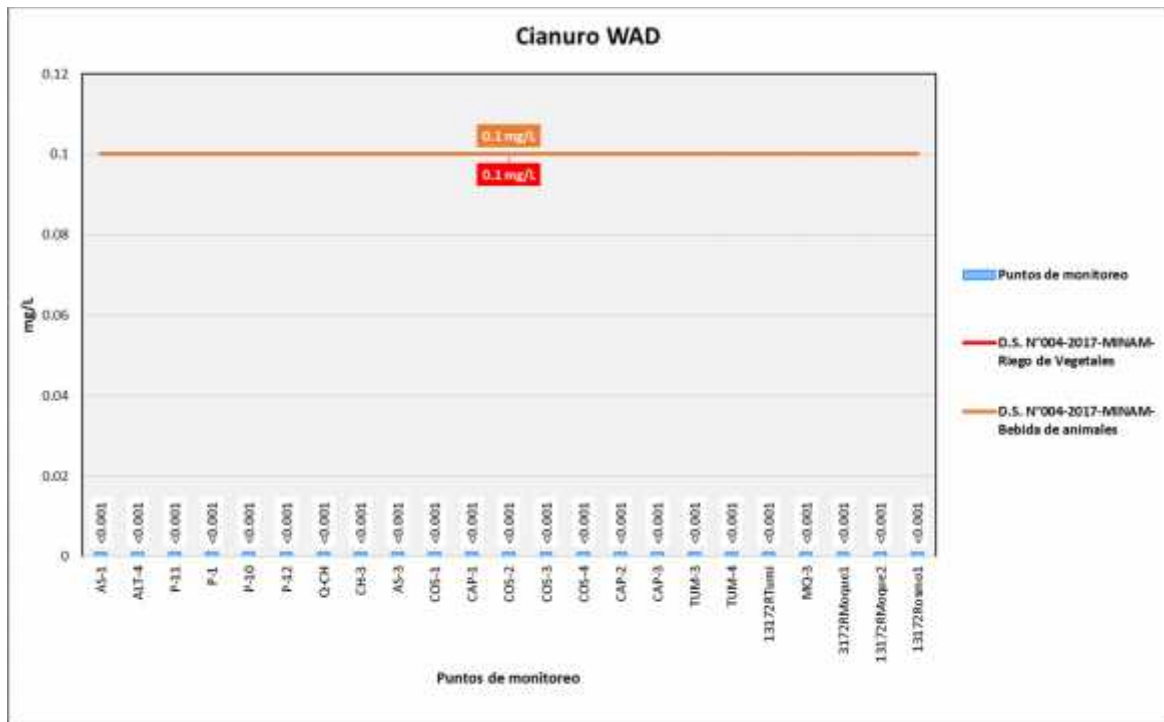
Elaboración: ASILORZA, 2022.

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 por 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.

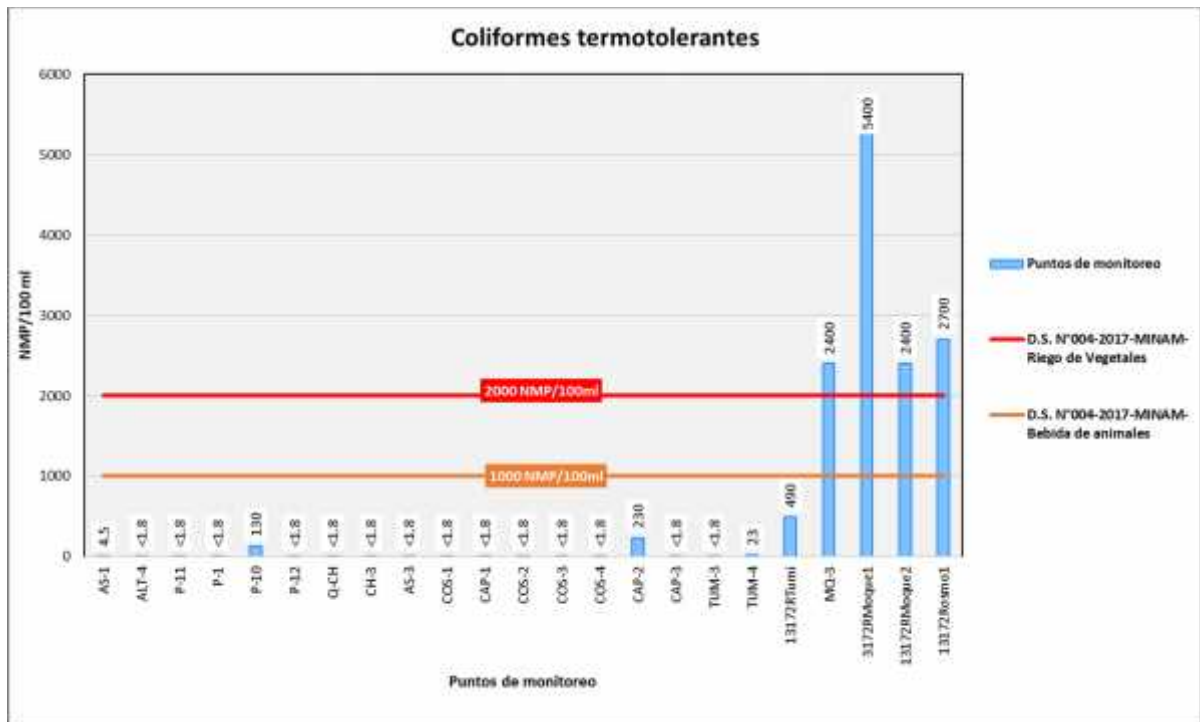
Elaboración: ASILORZA, 2022.

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, así como el punto de monitoreo 13172Rosmo1 ubicado en el río Osmore, 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.

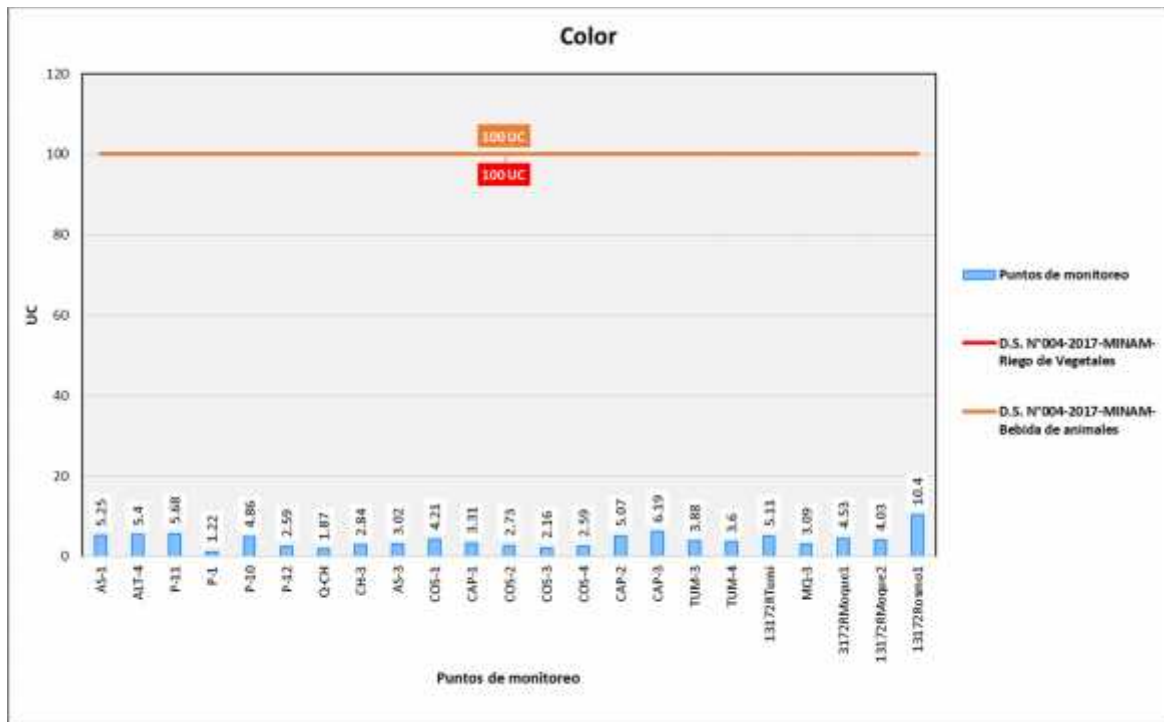
Elaboración: ASILORZA, 2022.

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.

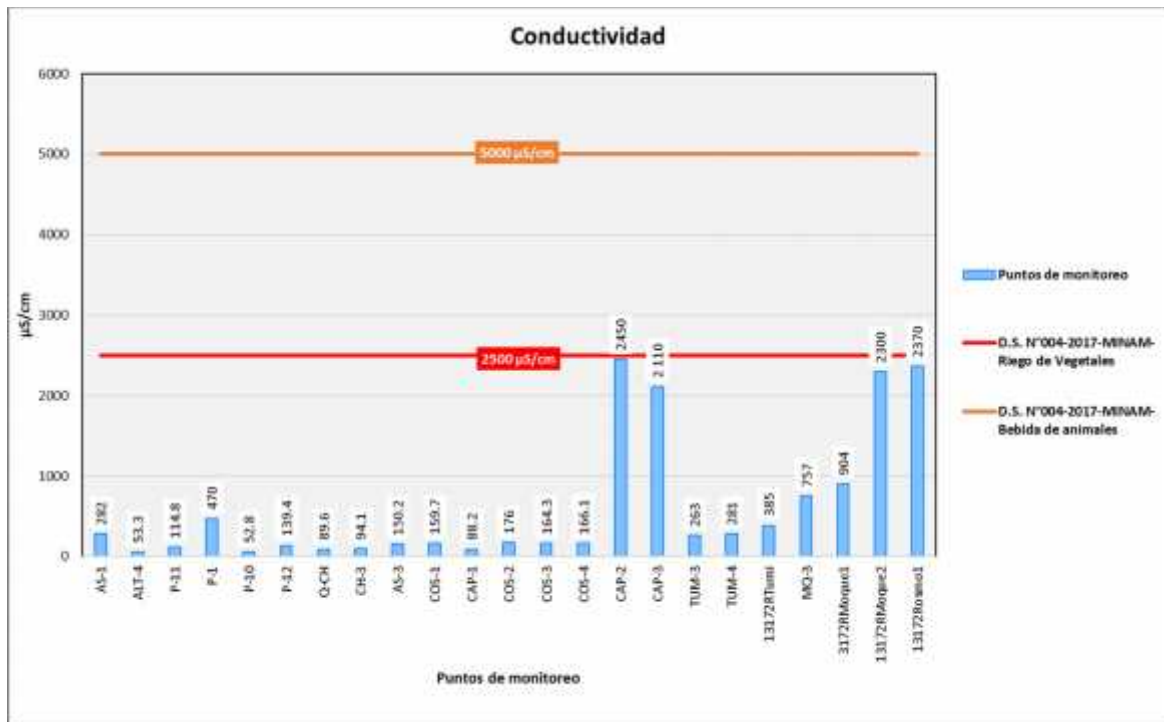
Elaboración: ASILORZA, 2022.

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 = $\mu\text{S/m}$). 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 $\mu\text{S/m}$).

Figura 4.38. Resultados de Conductividad – Zona de Operaciones



Fuente: CERPER, 2022.

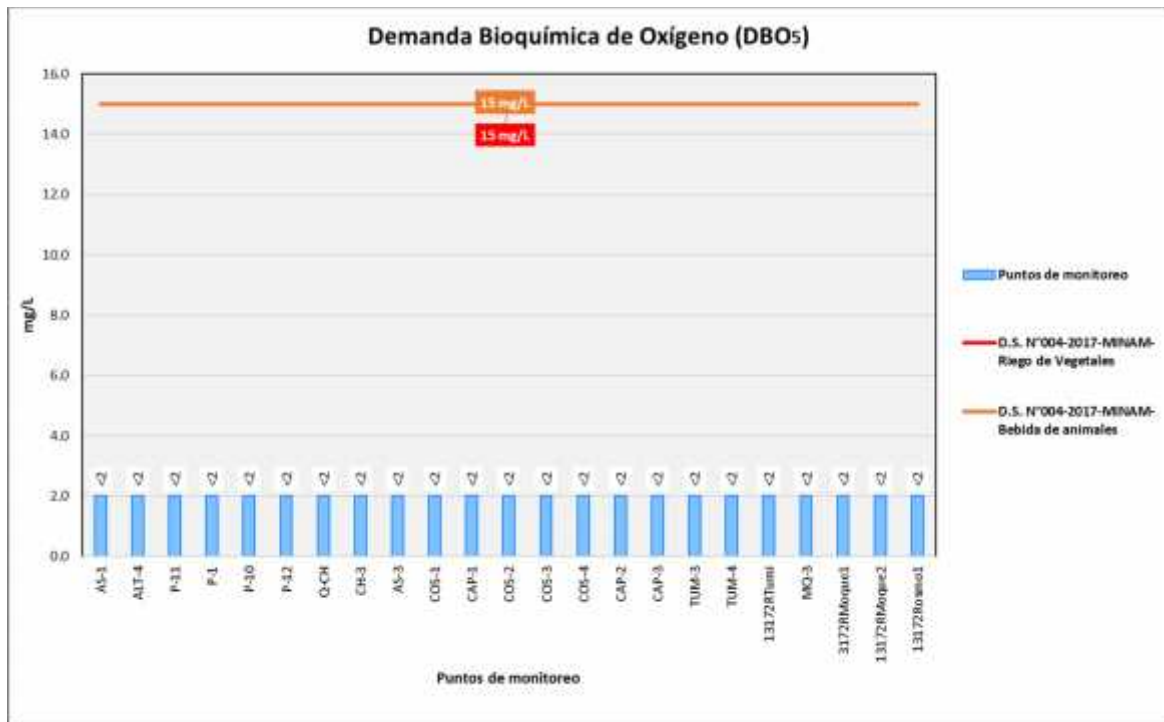
Elaboración: ASILORZA, 2022.

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 parámetros 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.

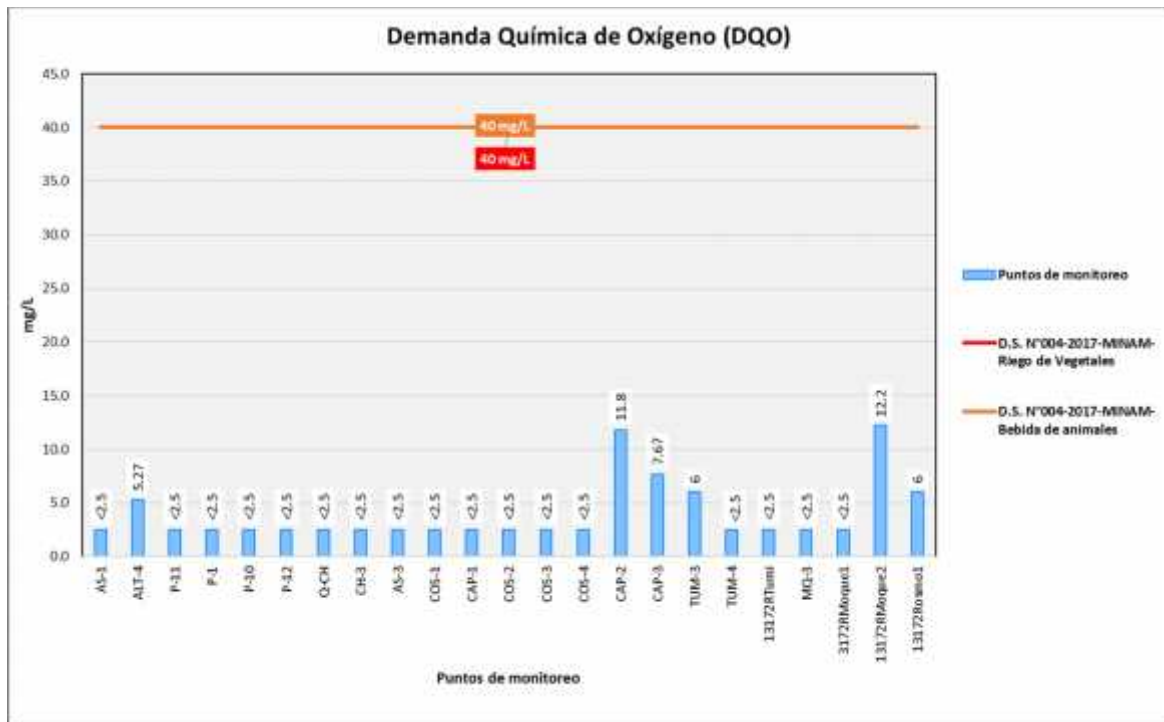
Elaboración: ASILORZA, 2022.

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



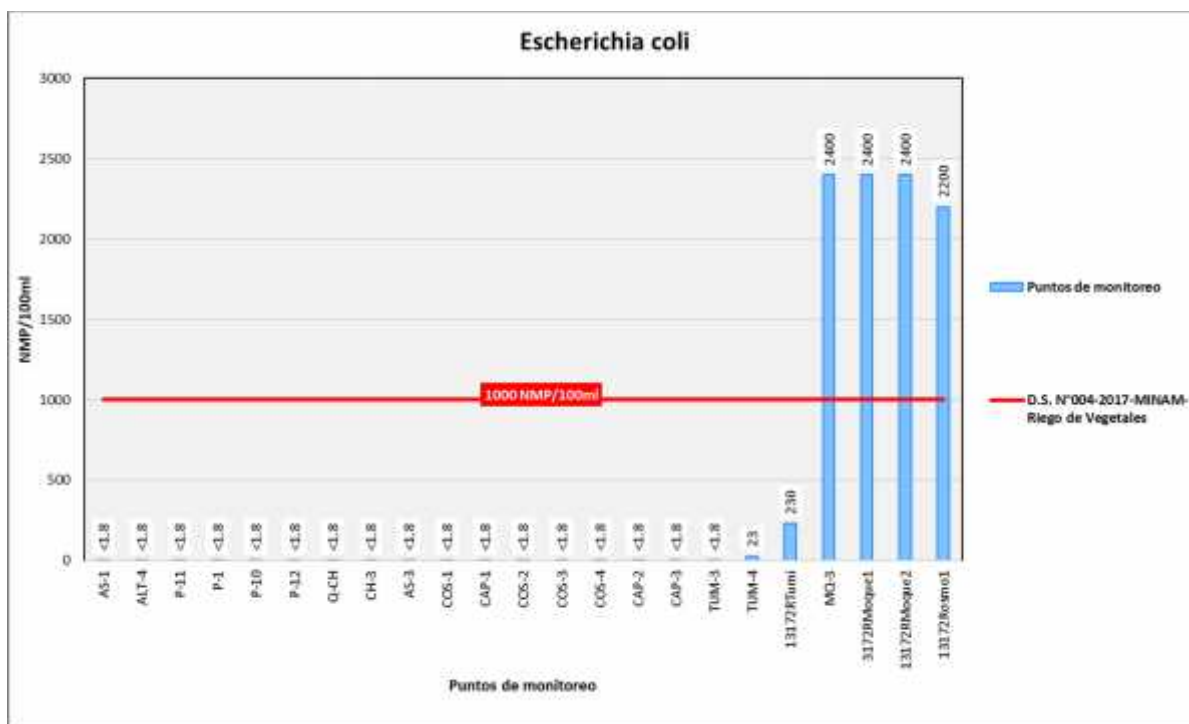
Fuente: CERPER, 2022.

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 par Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebida de Animales (ECA SAAM = 0,2 mg/L), lo que nos evidenciaría una ausencia de este parámetro en dichos cuerpos de agua y, por consiguiente, una ausencia de actividades que emplean estas sustancias contaminadoras en el agua.

Figura 4.42. Resultados de Escherichia coli – Zona de Operaciones



Fuente: CERPER, 2022.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

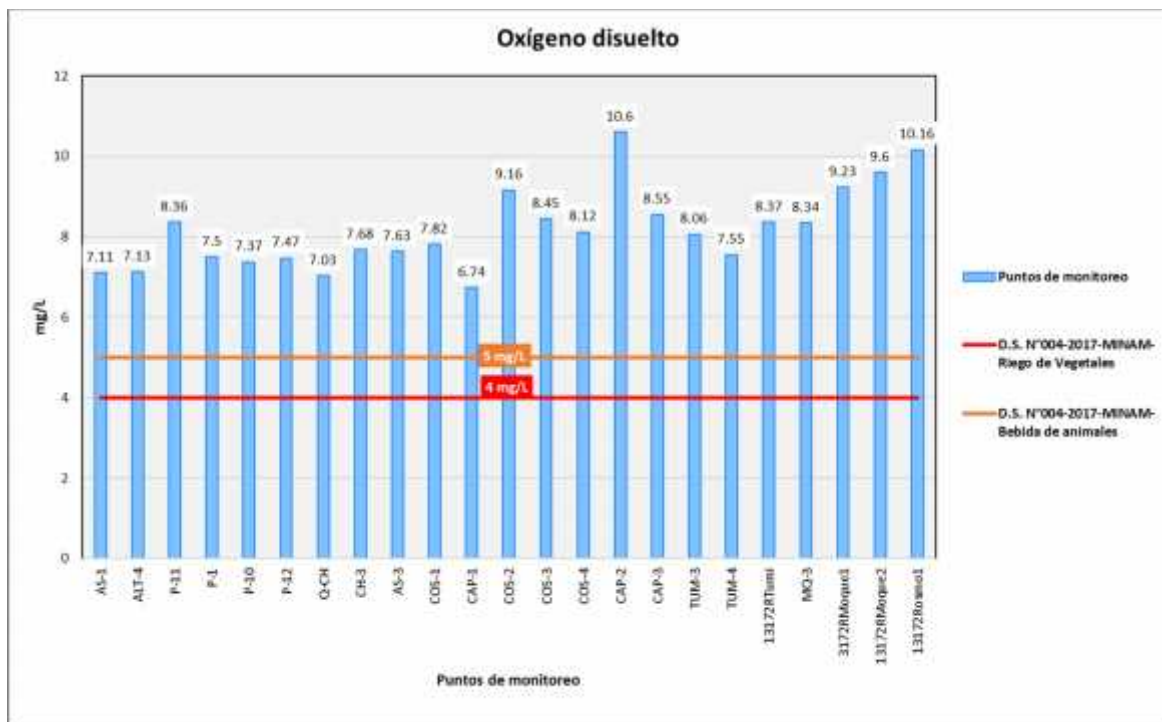
4.1.3.2.11 OXÍGENO DISUELTO

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 con 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.

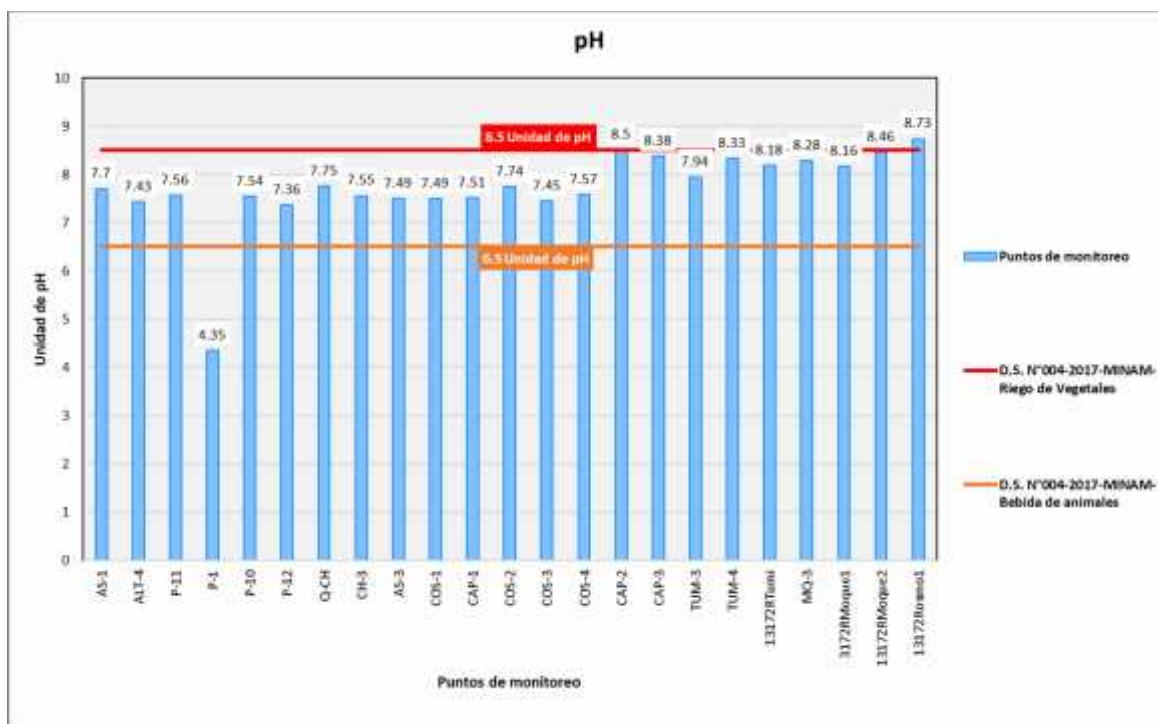
Elaboración: ASILORZA, 2022.

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 (13172R Moque2) y el punto ubicado en el río Osmore (13172R Rosmo1) 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.

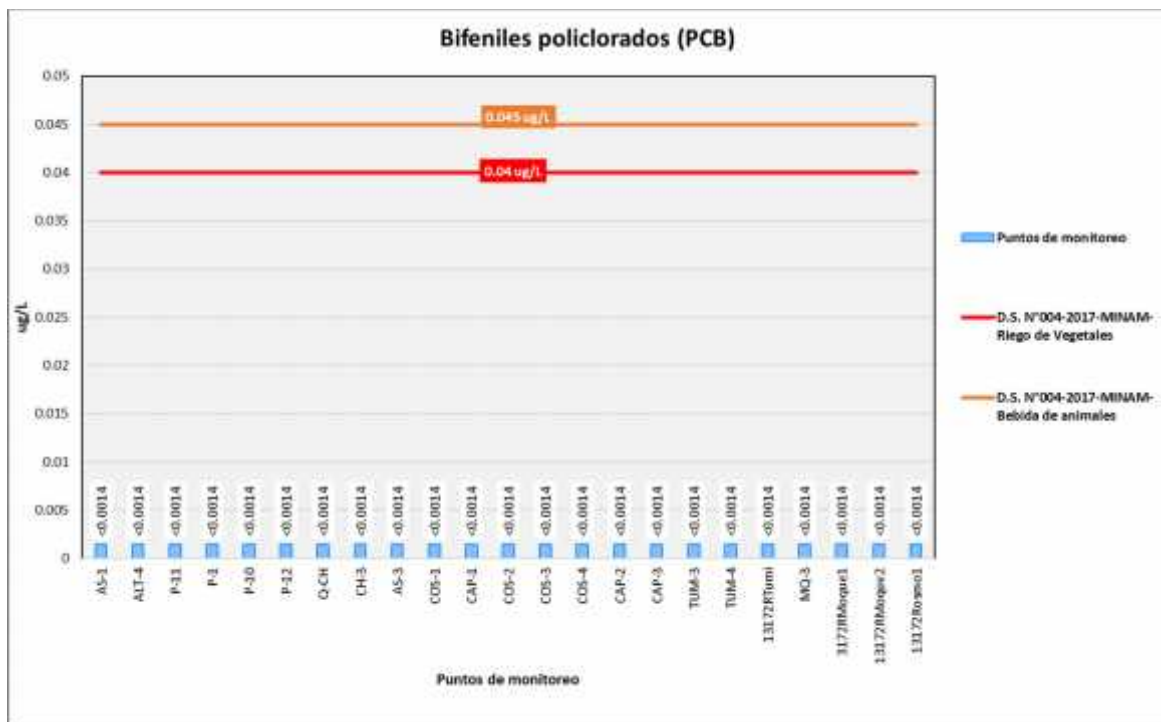
4.1.3.2.13 BIFENILOS POLICLORADOS

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 parámetros 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 (<0.0024 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 por 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.

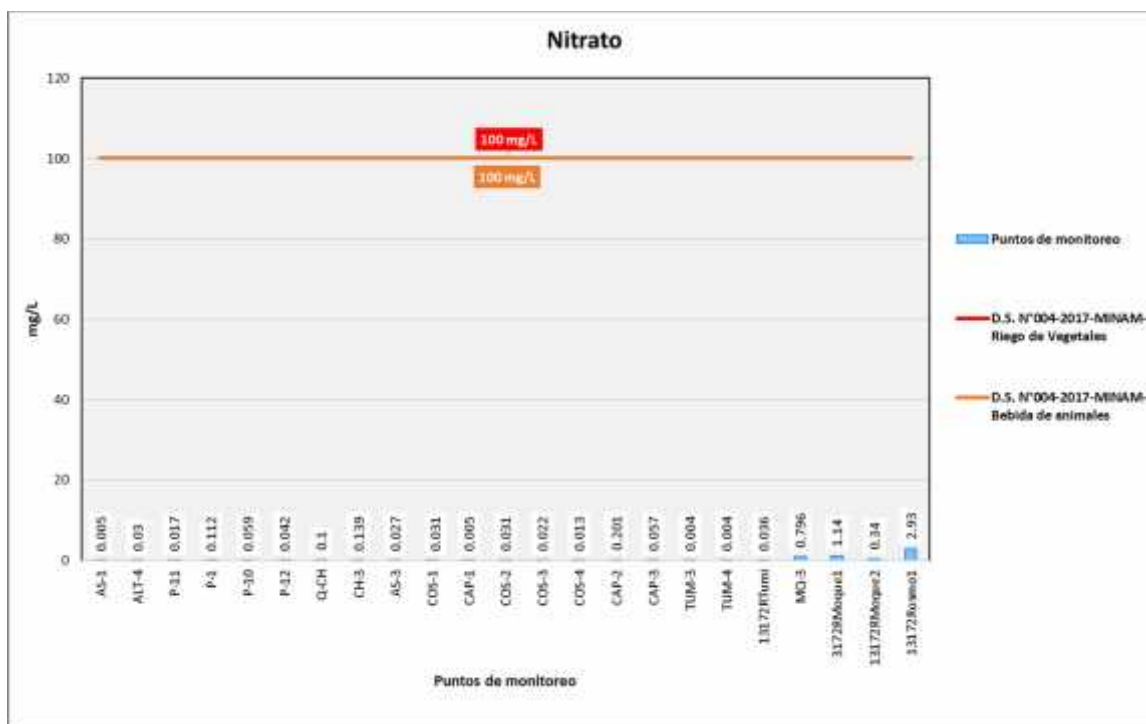
4.1.3.2.14 NITRATOS

El Nitrato (NO_3N) es un parámetro que existe de manera natural proveniente principalmente de las aguas subterráneas y que forma parte del ciclo del nitrógeno. Este parámetro 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 parámetro 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 parámetro 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 parámetro 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.

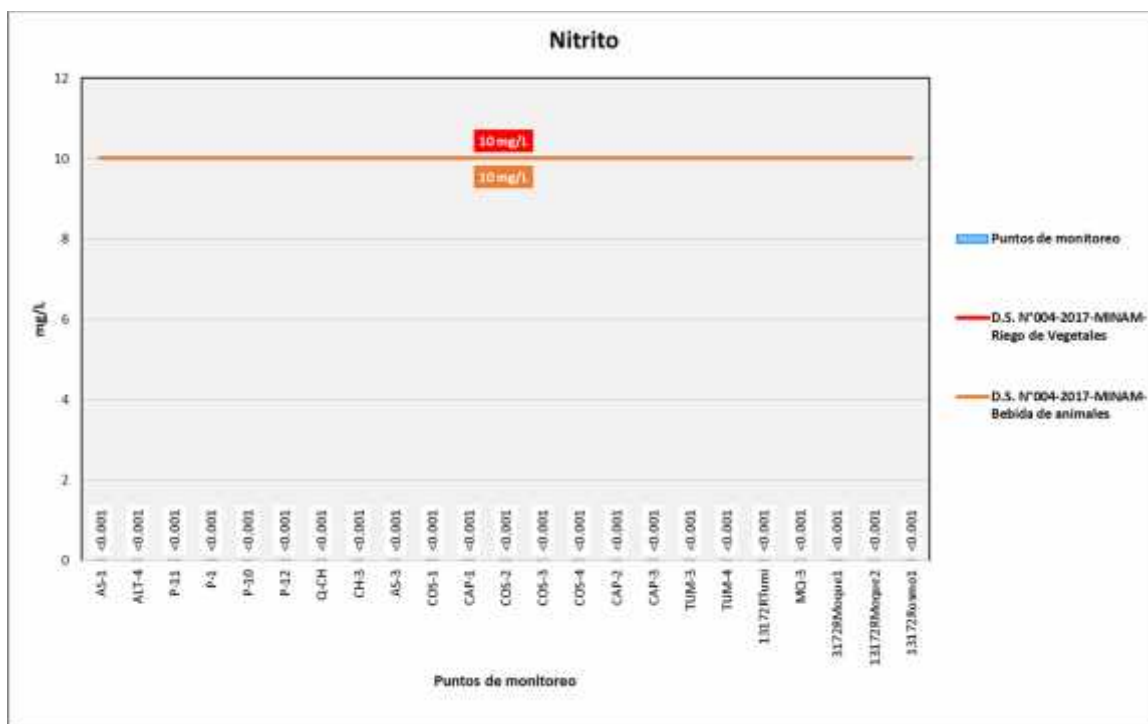
Elaboración: ASILORZA, 2022.

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 parámetros 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 parámetro 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.

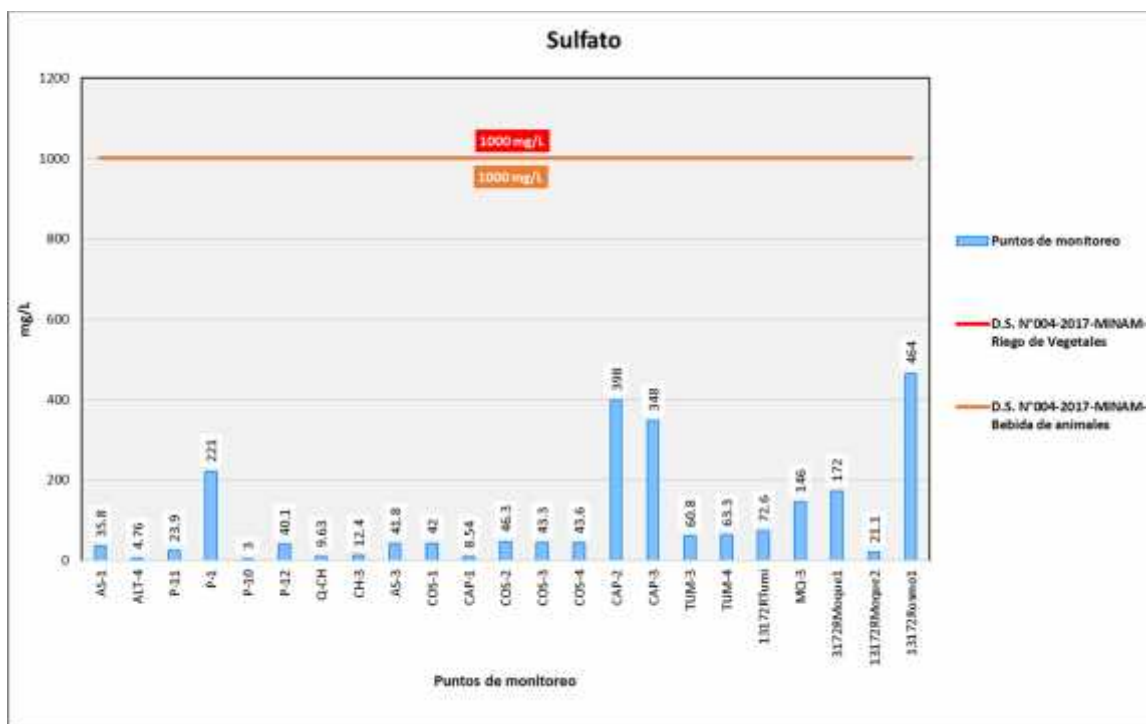
Elaboración: ASILORZA, 2022.

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.

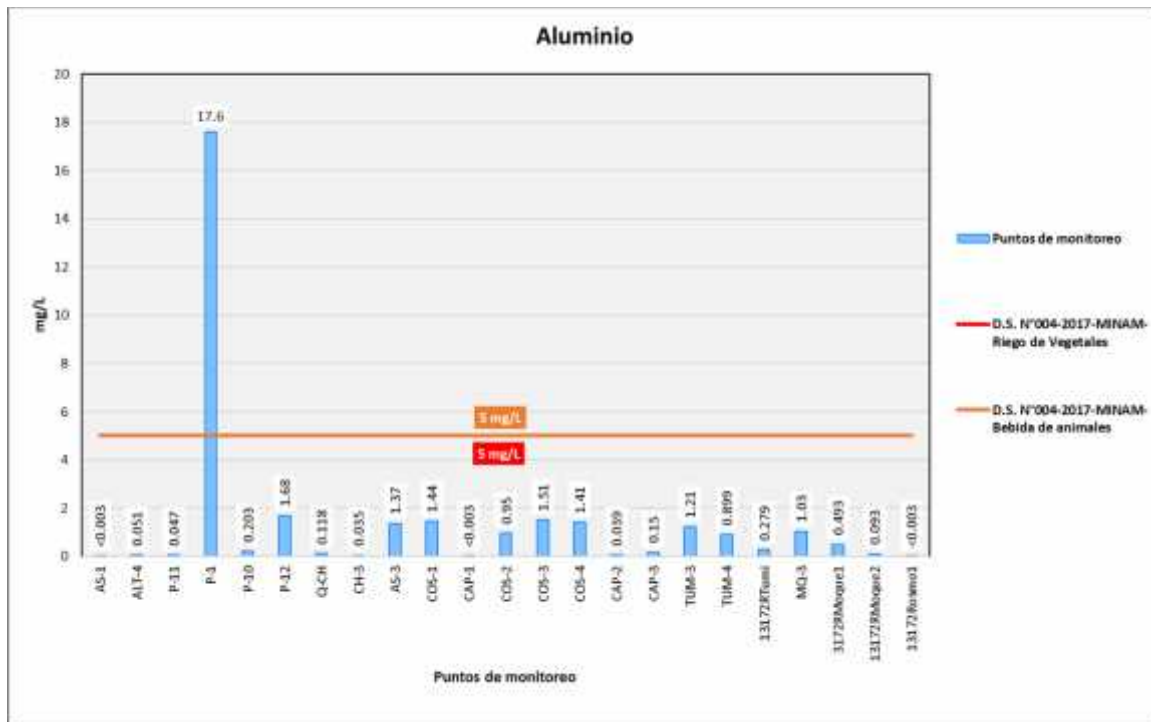
Elaboración: ASILORZA, 2022.

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 par 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.

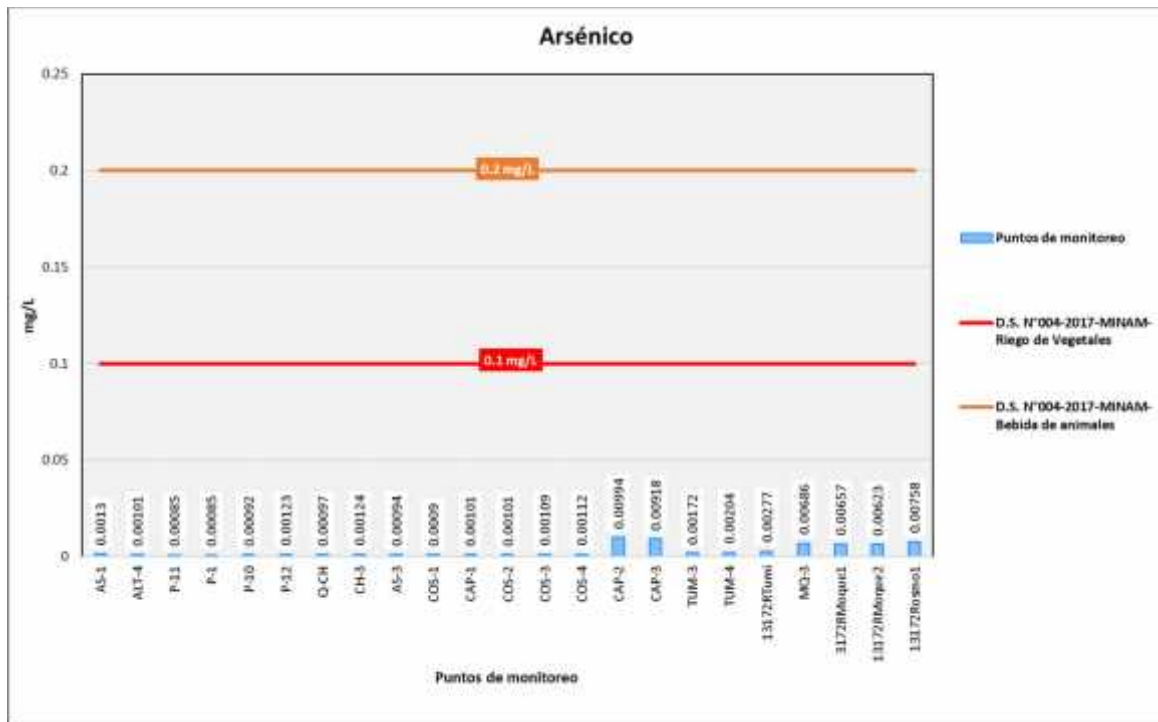
Elaboración: ASILORZA, 2022.

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.

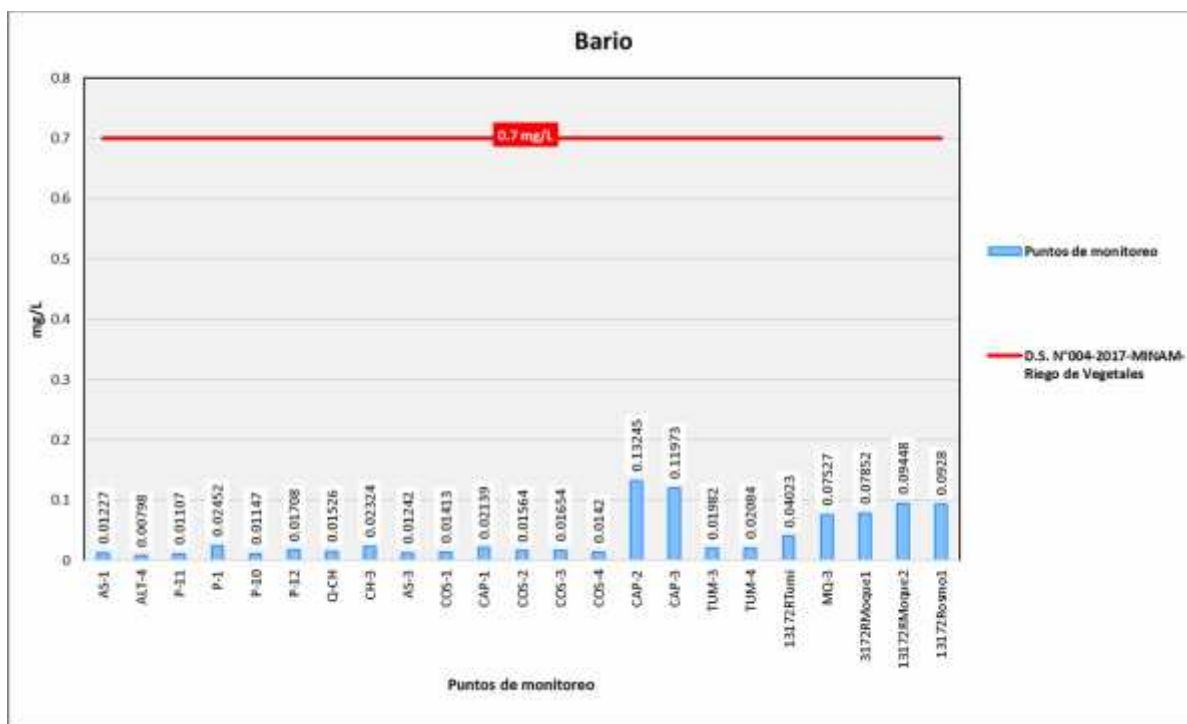
Elaboración: ASILORZA, 2022.

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.

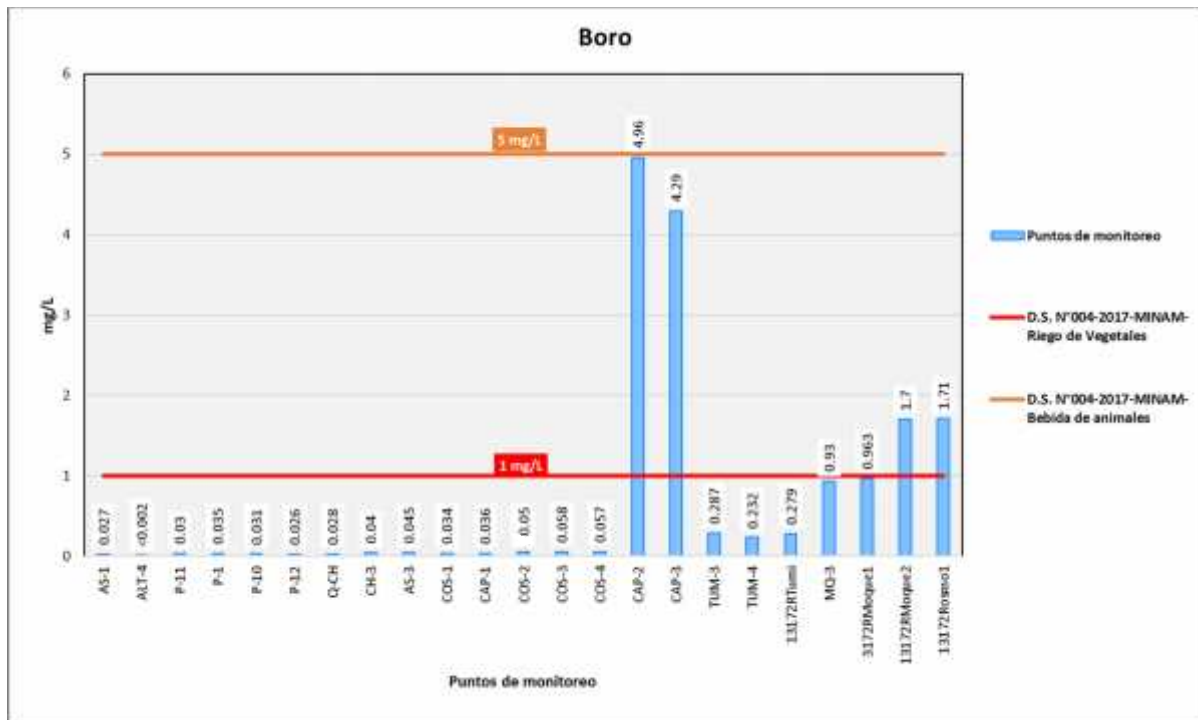
Elaboración: ASILORZA, 2022.

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 monitoreo 13172Rosmo1 y 13172RMoque2, así como en los puntos de monitoreo ubicados en el río Huanacanane, CAP-2 y CAP-3, debido a influencia antropogénica.

Figura 4.52. Resultados de Boro – Zona de Operaciones



Fuente: CERPER, 2022.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

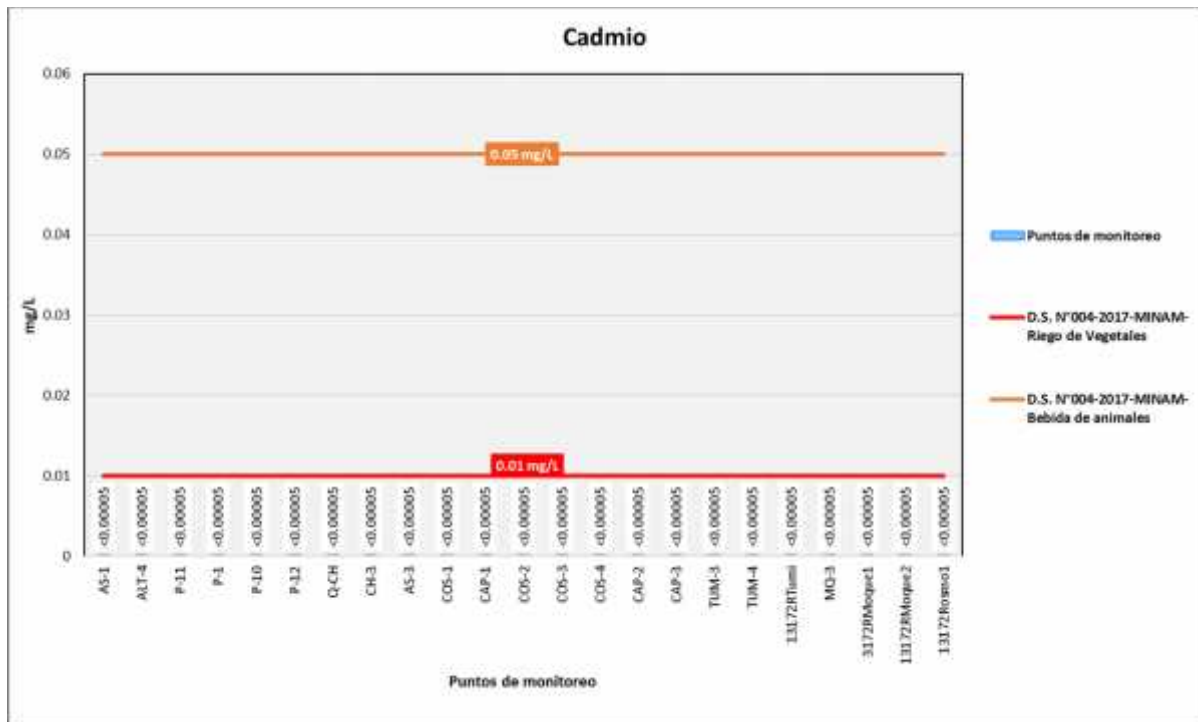
4.1.3.2.21 CADMIO

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 parámetros 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.

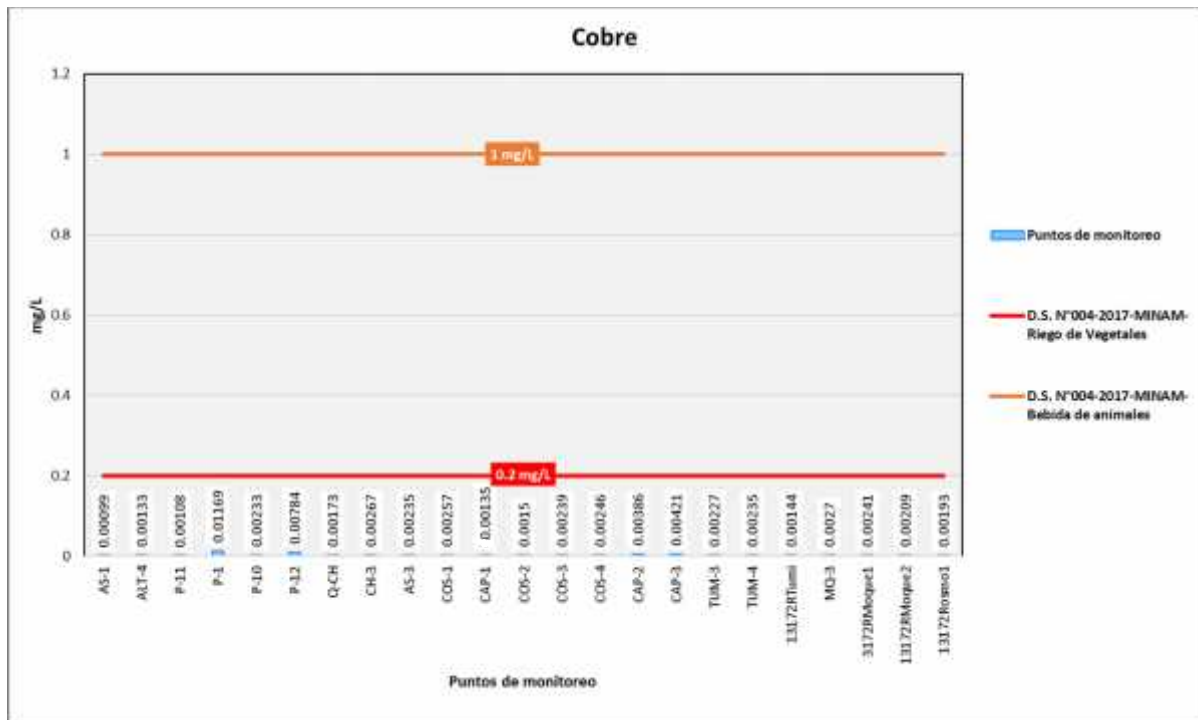
Elaboración: ASILORZA, 2022.

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.

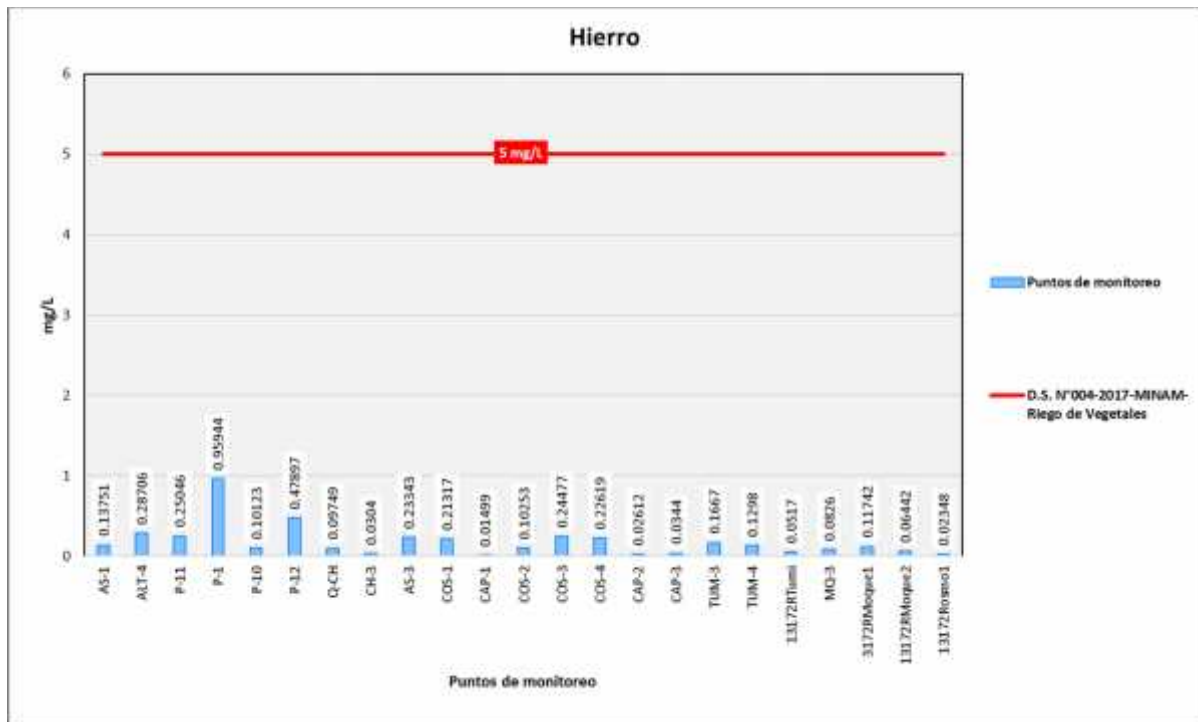
Elaboración: ASILORZA, 2022.

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.

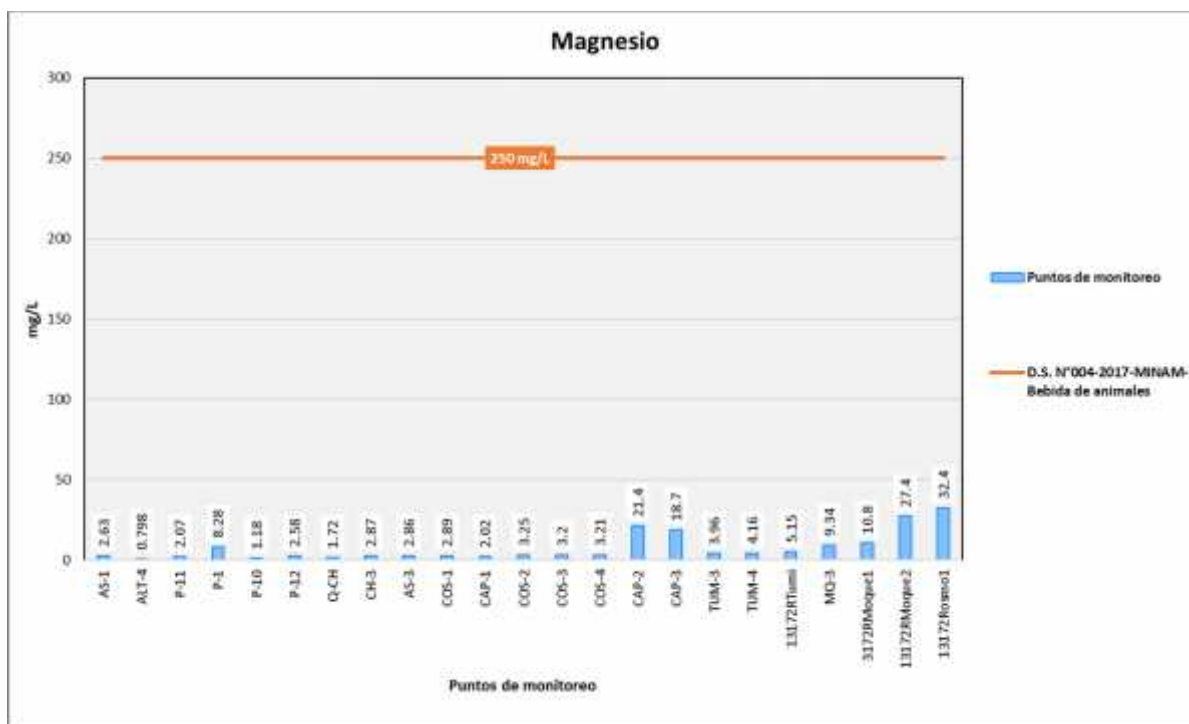
Elaboración: ASILORZA, 2022.

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.

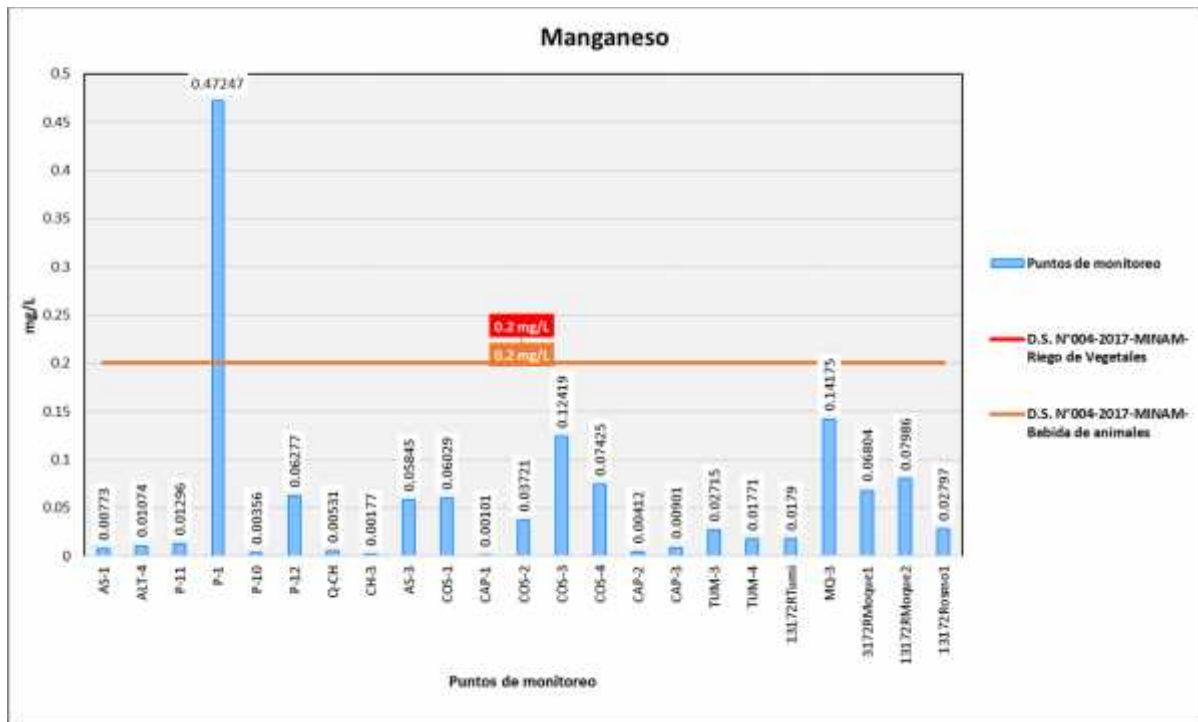
Elaboración: ASILORZA, 2022.

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.

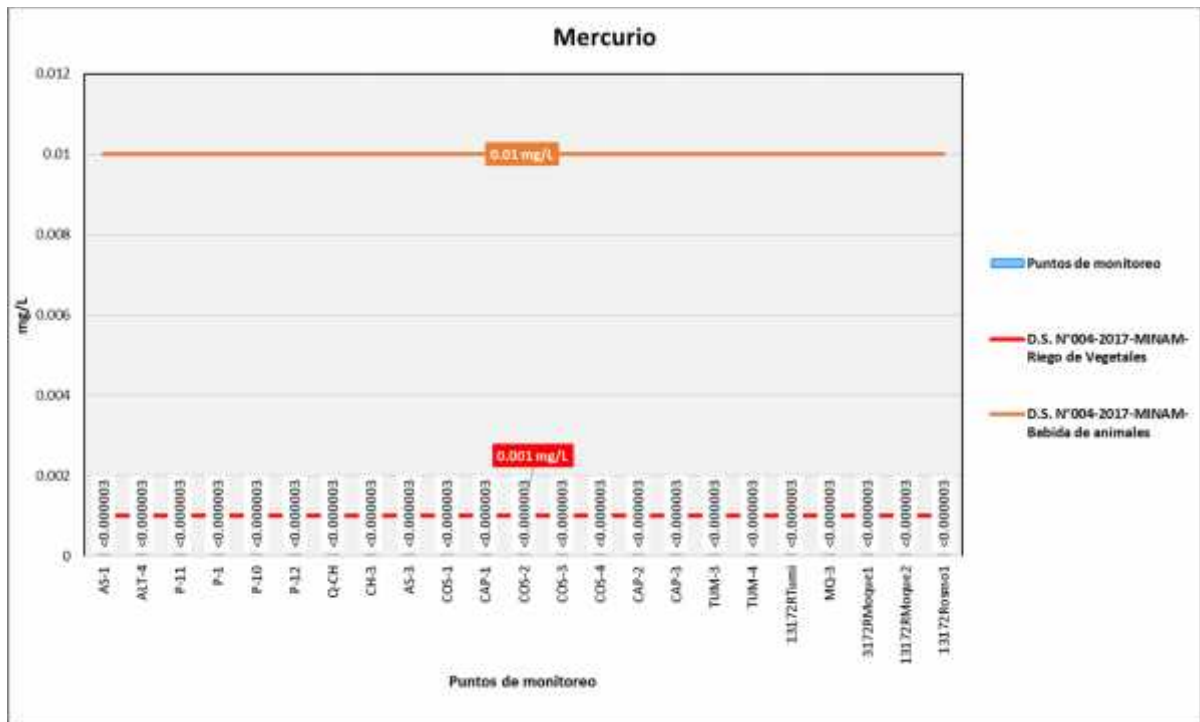
Elaboración: ASILORZA, 2022.

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 parámetro 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



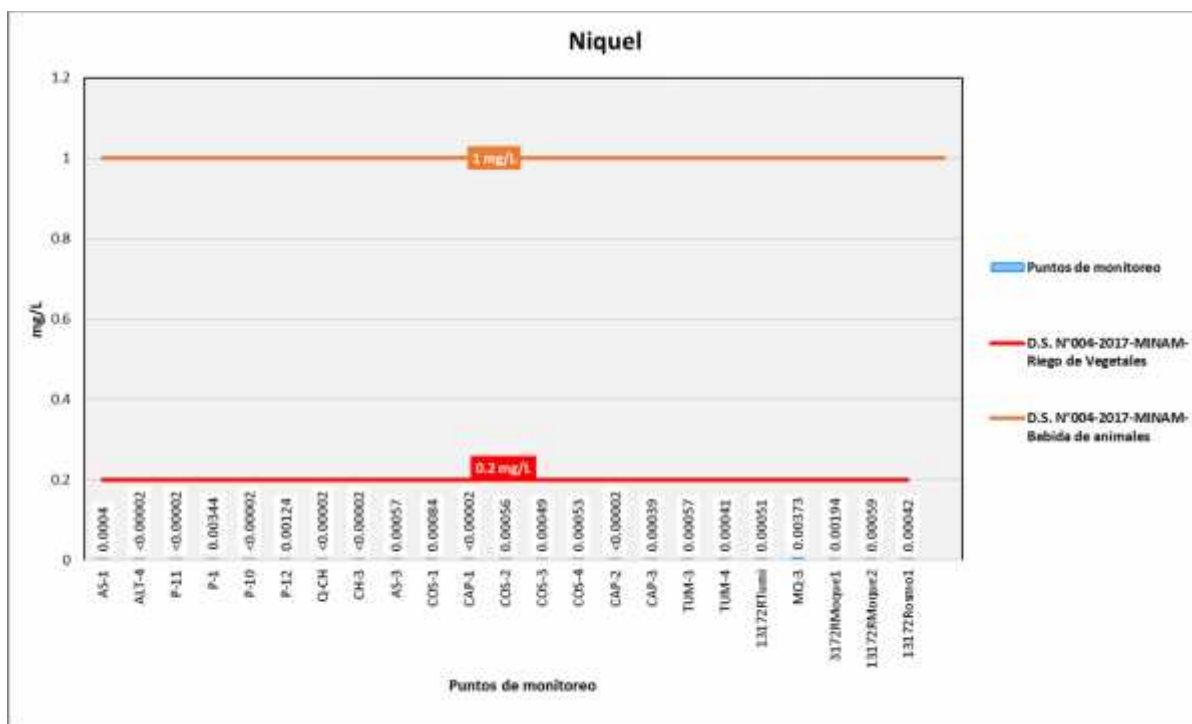
Fuente: CERPER, 2022.

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 par 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.

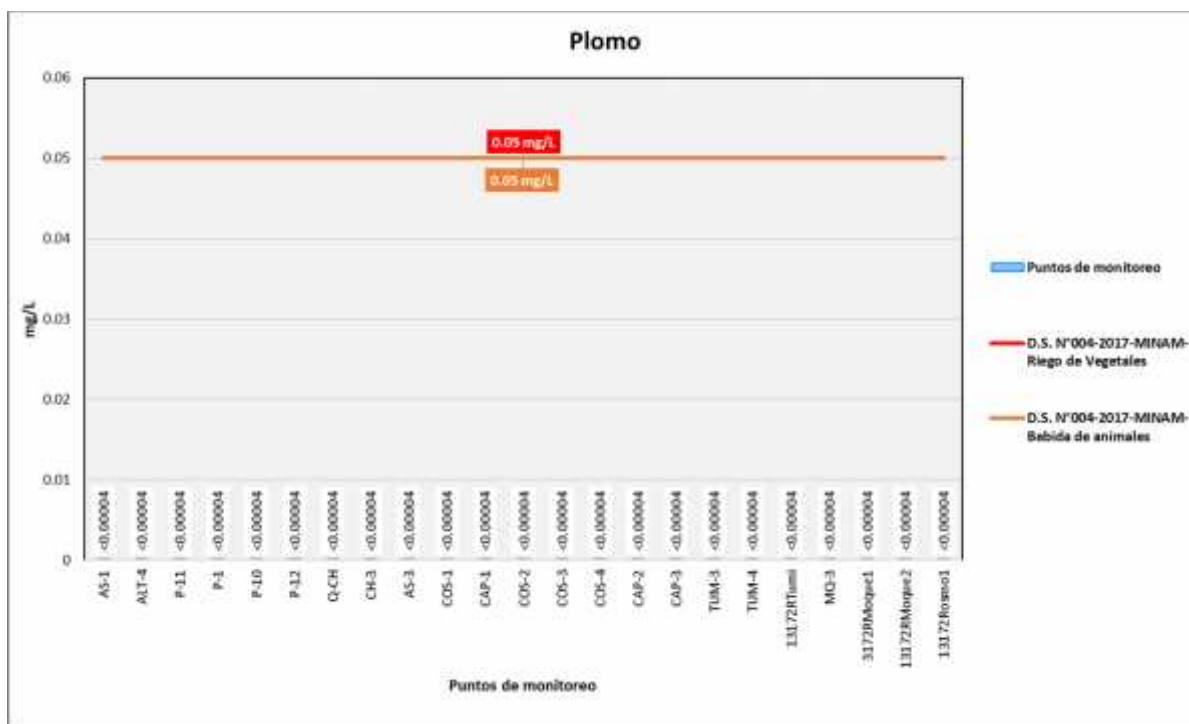
Elaboración: ASILORZA, 2022.

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 par 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.

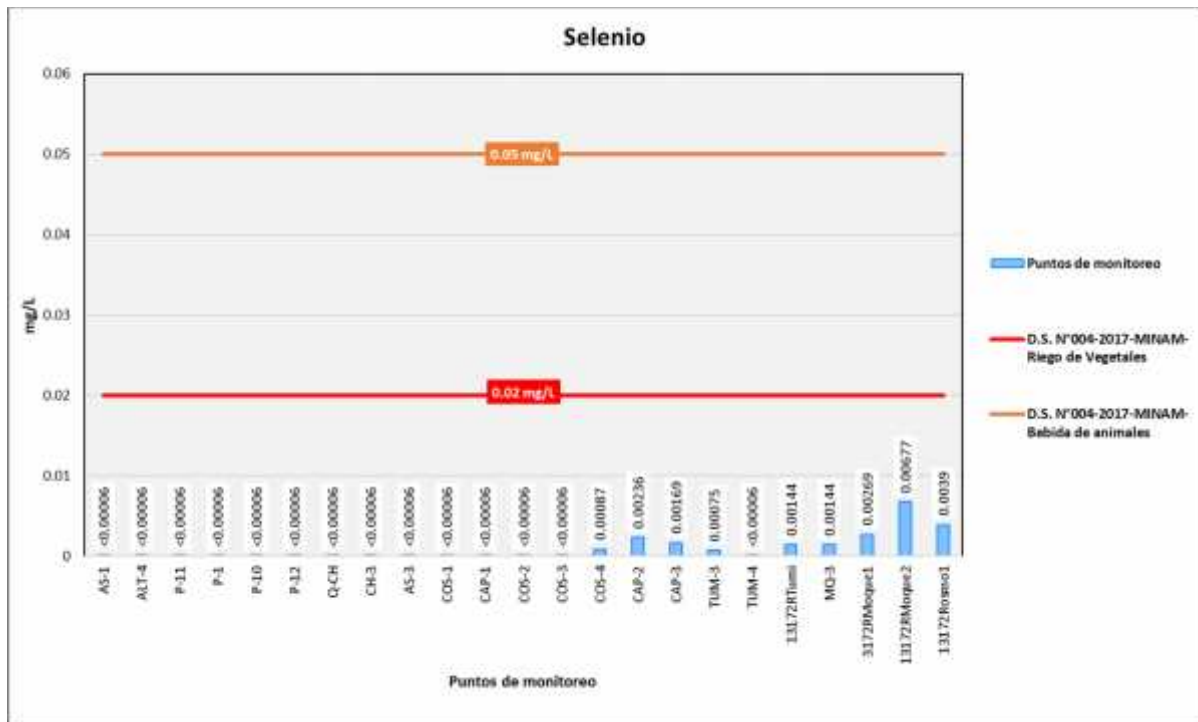
4.1.3.2.29 SELENIO

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



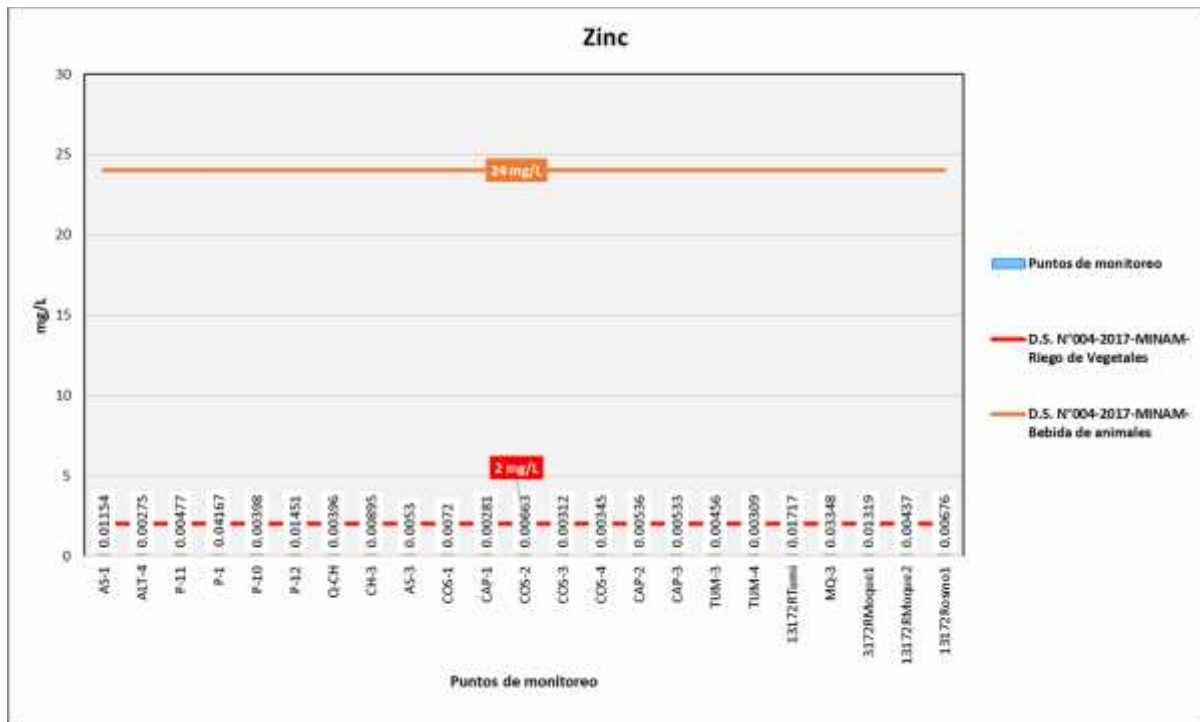
Fuente: CERPER, 2022.

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.

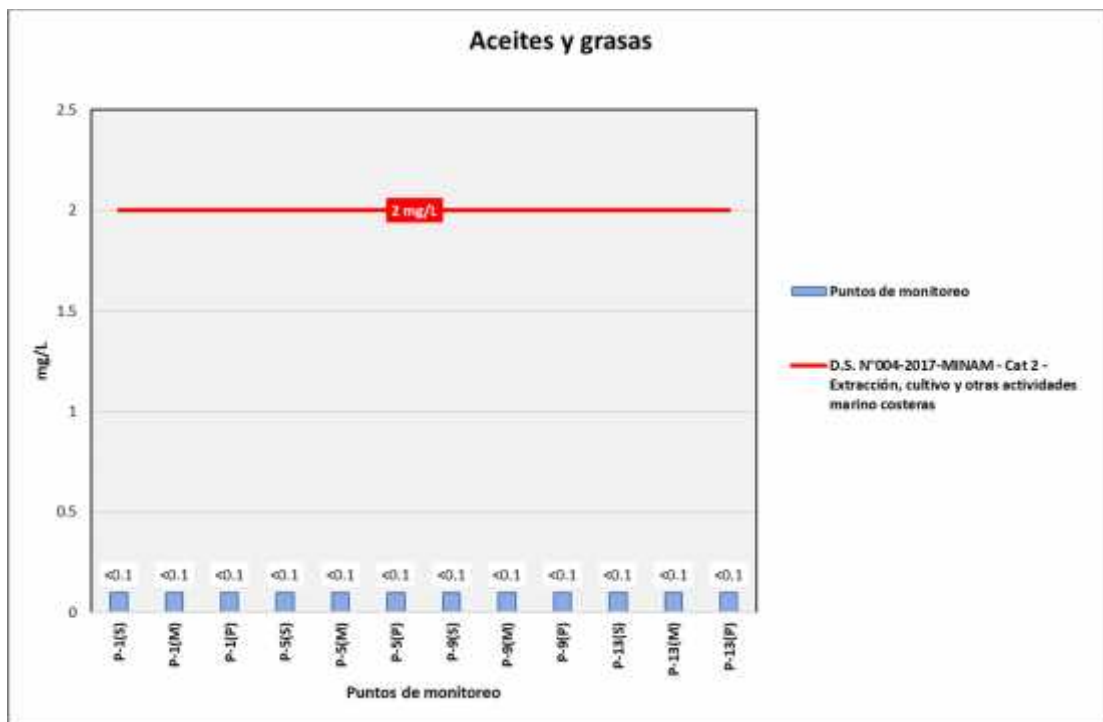
Elaboración: ASILORZA, 2022.

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 de mar (ECA AyG = 2.0 mg/L).

Figura 4.63. Resultados de Aceites y Grasas – Zona Marítima



Fuente: CERPER, 2022.

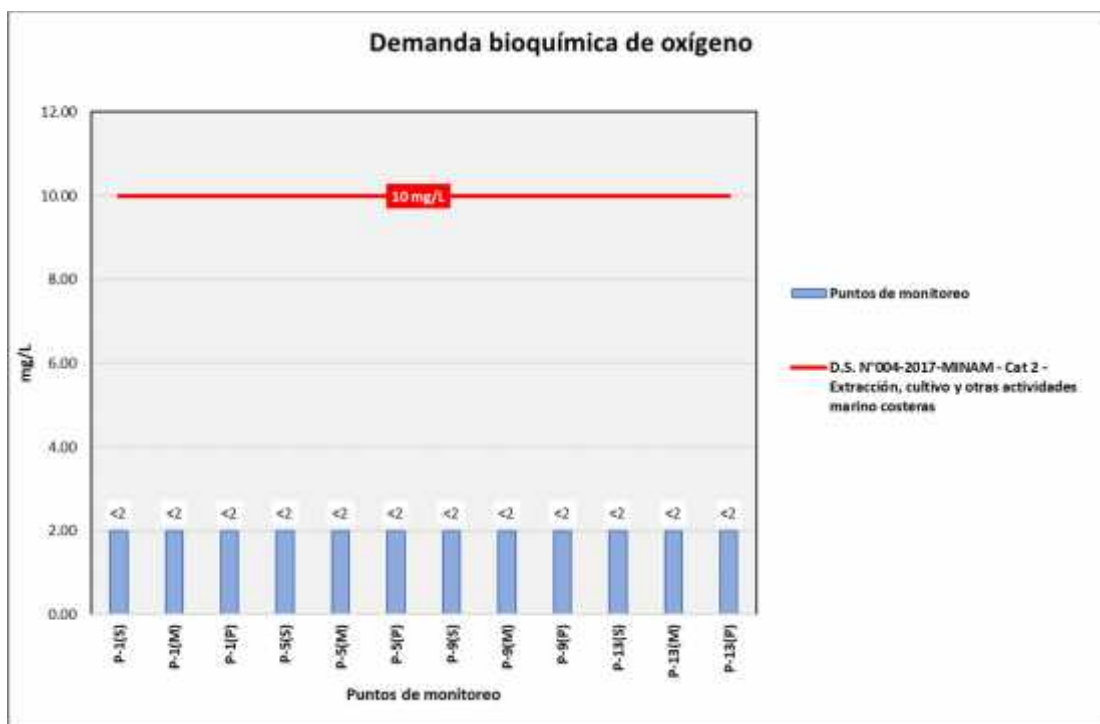
Elaboración: ASILORZA, 2022.

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.

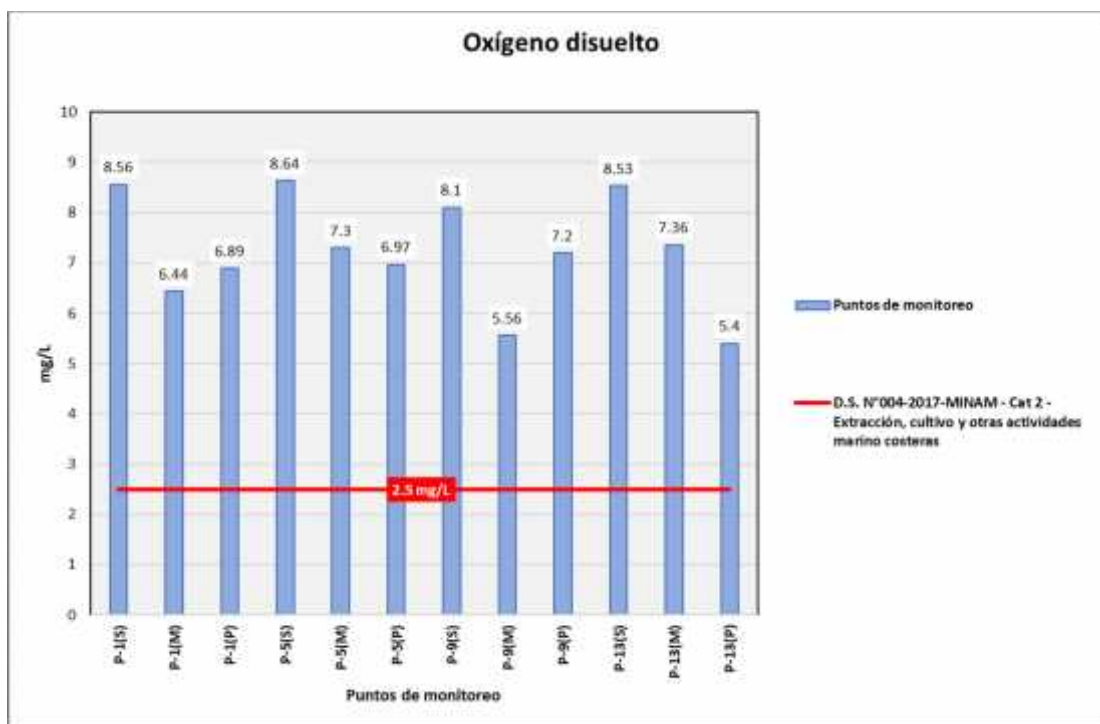
Elaboración: ASILORZA, 2022.

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.

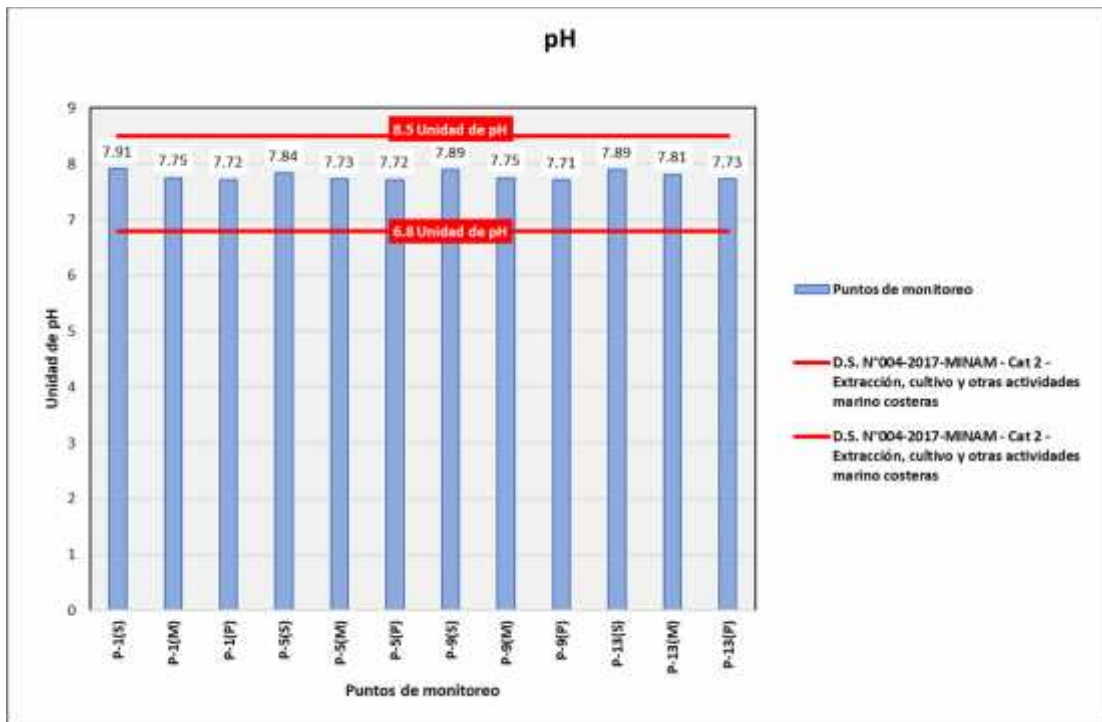
4.1.3.3.4 POTENCIAL DE HIDRÓGENO (PH)

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



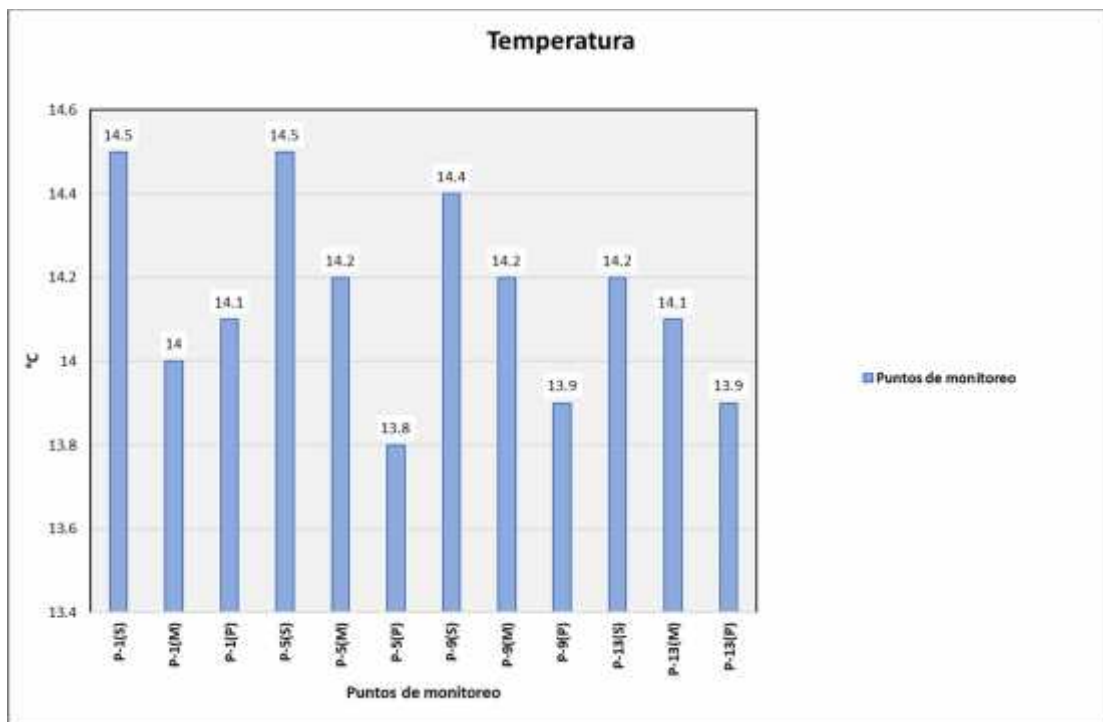
Fuente: CERPER, 2022.

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.

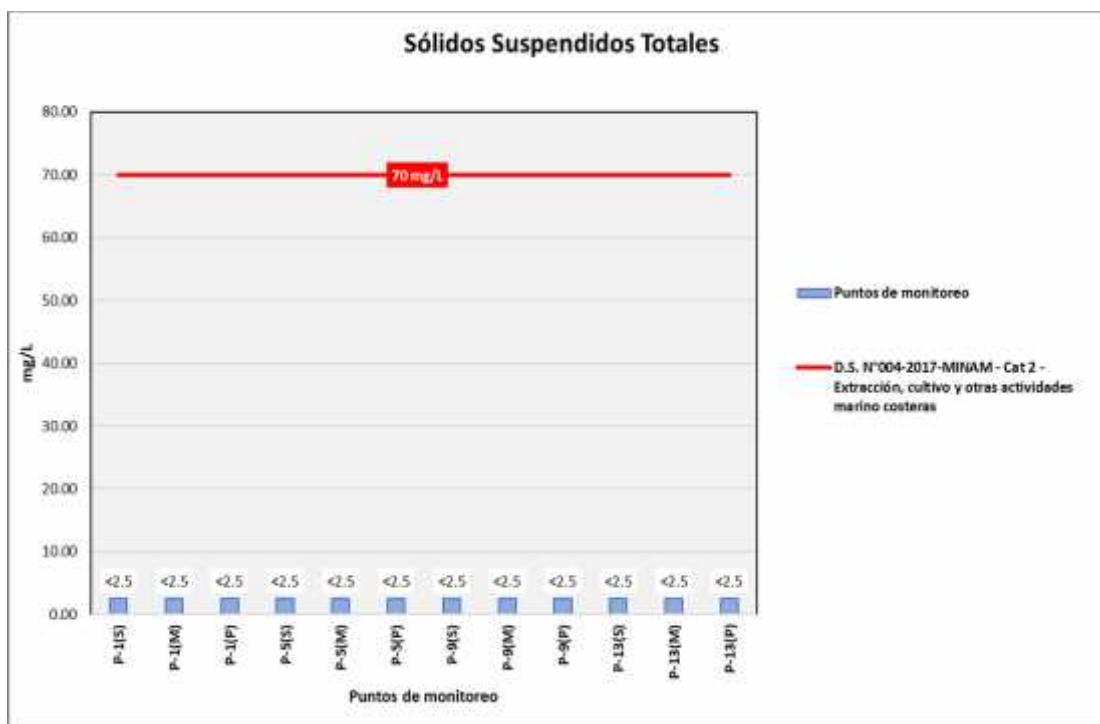
4.1.3.3.6 SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES

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.

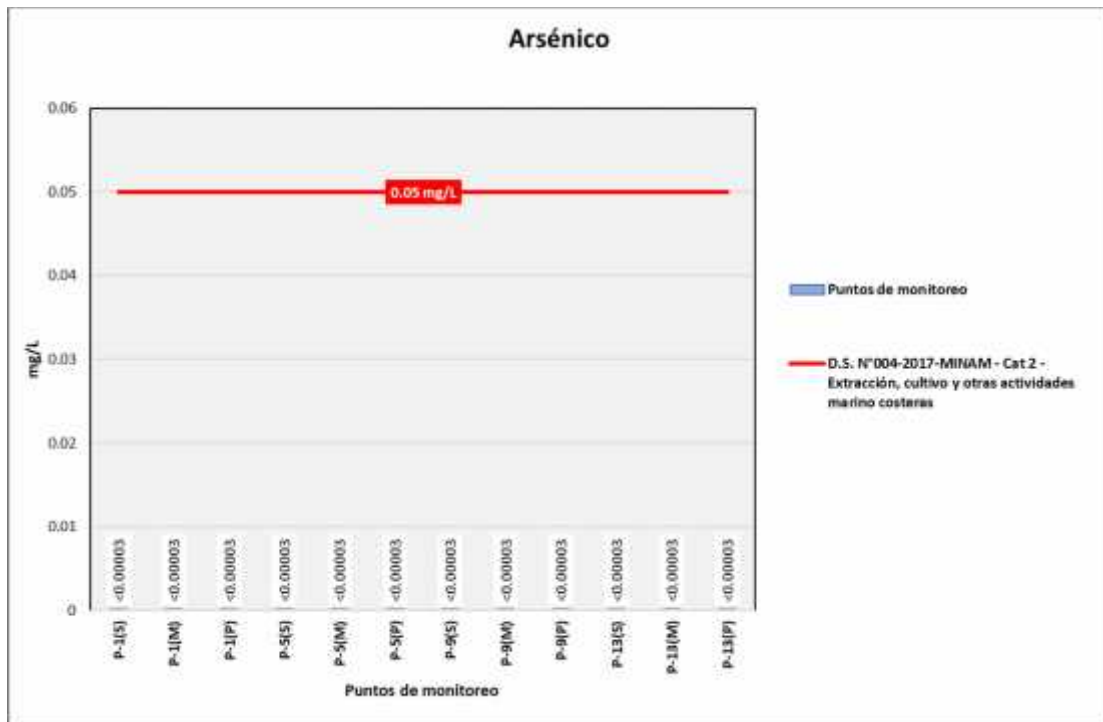
4.1.3.3.7 ARSÉNICO

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.

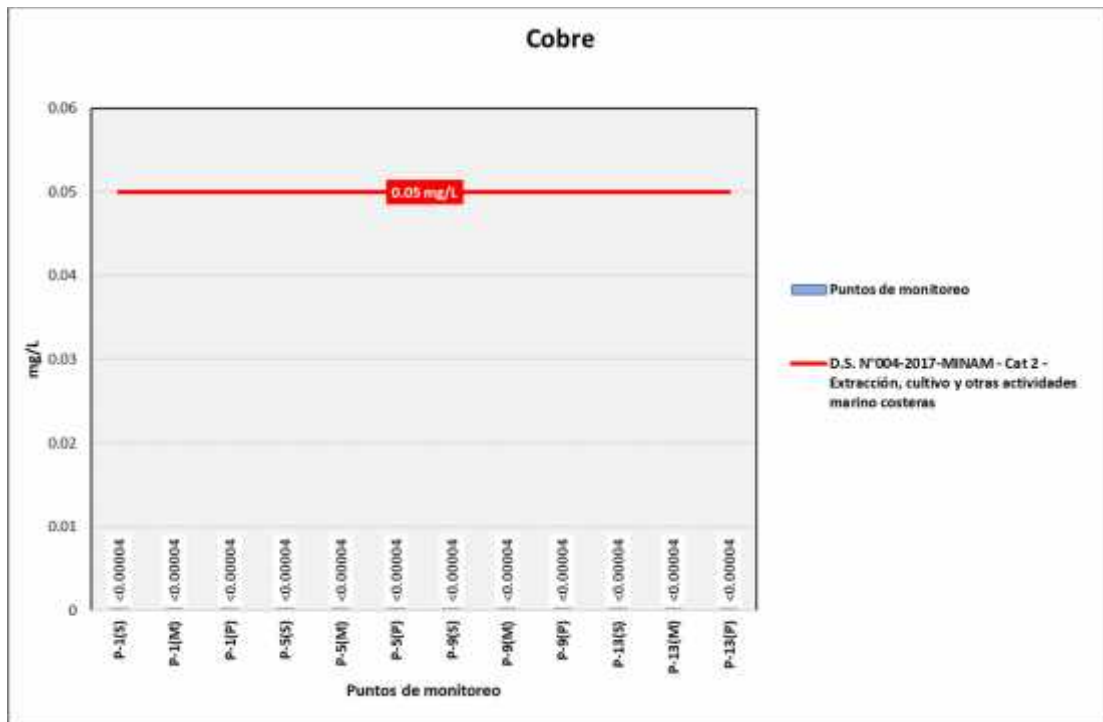
Elaboración: ASILORZA, 2022.

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



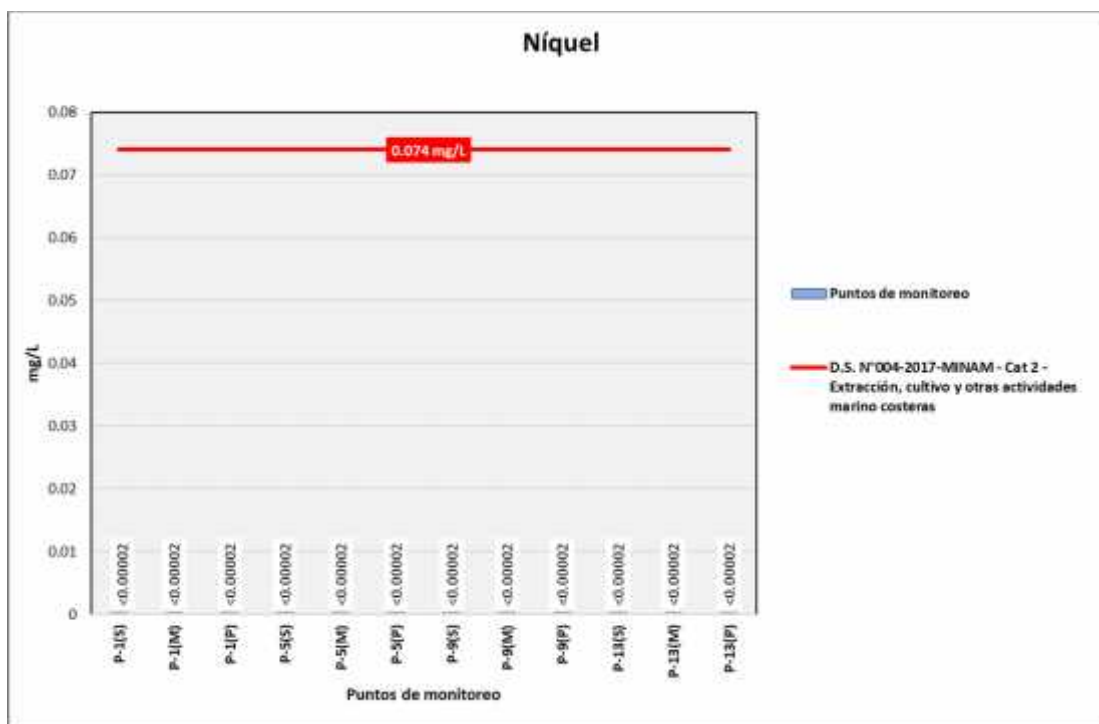
Fuente: CERPER, 2022.

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.

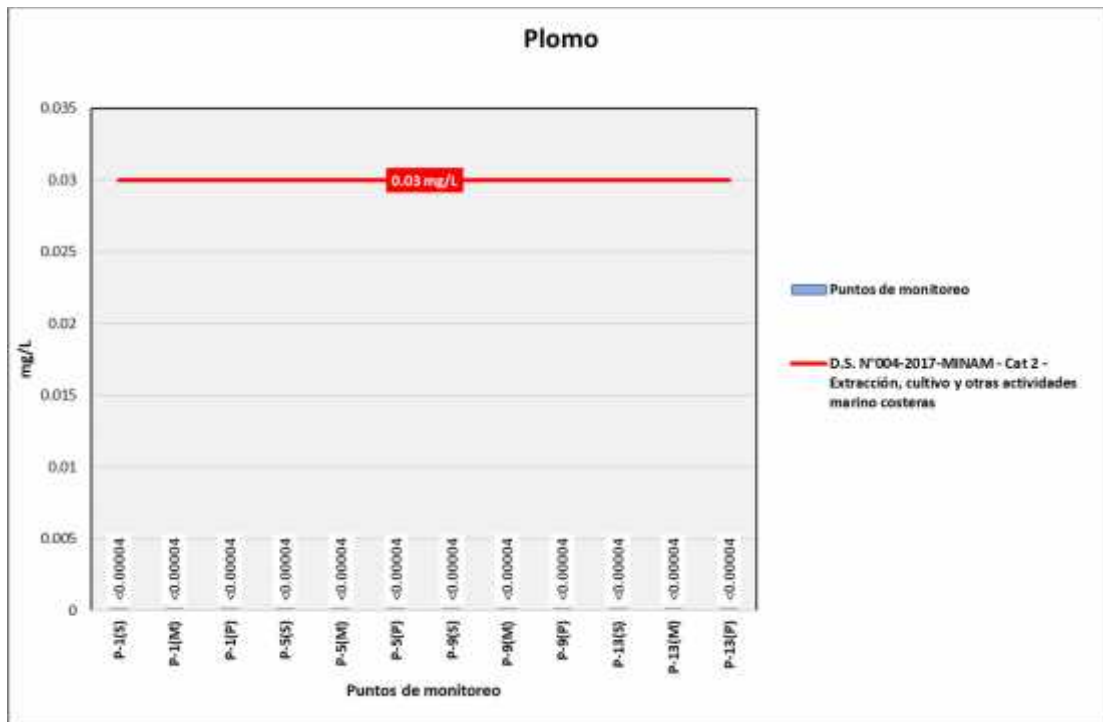
Elaboración: ASILORZA, 2022.

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 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 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



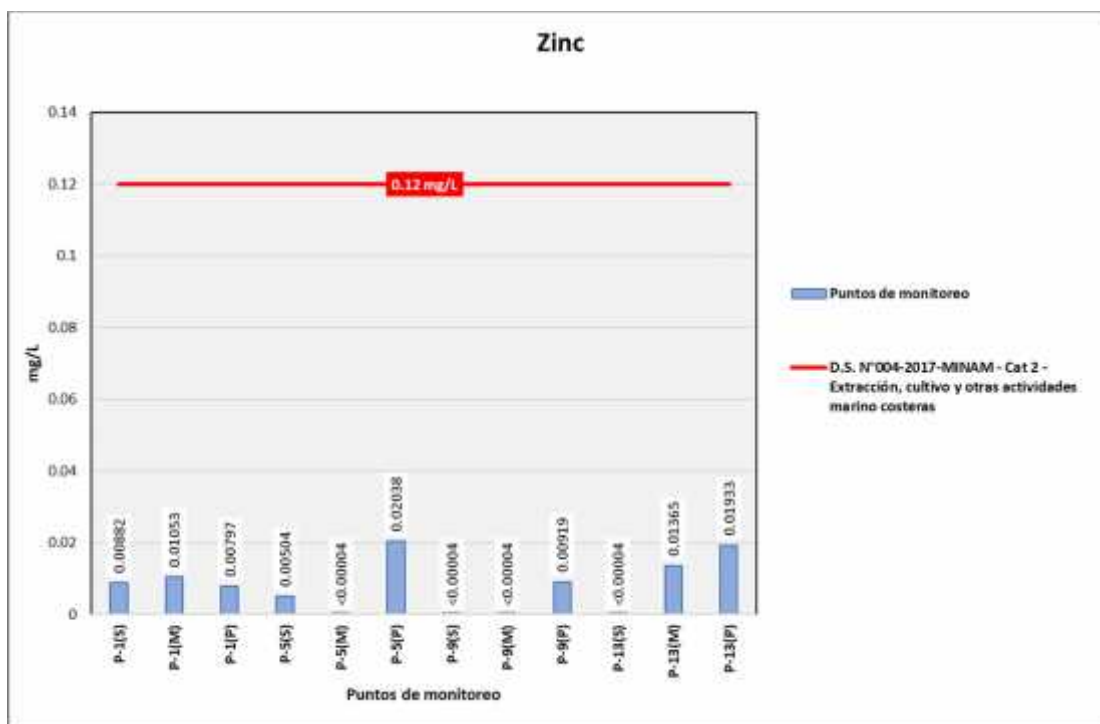
Fuente: CERPER, 2022.

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 Seca fue llevado a cabo entre los días 25 de agosto y 10 de septiembre del presente año, realizándose un total de 34 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 38 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 Seca

Parámetros	Informe de ensayo		2-02898/22	2-02964/22	2-02964/22	2-02898/22	2-02898/22	2-02966/22	2-02965/22	2-02965/22	2-02966/22	2-02966/22	Estándar de Calidad Ambiental para Sedimento - Norma Canadiense (ISGQ)	Estándar de Calidad Ambiental para Sedimento - Norma Canadiense (PEL)	
	Fecha		04/09/2022	05/09/2022	05/09/2022	04/09/2022	04/09/2022	07/09/2022	06/09/2022	06/09/2022	07/09/2022	07/09/2022			
	Unidad	L.D.M.	Puntos de monitoreo												
			Río vizcachas	Río vizcachas	Río Chincune	Quebrada s/n en Pampa	Quebrada Vilaje	Río vizcachas	Río Chilota	Río Chilota	Río vizcachas	Río Titire			
		PGB-1	QLVIZ-8	QLCHR-01	HAS-2	HAS-3	VIZ-1	CHL-4	CHL-8	VIZ-2	TIT-1				
Metales ICP - MS															
Arsénico Total (As)	mg/kg	0,02	33,5	7,94	10,4	4,82	17,4	8,29	64,7	52,6	21,3	134	5,9	17	
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	0,6	3,5	
Cobre Total (Cu)	mg/kg	0,02	21,5	5,61	6,86	16	33,2	19,6	11,7	10,5	9,68	50,3	35,7	197	
Cromo Total (Cr)	mg/kg	0,2	12	4,26	6,21	1,84	4,05	6,98	2,7	7,71	2,92	10,6	37,3	90	
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	0,17	0,49	
Plomo Total (Pb)	mg/kg	0,02	15,2	5,44	6,05	1,56	6,75	17,4	1,28	2,9	4,39	17,4	35	91,3	
Zinc Total (Zn)	mg/kg	0,02	38,5	36,2	34,7	12,7	21	50,1	13,2	25,3	25,8	48,5	123	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 Seca

Parámetros	Informe de ensayo		2-02889/22	2-02889/22	2-02890/22	2-02892/22	2-02892/22	2-02890/22	2-02890/22	2-02890/22	2-02893/22	2-02893/22	2-02892/22	Estándar de Calidad Ambiental para Sedimento - Norma Canadiense (ISGQ)	Estándar de Calidad Ambiental para Sedimento - Norma Canadiense (PEL)
	Fecha		25/08/2022	25/08/2022	26/08/2022	28/08/2022	28/08/2022	26/08/2022	27/08/2022	27/08/2022	29/08/2022	29/08/2022	28/08/2022		
	Unidad	L.D.M.	Puntos de monitoreo												
			Río Asana	Qda Altarani	Río Asana	Qda Millune	Qda Sarallenne	Río Asana	Río Charaque	Río Charaque	Río Asana	Río Coscore	Río Capillune		
		AS-1	ALT-4	P-11	P-1	P-10	P-12	Q-CH	CH-3	AS-3	COS-1	CAP-1			
Metales ICP - MS															
Arsénico Total (As)	mg/kg	0,02	4,91	1,65	4,59	8,53	2,38	5,03	3,79	2,46	3,44	7,17	11,8	5,9	17
Cadmio Total (Cd)	mg/kg	0,02	<0,02	<0,02	0,105	<0,02	<0,02	0,588	0,131	<0,02	0,154	0,151	0,303	0,6	3,5
Cobre Total (Cu)	mg/kg	0,02	28,1	21,7	44,5	39,5	34,4	124	44,6	23,8	57,7	105	18,3	35,7	197
Cromo Total (Cr)	mg/kg	0,2	6,95	7,13	8,08	10,6	4,52	6,09	4,82	3,84	3,09	5,74	3,68	37,3	90
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	0,17	0,49
Plomo Total (Pb)	mg/kg	0,02	8,85	4,55	6,8	8,38	3,98	6,28	8,55	4,7	22,2	12,8	26,3	35	91,3
Zinc Total (Zn)	mg/kg	0,02	49,6	20,6	45,6	25	22,1	24,4	29,8	20,8	52,1	53,7	35,2	123	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 Seca

Parámetros	Informe de ensayo		2-02895/22	2-02894/22	2-02894/22	2-02896/22	2-02895/22	2-02896/22	2-02967/22	2-02896/22	2-02897/22	2-02897/22	2-02897/22	2-02897/22	2-02967/22	Estándar de Calidad Ambiental para Sedimento - Norma Canadiense (ISGQ)	Estándar de Calidad Ambiental para Sedimento - Norma Canadiense (PEL)	
	Fecha		31/08/2022	30/08/2022	30/08/2022	01/09/2022	31/08/2022	01/09/2022	08/09/2022	01/09/2022	03/09/2022	03/09/2022	03/09/2022	03/09/2022	08/09/2022			
	Unidad	L.D.M.	Puntos de monitoreo															
			Río Coscore	Río Coscore	Río Coscore	Río Huancanane	Río Huancanane	Río Tumilaca	Quebrada Cocotea	Río Tumilaca	Río Tumilaca	Río Moquegua	Río Moquegua	Río Moquegua	Río Osmore			
		COS-2	COS-3	COS-4	CAP-2	CAP-3	TUM-3	COC-1	TUM-4	13172RTumi	MQ-3	13172RMoque1	13172RMoque2	13172Rosmo1				
Metales ICP - MS																		
Arsénico Total (As)	mg/kg	0,02	10,3	3,99	5	6,92	9,51	6,23	4,81	8,48	9,23	5,86	6,54	6,27	6,82	5,9	17	
Cadmio Total (Cd)	mg/kg	0,02	0,099	0,118	0,107	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,6	3,5	
Cobre Total (Cu)	mg/kg	0,02	42,8	41,8	49,2	13,9	16,7	37,9	11,5	36,3	34,4	17,1	13,3	19,9	13,6	35,7	197	
Cromo Total (Cr)	mg/kg	0,2	3,55	3,21	4,67	2,15	1,7	4,62	0,76	5,21	5,84	2,77	2,49	3,64	3,07	37,3	90	
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	<0,03	0,17	0,49	
Plomo Total (Pb)	mg/kg	0,02	8,73	20,1	10,7	4,63	5,9	9,23	5,77	7,85	7,17	4,68	4,96	5,23	3,89	35	91,3	
Zinc Total (Zn)	mg/kg	0,02	39,5	30,8	39,6	24	24,4	29,1	15,6	32,1	31,3	30,1	29,4	27,3	21,5	123	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 4.9. Resultados de Sedimentos – Zona de Agua de Mar – Campaña 10 Temporada Seca

Parámetros	Informe de ensayo		2-03122/22	2-03122/22	2-03122/22	2-03122/22	Estándar de Calidad Ambiental para Sedimento - Norma Canadiense (CEQG)	Estándar de Calidad Ambiental para Sedimento - Norma Canadiense (PEL)
	Fecha		23/09/2022	23/09/2022	23/09/2022	23/09/2022		
	Unidad	L.D.M.	Puntos de monitoreo					
			Agua de mar					
		P-1	P-5	P-9	P-13 ⁽¹⁾			
Metales ICP - MS								
Arsénico Total (As)	mg/kg	0,02	6,79	6,05	9,18	-	5,9	17
Cadmio Total (Cd)	mg/kg	0,02	0,298	0,444	0,517	-	0,6	3,5
Cobre Total (Cu)	mg/kg	0,02	32,2	10,3	70,3	-	35,7	197
Cromo Total (Cr)	mg/kg	0,2	22,8	17	24,5	-	37,3	90
Mercurio Total (Hg)	mg/kg	0,03	<0,03	<0,03	<0,03	-	0,17	0,49
Plomo Total (Pb)	mg/kg	0,02	4,45	4,06	5,04	-	35	91,3
Zinc Total (Zn)	mg/kg	0,02	18,6	16,8	19,7	-	123	315

(1) Se no pudo realizar la evaluación de sedimentos al encontrarse en un área de fondo marino con presencia rocosa imposibilitando la captación de sedimentos con la draga.

(-) 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 al MAP Campaña N° 10 – Temporada Seca se ha llevado a cabo desde el 25 de agosto hasta el 10 de septiembre 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

A continuación, en el siguiente cuadro se detallan los resultados de los puntos de monitoreo de calidad de suelo.

Cuadro 4.10. Resultados de la evaluación de calidad de Suelo (Parte I) - Campaña 10 Temporada Seca

Parámetros	Informe de ensayo	2-02961/22	2-02961/22	2-02961/22	2-02960/22	2-02960/22	2-02960/22	2-02962/22	2-02962/22	D.S. 011-2017 MINAM - Suelo comercial/Industrial extractivo	
	Fecha	27/08/2022	27/08/2022	27/08/2022	26/08/2022	26/08/2022	26/08/2022	28/08/2022	28/08/2022		
	Unidad	L.D.M.	Puntos de monitoreo								
			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	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	8
Metales											
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	0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	0,03
Etilbenceno	mg/kg	0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	0,082
Tolueno	mg/kg	0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	0,37
Xilenos	mg/kg	0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	11
Compuestos Orgánicos Volátiles COVs											
Tetracloroetileno	mg/kg	0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	0,5
Tricloroetileno	mg/kg	0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	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	<53,243	<53,243	<53,243	<53,243	<53,243	<53,243	<53,243	<53,243	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)											
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

Parámetros	Informe de ensayo		2-02961/22	2-02961/22	2-02961/22	2-02960/22	2-02960/22	2-02960/22	2-02960/22	2-02962/22	2-02962/22	D.S. 011-2017 MINAM - Suelo comercial/Industrial extractivo
	Fecha		27/08/2022	27/08/2022	27/08/2022	26/08/2022	26/08/2022	26/08/2022	26/08/2022	28/08/2022	28/08/2022	
	Unidad	L.D.M.	Puntos de monitoreo									
			QU-4	QU-10	QU-18	QU-11	QU-201	QU-216	QU-28	QU-36		
Naftaleno	mg/kg	0,0343	<0,0342	<0,0342	<0,0342	<0,0342	<0,0342	<0,0342	<0,0342	<0,0342	<0,0342	22
Metales ICP-Masa												
Arsénico (As)	mg/kg	0,02	6,86	3,25	7,28	6,87	2,98	6,35	4,26	7,52		140
Bario (Ba)	mg/kg	0,04	167	106	102	152	93,2	154	134	182		2000
Cadmio (Cd)	mg/kg	0,02	<0,02	0,122	0,39	0,135	<0,02	0,151	0,11	0,281		22
Cromo (Cr)	mg/kg	0,2	6,18	2,59	8,53	10,9	7,2	6,21	2,88	5,71		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	9,91	7,66	12,9	10,9	5,06	8,98	5,34	10,4		800
PCBs Bifenilos Policlorados (PCBs)												
PCBs Totales	mg/kg	0.000111	<0,000111	<0,000111	<0,000111	<0,000111	<0,000111	<0,000111	<0,000111	<0,000111	<0,000111	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 4.11. Resultados de la evaluación de calidad de Suelo (Parte II) - Campaña 10 Temporada Seca

Parámetros	Informe de ensayo		2-02963/22	2-03138/22	2-03138/22	2-03138/22	2-03138/22	2-03139/22	2-03139/22	D.S. 011-2017 MINAM - Suelo comercial/Industrial extractivo
	Fecha		29/08/2022	05/09/2022	05/09/2022	05/09/2022	05/09/2022	04/09/2022	04/09/2022	
	Unidad	L.D.M.	Puntos de monitoreo							
			QU-44	QU-101	QU-82	QU-59	QU-57	QU-167	QU-166	
Parámetros Inorgánicos No Metálicos										
Cianuro Libre	mg/kg	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	8
Metales										
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	0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	0,03
Etilbenceno	mg/kg	0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	0,082
Tolueno	mg/kg	0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	0,37
Xilenos	mg/kg	0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	11
Compuestos Orgánicos Volátiles - COVs										
Tetracloroetileno	mg/kg	0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	0,5
Tricloroetileno	mg/kg	0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	<0,0015	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	<53,243	<53,243	<53,243	<53,243	<53,243	<53,243	<53,243	5000
Hidrocarburos Totales (C28-C40)	mg/kg	199,725	<199,725	<199,725	<199,725	<199,725	<199,725	<199,725	<199,725	6000
Hidrocarburos Poliaromáticos (PAHs)										
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	<0,0342	<0,0342	<0,0342	<0,0342	<0,0342	<0,0342	<0,0342	22
Metales ICP-Masa										
Arsénico (As)	mg/kg	0,02	10,9	10,9	13,9	8,22	36,1	46,2	8,17	140

Parámetros	Informe de ensayo		2-02963/22	2-03138/22	2-03138/22	2-03138/22	2-03138/22	2-03139/22	2-03139/22	D.S. 011-2017 MINAM - Suelo comercial/Industrial extractivo
	Fecha		29/08/2022	05/09/2022	05/09/2022	05/09/2022	05/09/2022	04/09/2022	04/09/2022	
	Unidad	L.D.M.	Puntos de monitoreo							
			QU-44	QU-101	QU-82	QU-59	QU-57	QU-167	QU-166	
Bario (Ba)	mg/kg	0,04	68,8	271	235	209	118	122	195	2000
Cadmio (Cd)	mg/kg	0,02	0,176	0,316	0,242	<0,02	<0,02	0,126	0,113	22
Cromo (Cr)	mg/kg	0,2	5,17	7,61	6,88	6,32	4,77	13,9	4,74	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	11,7	19,3	13,4	11,3	21,5	28,7	15,3	800
PCBs Bifenilos policlorados (PCBs)										
PCBs Totales	mg/kg	0.000111	<0,000111	<0,000111	<0,000111	<0,000111	<0,000111	<0,000111	<0,000111	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.

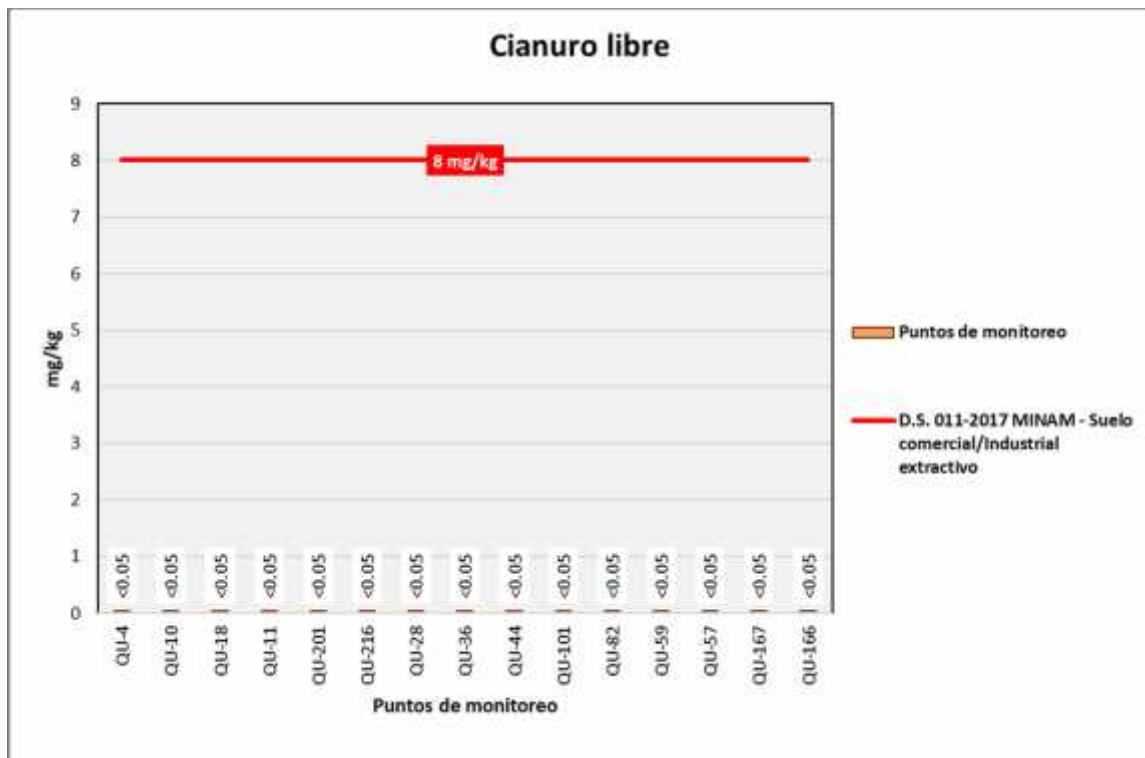
4.3.2 REPRESENTACIÓN GRÁFICA E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

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 (<0.05 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.

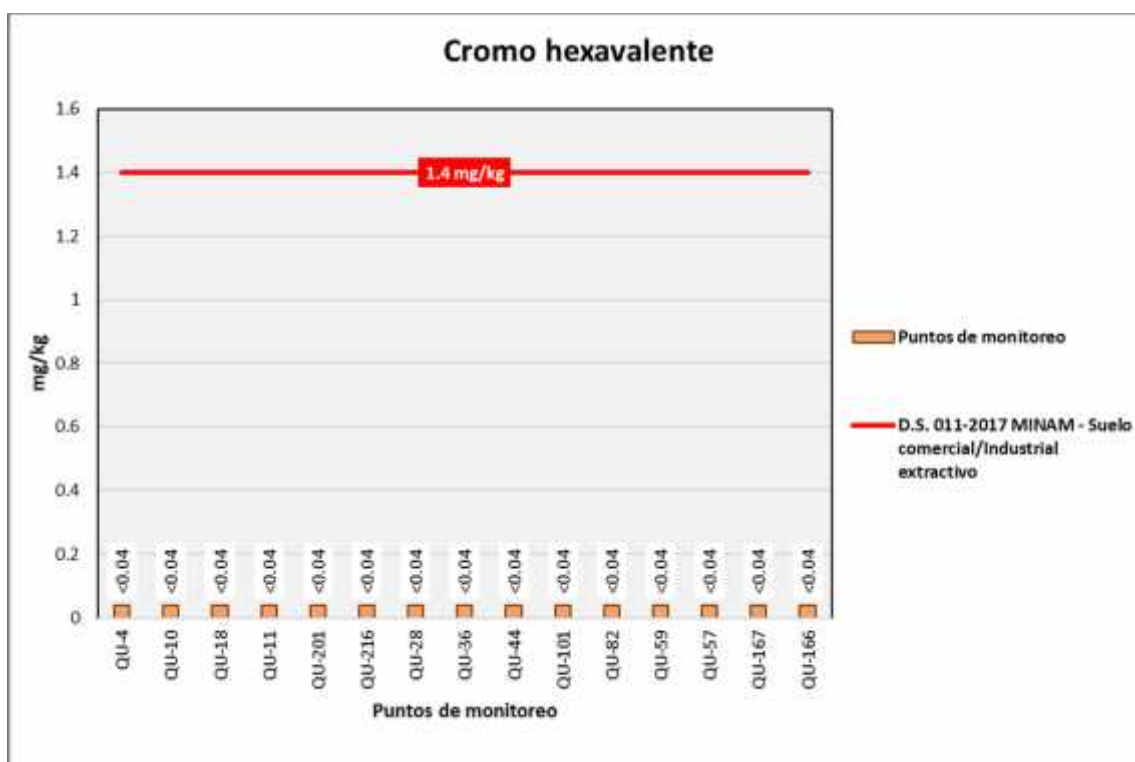
Elaboración: ASILORZA, 2022.

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 parámetro 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.

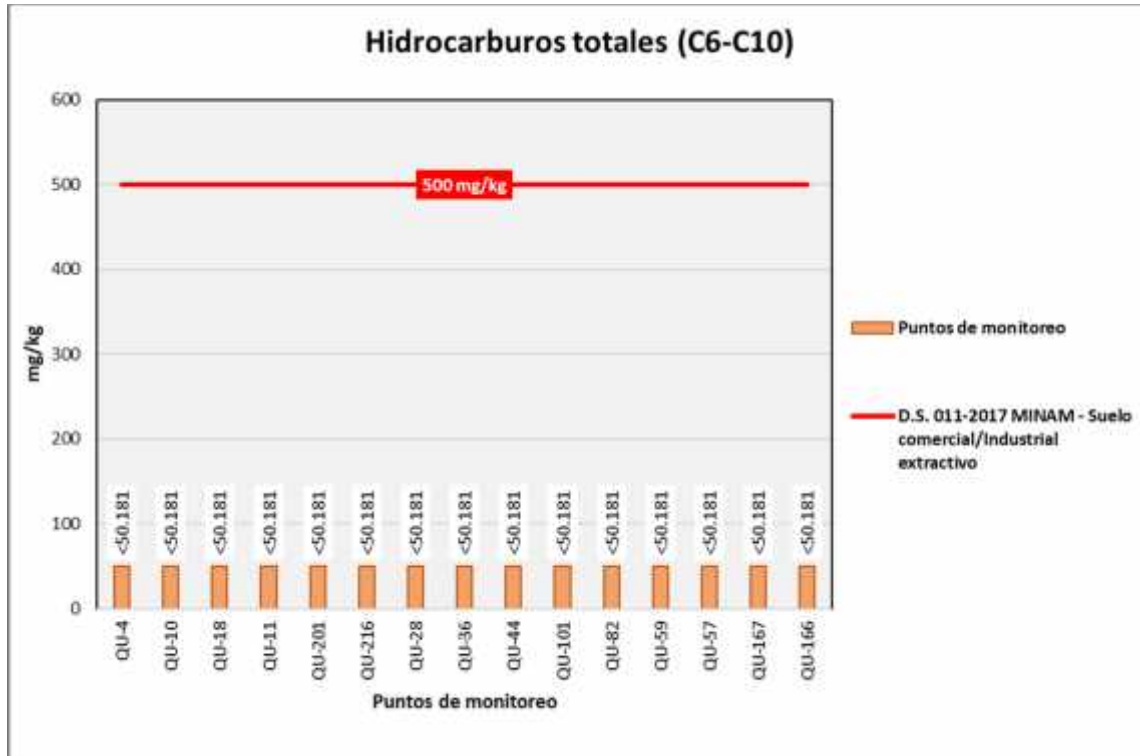
4.3.2.3 HIDROCARBUROS TOTALES DE PETRÓLEO – FRACCIÓN 1 (C6-C10)

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 parámetro 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.

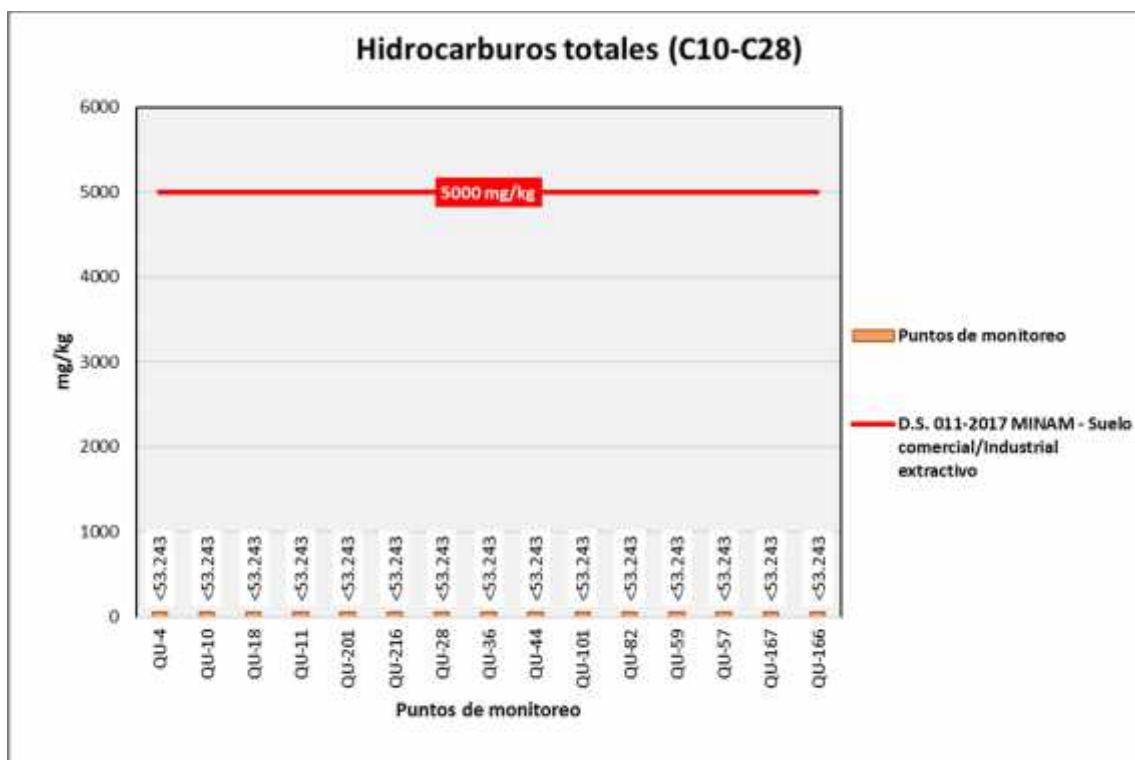
Elaboración: ASILORZA, 2022.

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 parámetro 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.

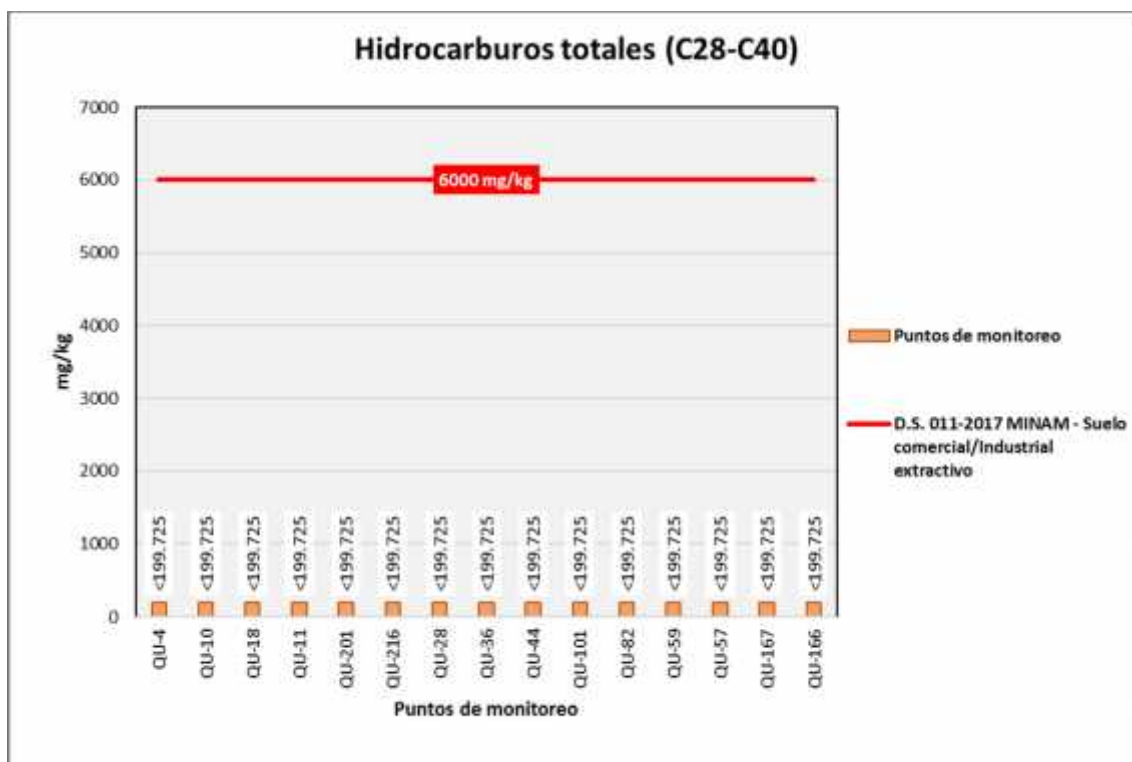
Elaboración: ASILORZA, 2022.

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 parámetro 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.

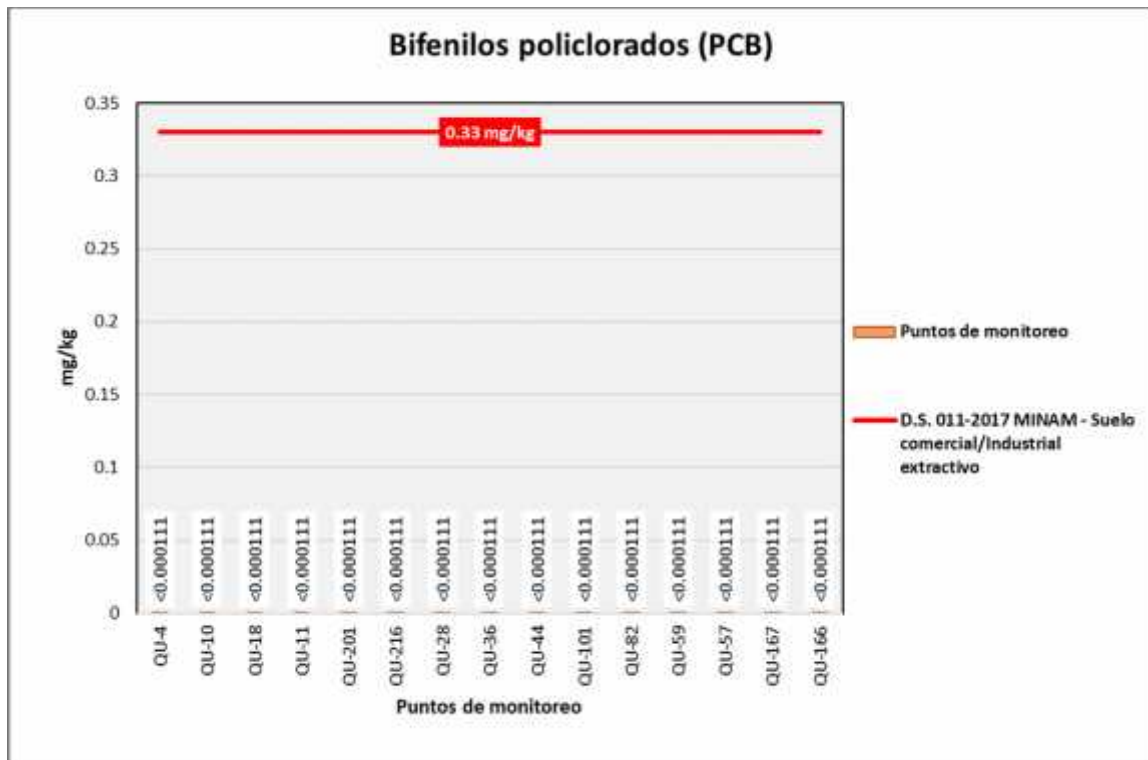
Elaboración: ASILORZA, 2022.

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 (<0.000111 mg/kg MS), pudiendo evidenciarse una ausencia o valores irrelevantes de dicho parámetro 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 = 0.33 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.

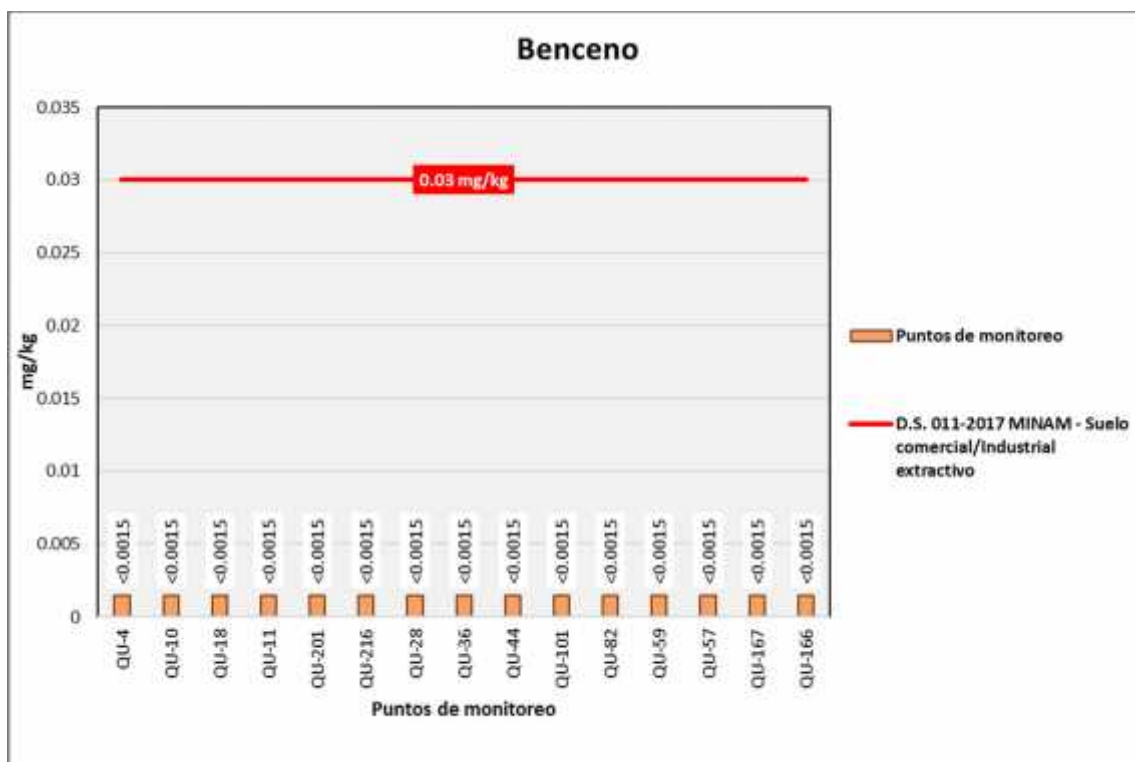
Elaboración: ASILORZA, 2022.

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 (<math>< 0.0015</math> mg/kg MS), pudiendo evidenciarse una ausencia o valores irrelevantes de dicho parámetro 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.

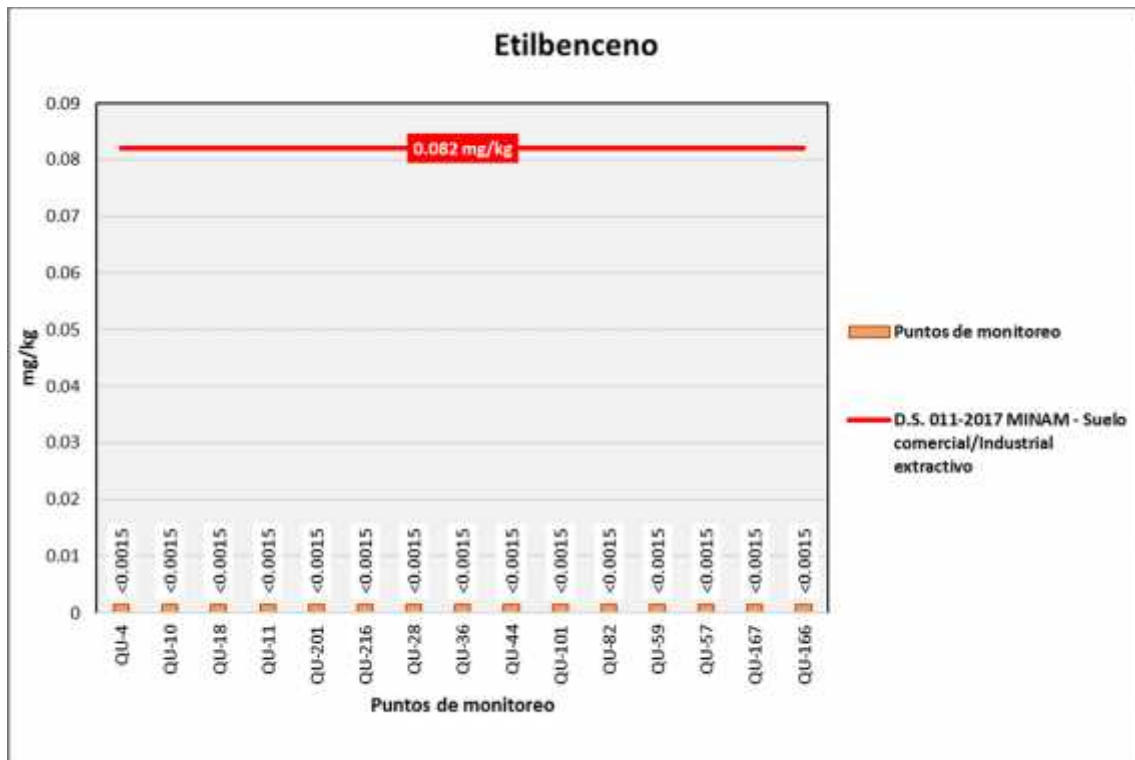
Elaboración: ASILORZA, 2022.

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 (0.0015 mg/kg), pudiendo evidenciarse una ausencia o valores irrelevantes de dicho parámetro 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.

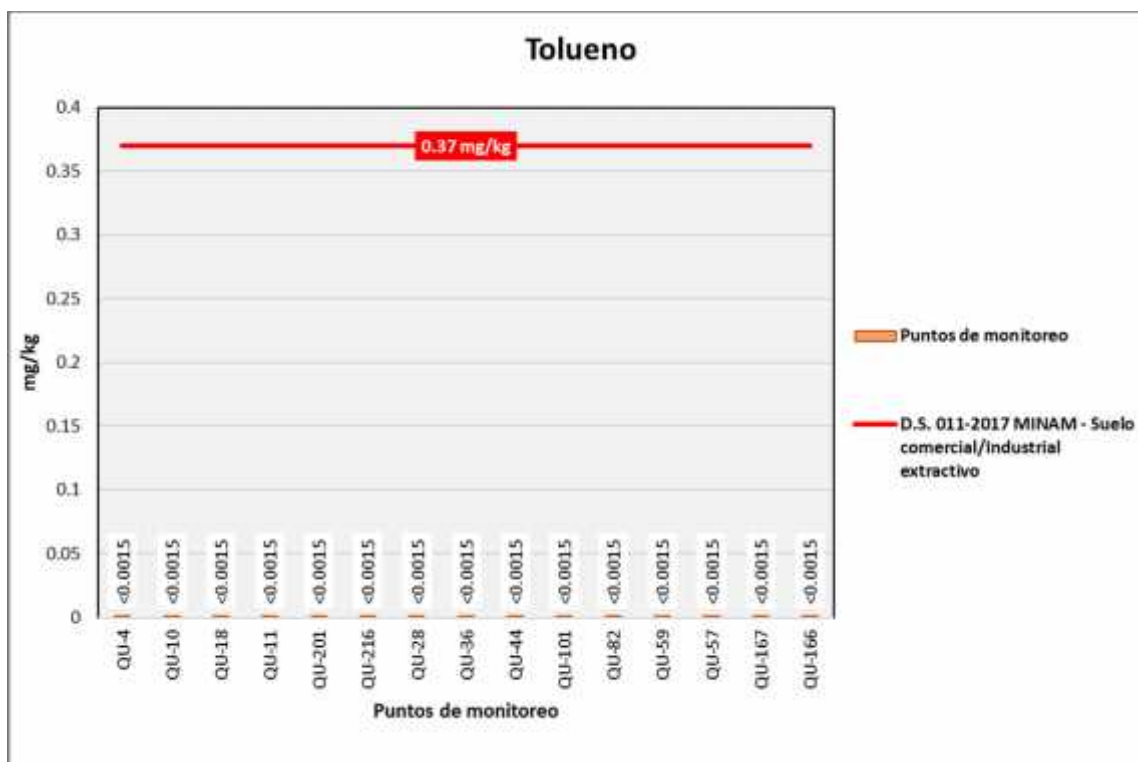
Elaboración: ASILORZA, 2022.

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 (0.0015 mg/kg), pudiendo evidenciarse una ausencia o valores irrelevantes de dicho parámetro 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.

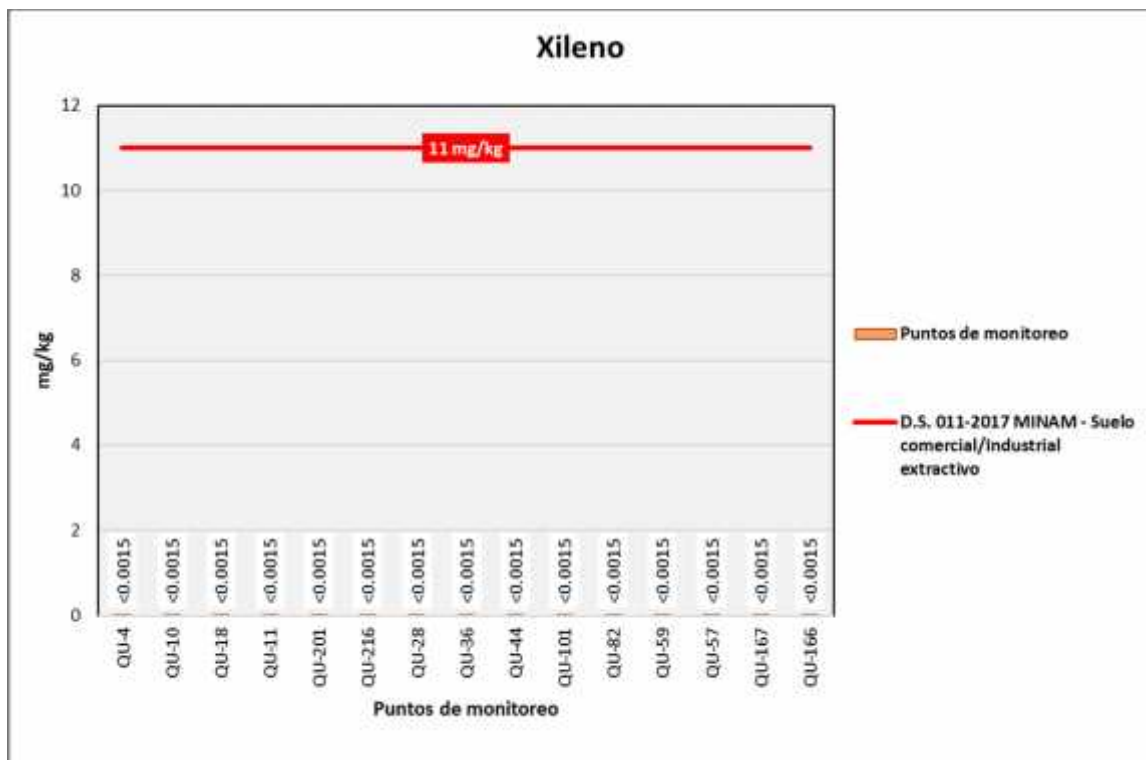
Elaboración: ASILORZA, 2022.

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 (<0.0015 mg/kg), pudiendo evidenciarse una ausencia o valores irrelevantes de dicho parámetro 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.

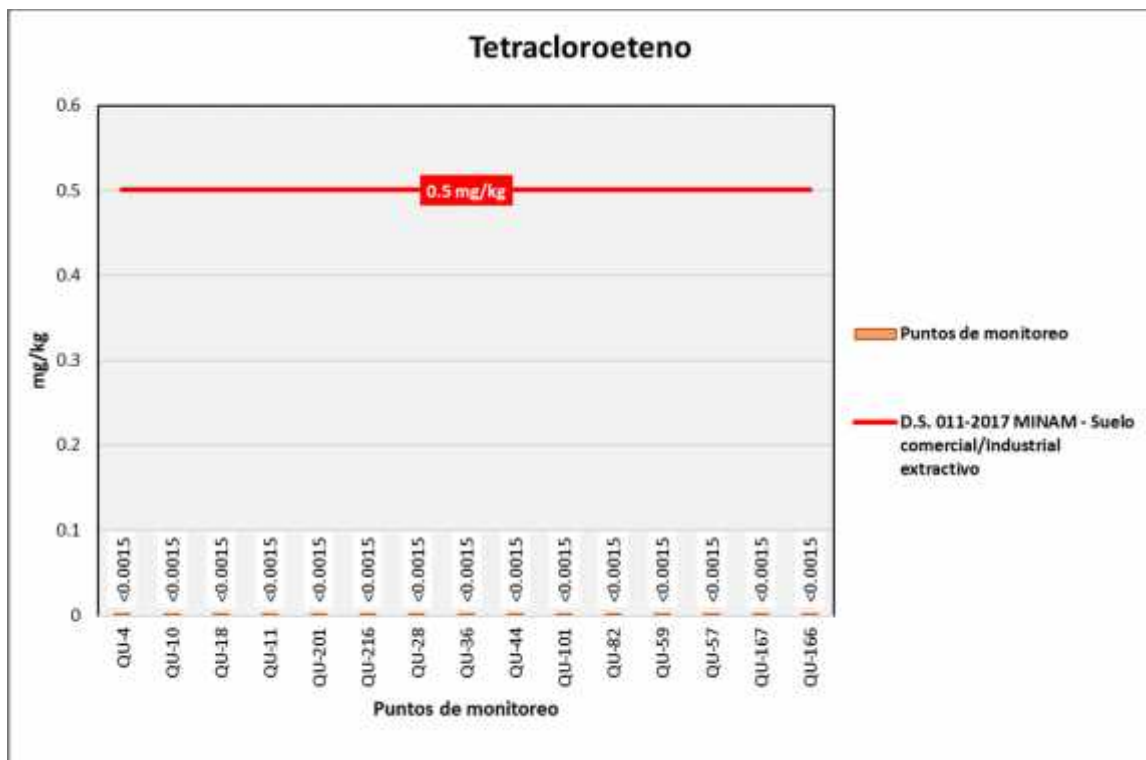
Elaboración: ASILORZA, 2022.

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 (<0.0015 mg/kg), pudiendo evidenciarse una ausencia o valores irrelevantes de dicho parámetro 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.

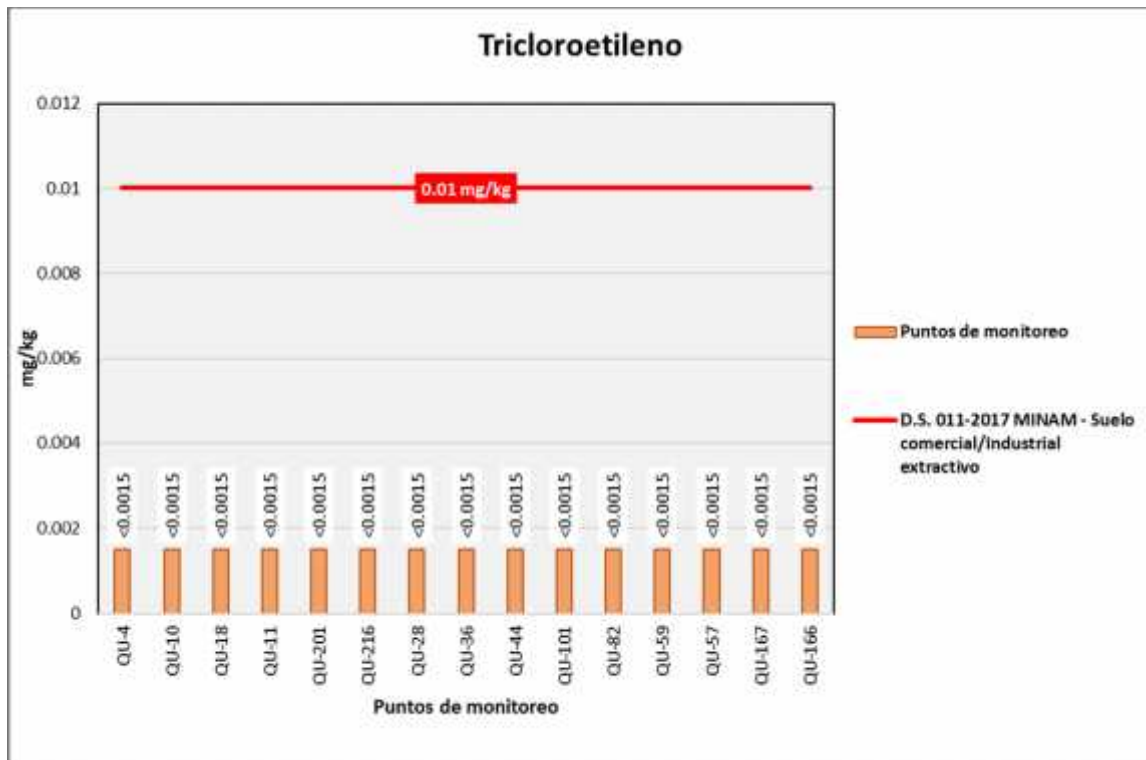
Elaboración: ASILORZA, 2022.

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 (<0.0015 mg/kg), pudiendo evidenciarse una ausencia o valores irrelevantes de dicho parámetro 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.

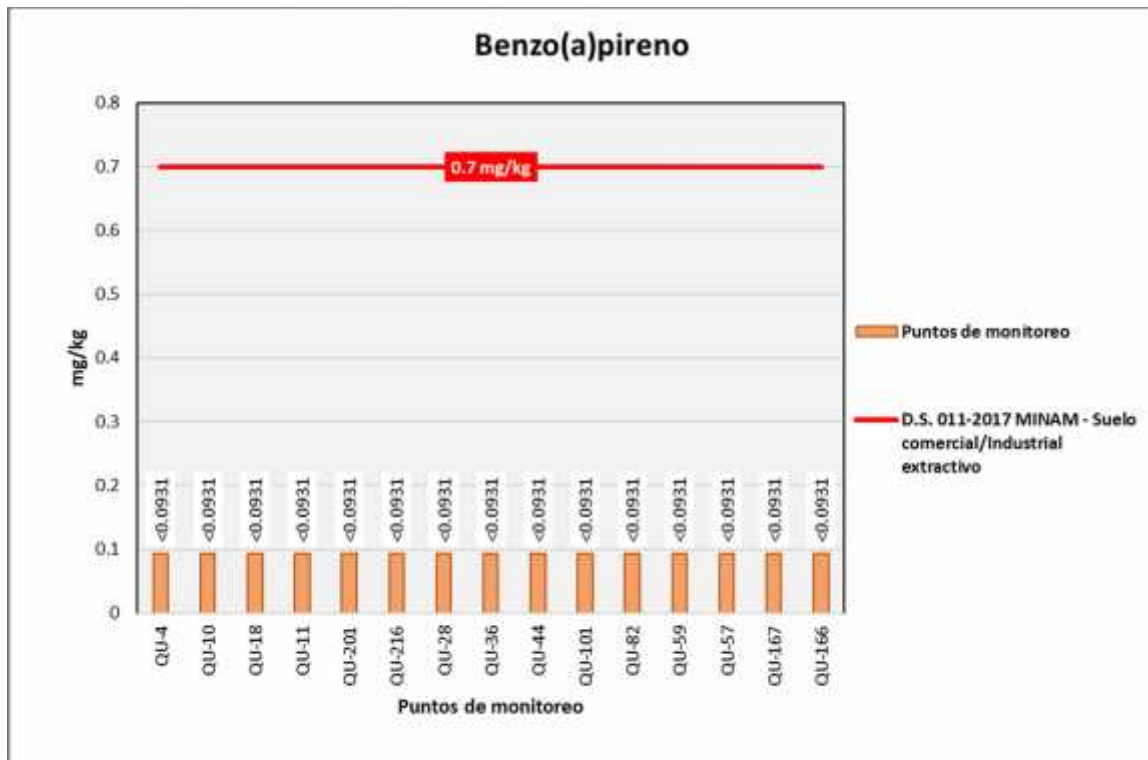
Elaboración: ASILORZA, 2022.

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 (<0.0931 mg/kg), pudiendo evidenciarse una ausencia o valores irrelevantes de dicho parámetro 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.

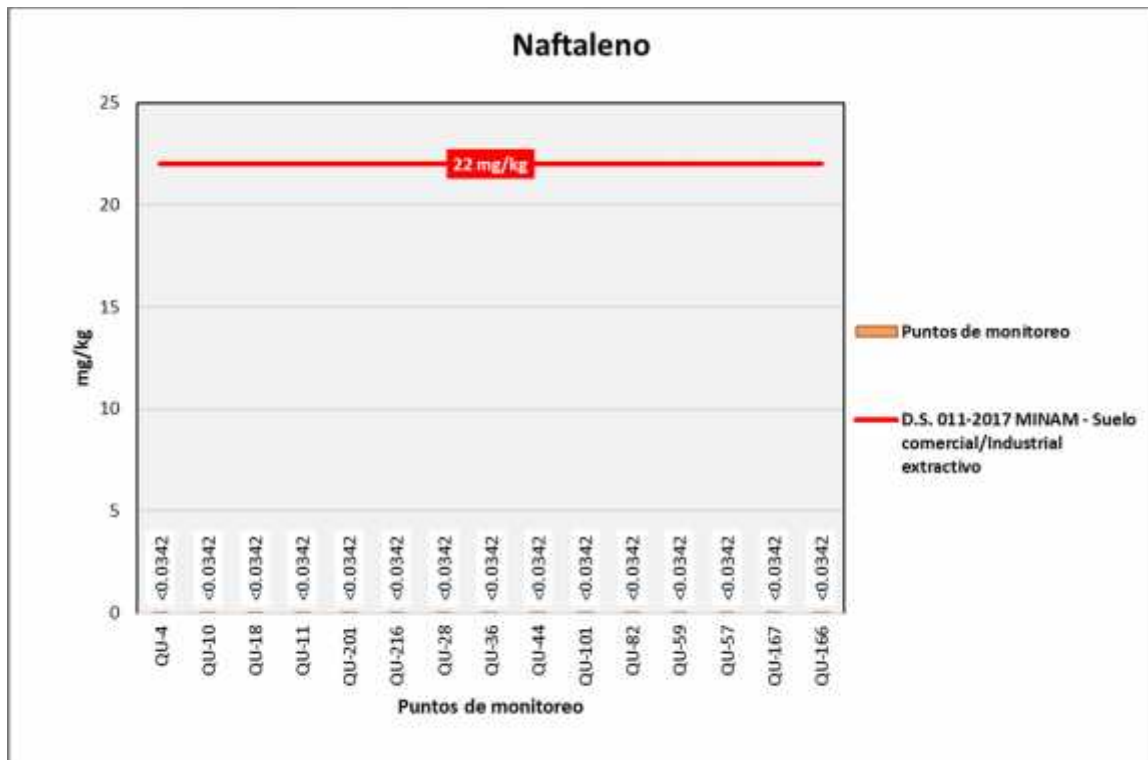
Elaboración: ASILORZA, 2022.

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 (<0.0342 mg/kg), pudiendo evidenciarse una ausencia o valores irrelevantes de dicho parámetro 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.

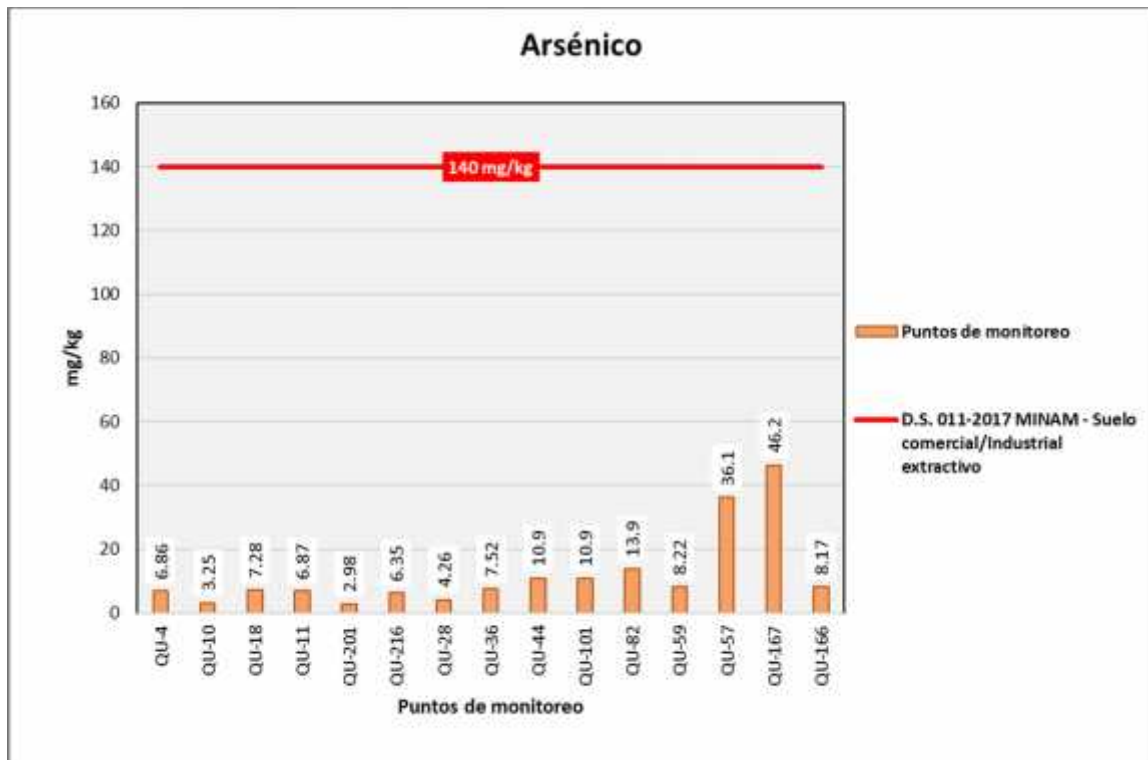
Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.3.2.15 ARSÉNICO

Las concentraciones de Arsénico en los puntos de monitoreo de calidad de suelo se encuentran por debajo de los valores de los ECA para Suelo pudiendo evidenciarse poca presencia o valores irrelevantes de dicho parámetro 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.

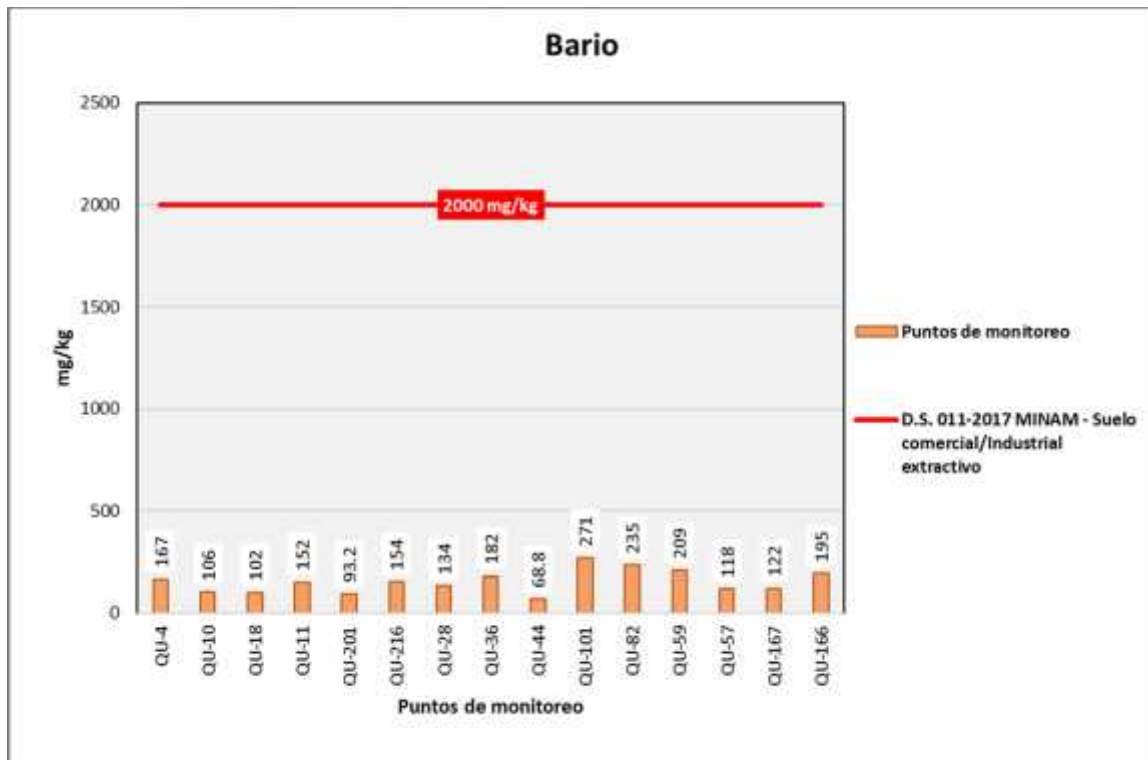
Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.3.2.16 BARIO

Las concentraciones de Bario en los puntos de monitoreo de calidad de suelo se encuentran muy por debajo de los valores de los ECA para Suelo pudiendo evidenciarse poca presencia o valores irrelevantes de dicho parámetro en el componente suelo.

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



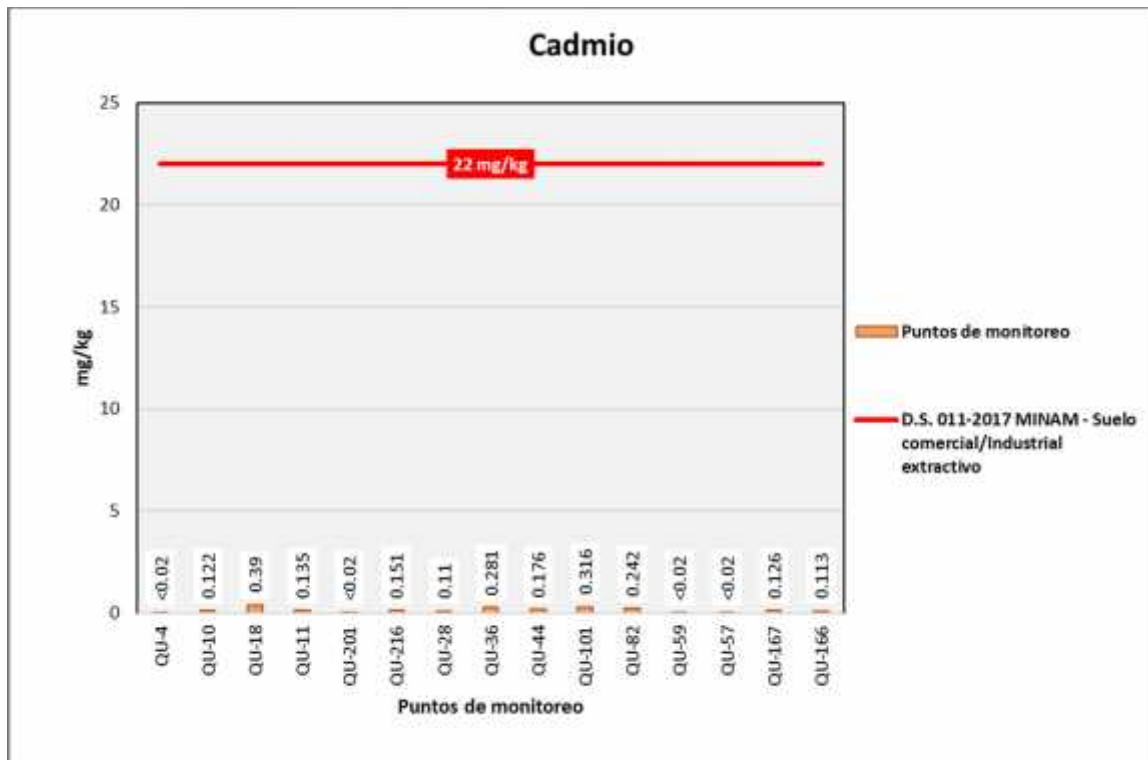
Fuente: CERPER, 2022.

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.

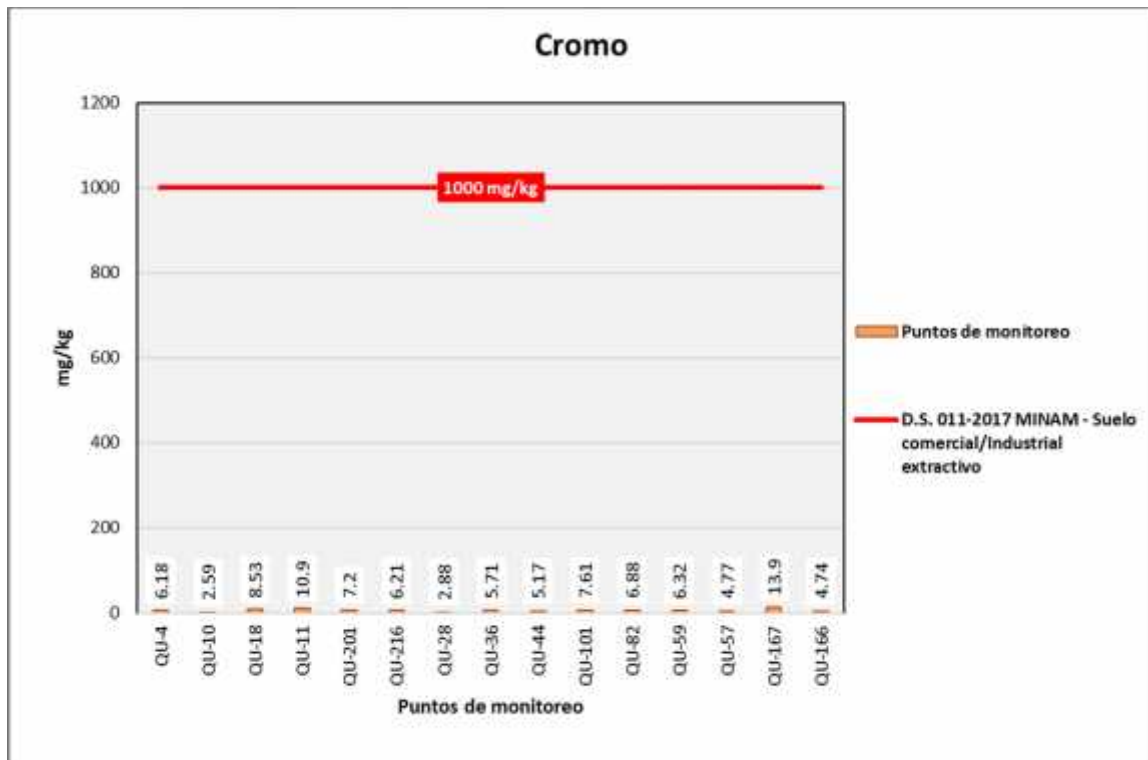
Elaboración: ASILORZA, 2022.

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 parámetro 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.

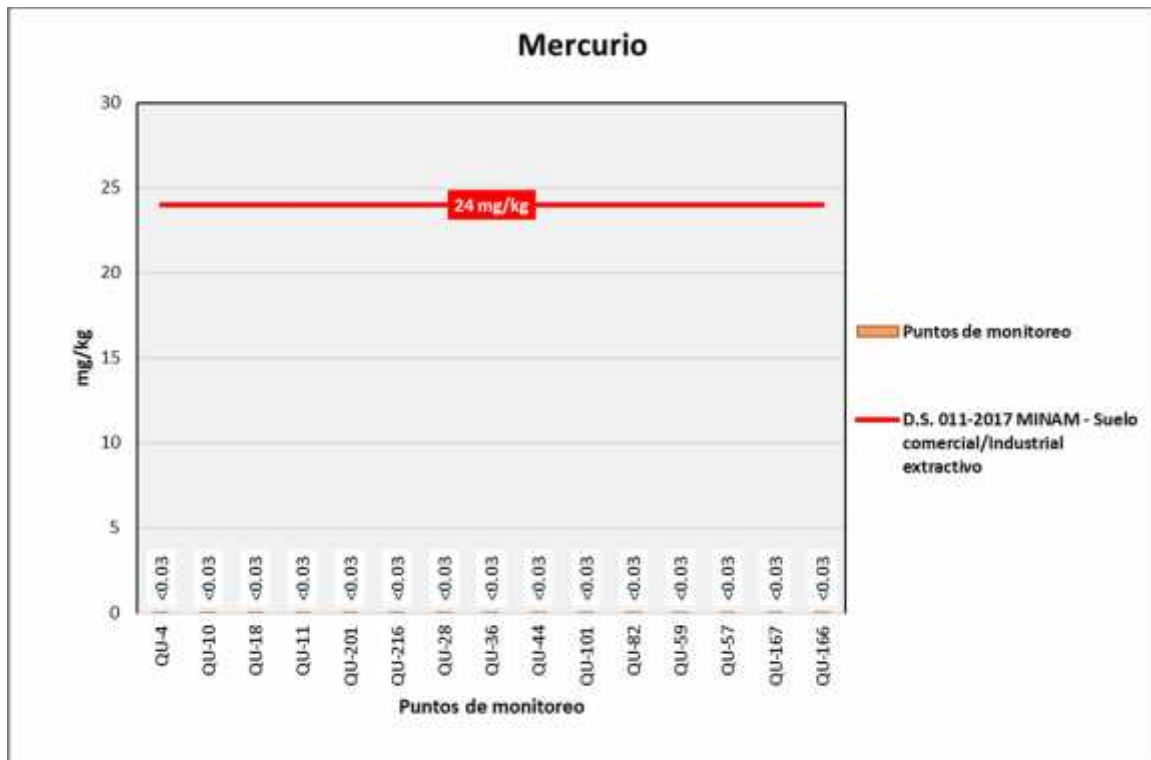
Elaboración: ASILORZA, 2022.

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 parámetro 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.

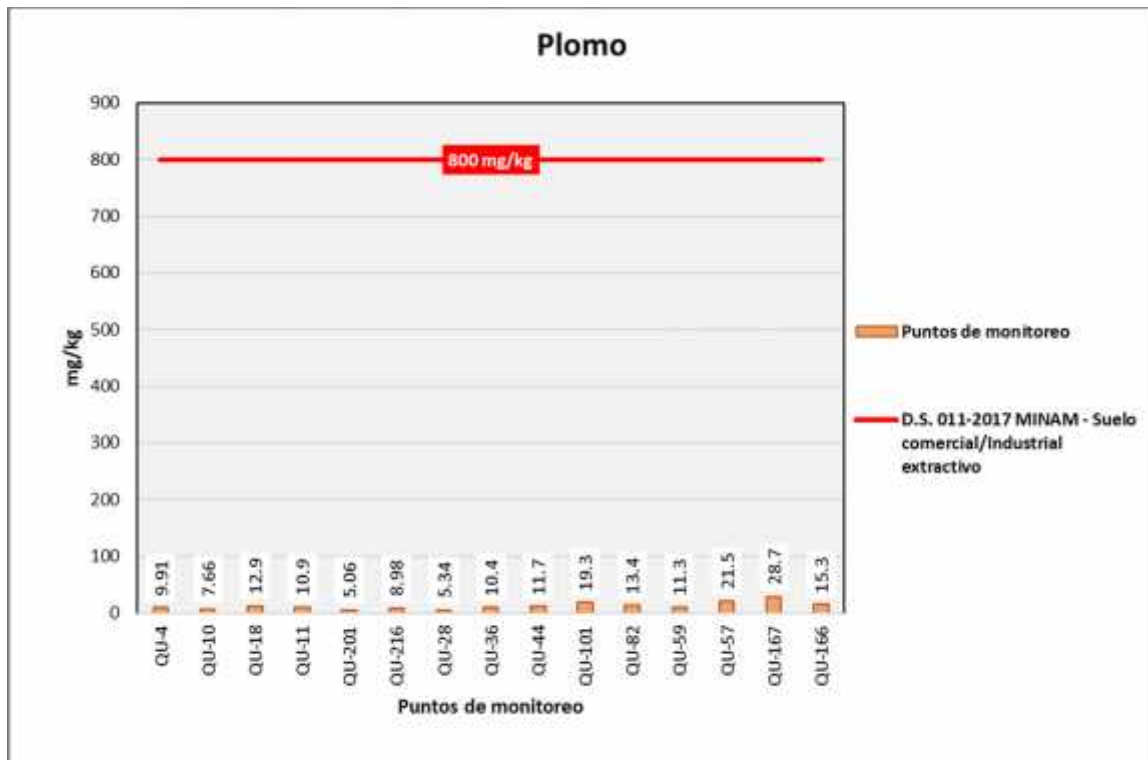
Elaboración: ASILORZA, 2022.

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 parámetro 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 Seca 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 25 de agosto hasta el 10 de septiembre del presente año en un total de doce (11) 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 con 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), Secad 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 4.12. Resultados de Calidad de Aire – Campana 10 Temporada Seca 2022

Punto de Monitoreo	Descripción	Fecha de Muestreo	Informe de ensayo	Resultados de medición						
				PM-10	PM-2,5	CO	NO2	SO2	Plomo (Pb)	Arsénico (As)
				µg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3	µg/m3
Ca - Altarani	Primera medición	27/08/2022	2-02918/22	60,70	10,80	-	-	-	0,002	<0,002
	Segunda medición	28/08/2022	2-02918/22	60,40	12,80	-	-	-	<0,002	<0,002
	Tercera medición	29/08/2022	2-02918/22	45,70	10,80	338,00	7,45	4,17	<0,002	<0,002
Ca - Tala	Primera medición	25/08/2022	2-02917/22	33,40	5,90	-	-	-	0,002	<0,002
	Segunda medición	26/08/2022	2-02917/22	44,80	4,90	-	-	-	<0,002	<0,002
	Tercera medición	27/08/2022	2-02917/22	48,30	6,20	567,00	10,20	7,21	<0,002	<0,002
Ca - Alto Coscore	Primera medición	29/08/2022	2-02919/22	46,90	9,00	-	-	-	0,002	<0,002
	Segunda medición	30/08/2022	2-02919/22	62,20	11,50	-	-	-	0,003	<0,002
	Tercera medición	31/08/2022	2-02919/22	31,20	9,80	338,00	4,54	6,24	0,003	<0,002
Ca - Calientes	Primera medición	31/08/2022	2-03066/22	40,00	10,50	-	-	-	<0,002	<0,002
	Segunda medición	01/09/2022	2-03066/22	28,90	8,04	764,00	22,10	3,95	<0,002	<0,002
	Tercera medición	02/09/2022	2-03066/22	31,50	9,17	-	-	-	<0,002	<0,002
Ca - Cortadera	Primera medición	03/09/2022	2-03067/22	17,50	2,00	-	-	-	<0,002	<0,002
	Segunda medición	04/09/2022	2-03067/22	21,30	<2,00	503,00	4,77	5,89	<0,002	<0,002
	Tercera medición	05/09/2022	2-03067/22	15,60	<2,00	-	-	-	<0,002	<0,002
Ca - Vizcachas	Primera medición	03/09/2022	2-03070/22	18,40	4,58	-	-	-	<0,002	<0,002
	Segunda medición	04/09/2022	2-03070/22	16,30	5,25	373,00	24,40	4,32	<0,002	<0,002
	Tercera medición	05/09/2022	2-03070/22	10,20	4,08	-	-	-	<0,002	<0,002
Chen Chen	Primera medición	25/08/2022	2-02915/22	124,00	18,30	-	-	-	<0,002	<0,002
	Segunda medición	26/08/2022	2-02915/22	108,00	11,50	519,00	74,20	<3,40	<0,002	<0,002
	Tercera medición	27/08/2022	2-02915/22	139,00	18,50	-	-	-	0,005	<0,002

Punto de Monitoreo	Descripción	Fecha de Muestreo	Informe de ensayo	Resultados de medición						
				PM-10	PM-2,5	CO	NO2	SO2	Plomo (Pb)	Arsénico (As)
				µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
San Antonio	Primera medición	29/08/2022	2-02921/22	167,00	48,60	746,00	124,00	<3,40	0,012	<0,002
	Segunda medición	30/08/2022	2-02921/22	144,00	28,60	-	-	-	<0,002	<0,002
	Tercera medición	31/08/2022	2-02921/22	99,30	24,40	-	-	-	<0,002	<0,002
Ca - San Antonio	Primera medición	03/09/2022	2-03068/22	141,00	17,00	-	-	-	<0,002	<0,002
	Segunda medición	04/09/2022	2-03068/22	113,00	11,70	-	-	-	<0,002	<0,002
	Tercera medición	05/09/2022	2-03068/22	116,00	15,10	646,00	45,70	13,10	<0,002	<0,002
E-3	Primera medición	25/08/2022	2-02916/22	50,90	10,20	-	-	-	<0,002	<0,002
	Segunda medición	26/08/2022	2-02916/22	40,50	9,60	-	-	-	<0,002	<0,002
	Tercera medición	27/08/2022	2-02916/22	46,60	5,70	305,00	12,10	3,57	0,002	<0,002
Ca - A - 1 (SE Moquegua)	Primera medición	03/09/2022	2-03069/22	47,90	15,10	-	-	-	<0,002	<0,002
	Segunda medición	04/09/2022	2-03069/22	48,90	11,70	-	-	-	<0,002	<0,002
	Tercera medición	05/09/2022	2-03069/22	54,50	12,50	393,00	10,50	<3,40	<0,002	<0,002
Ca - A - 1 (Ilo)	Primera medición	29/08/2022	2-02920/22	38,20	2,50	-	-	-	<0,002	<0,002
	Segunda medición	30/08/2022	2-02920/22	30,20	<2,00	347,00	3,52	6,37	<0,002	<0,002
	Tercera medición	31/08/2022	2-02920/22	21,80	2,33	-	-	-	<0,002	<0,002
ECA AIRE (Decreto Supremo N°003-2017-MINAM)				100	50	10000	200	250	1.5	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

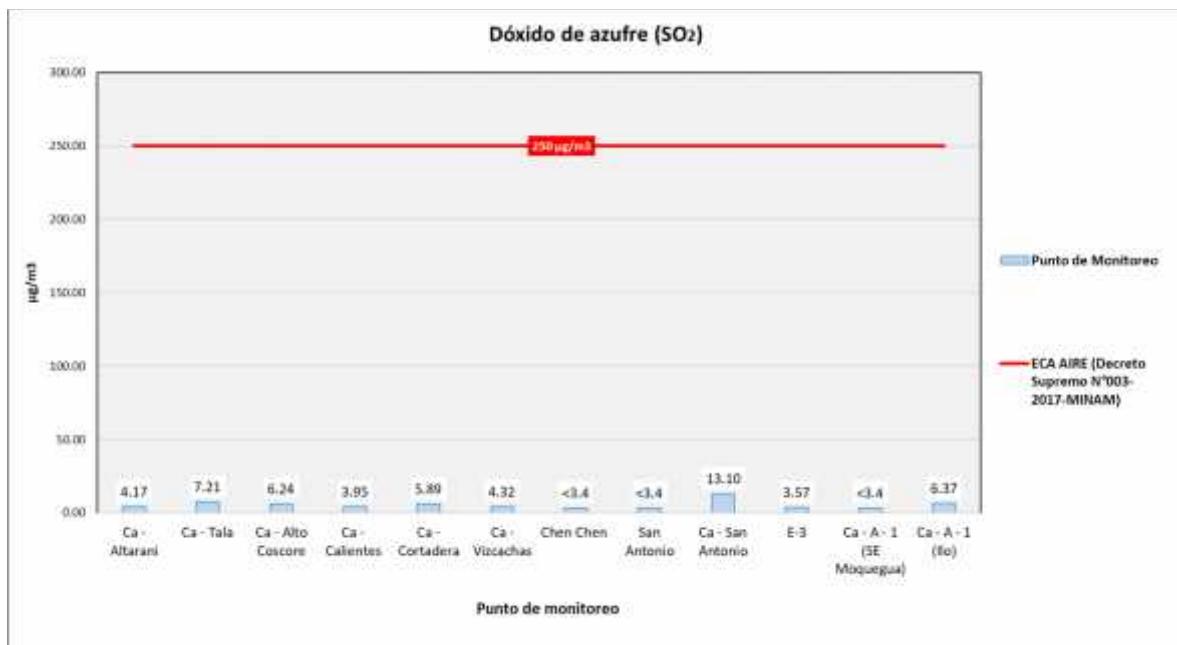
A continuación, en los siguientes gráficos se detalla las concentraciones en los puntos de monitoreo de los distintos elementos atmosféricos evaluados.

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 de los valores de los ECA para Aire pudiendo evidenciarse valores irrelevantes de dicho parámetro 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 parámetro 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)



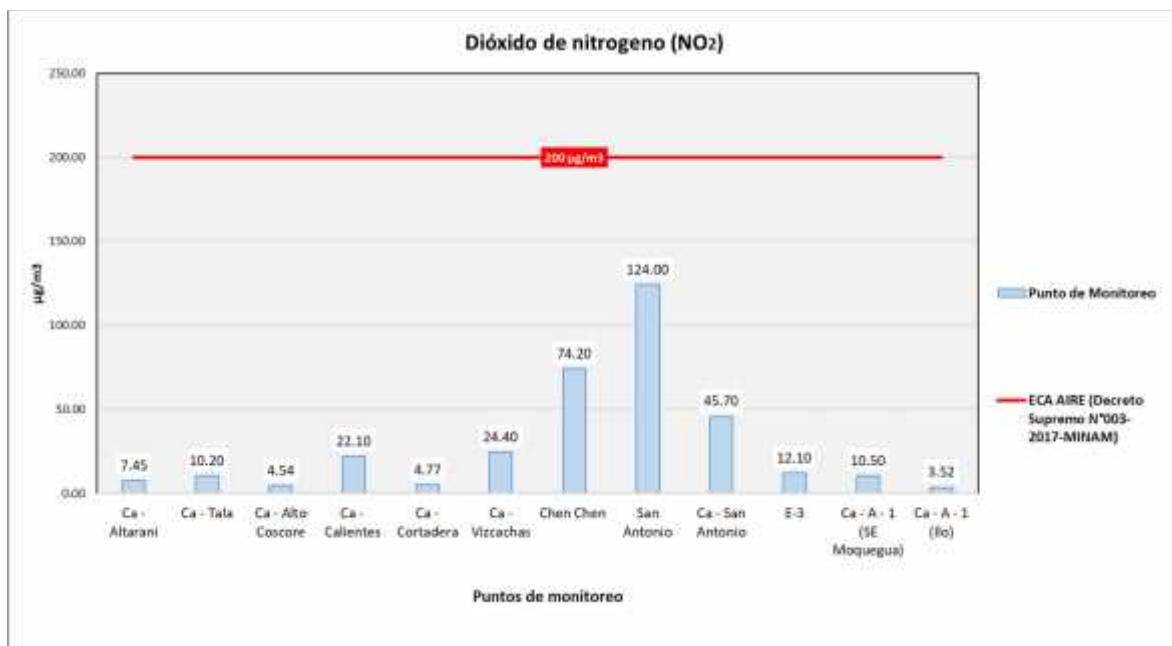
Fuente: CERPER, 2022.

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.

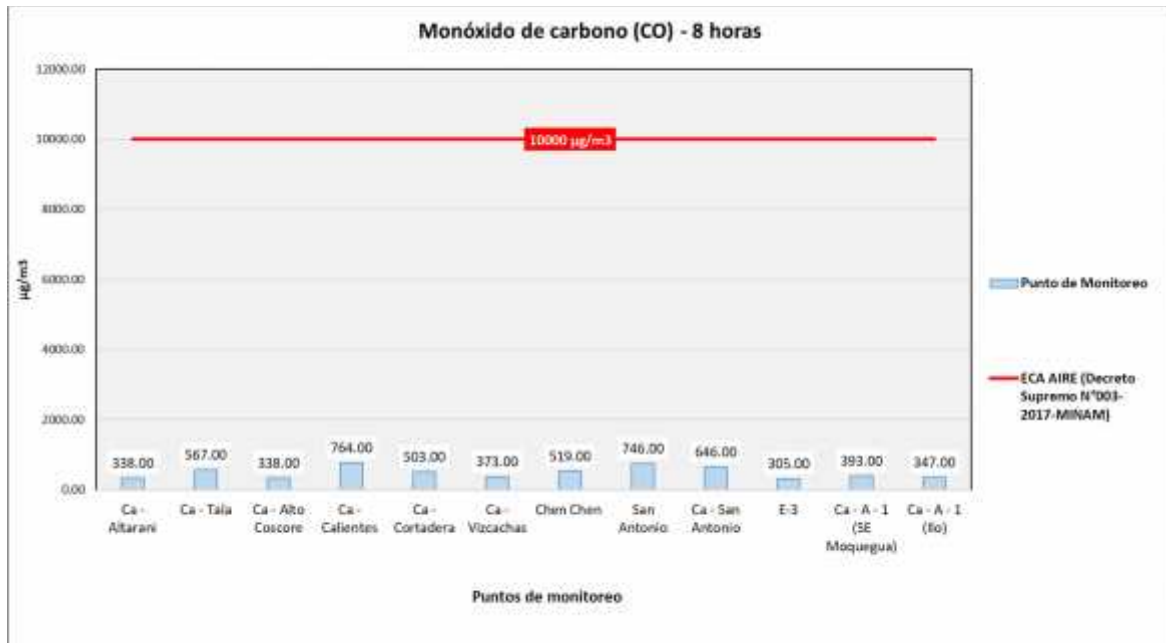
Elaboración: ASILORZA, 2022.

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 debajo del valor establecido en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Aire, pudiendo evidenciarse valores irrelevantes de dicho parámetro 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.

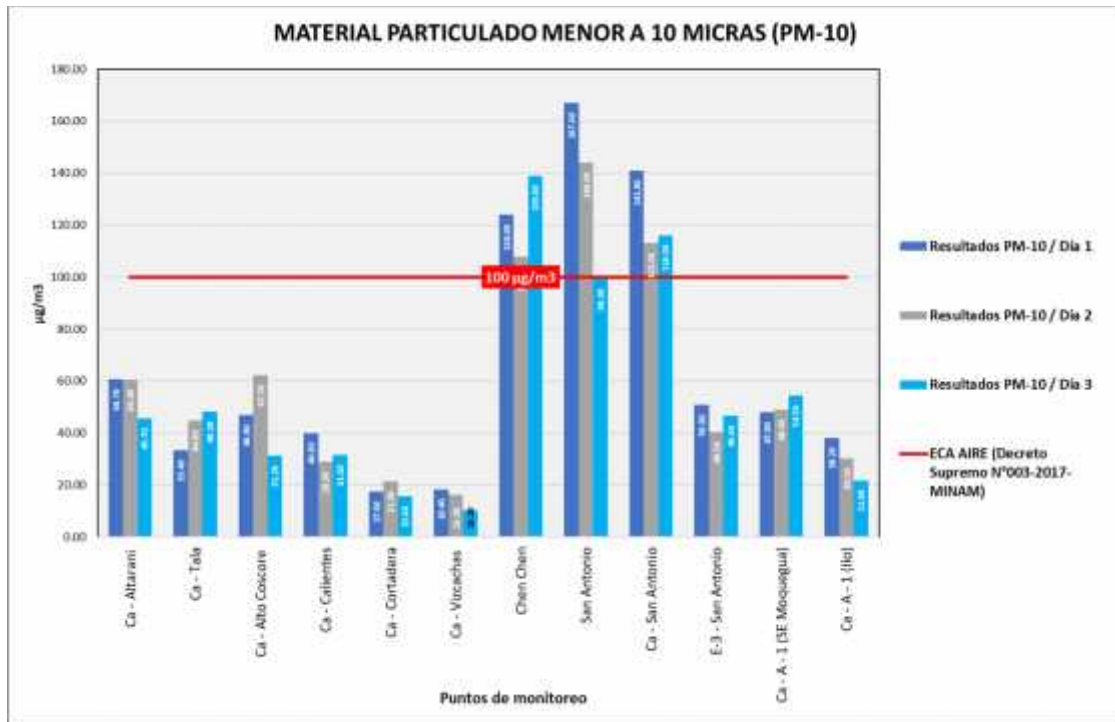
De modo que, las concentraciones de CO en los puntos de monitoreo de calidad de aire dan como resultado que dichos valores se encuentran por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Aire (ECA CO= 10 000 µg/m³), por consiguiente, podemos decir que la presencia de este parámetro en el área de 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.

4.4.2.4 MATERIAL PARTICULADO MENOR A 10 MICRAS (PM-10)

El PM-10 (llamado así por su símbolo) es una de las diversas partículas suspendidas presente en la atmósfera en forma de partículas como 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 atentar en la salud humana y, es principalmente en las grandes ciudades. Dicho parámetro 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 parámetros, 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 alrededor de estos puntos de monitoreo.

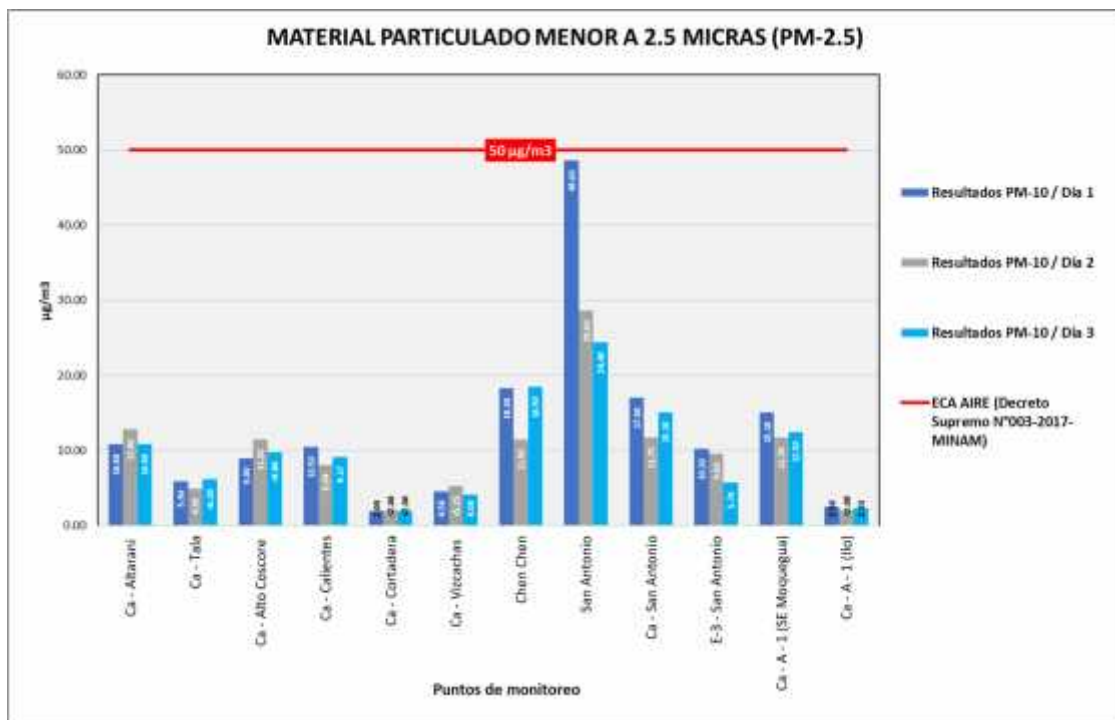
En cuanto a los puntos Ca-A-1 y Ca-A-2, ambos ubicados en el terreno propiedad de AAQ frente a ENGIE en la ciudad de Ilo, estos reflejan valores por debajo de los ECA para aire debido a que, si bien la característica principal del terreno donde se encuentran es arenosa, producto del nulo o poco tránsito que circula en dicho terreno, no hay una dispersión considerable 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 parámetros 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 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 µg/m³), 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 al MAP Campaña N° 10 – Temporada Seca se ha llevado desde el día 25 de agosto al 10 de septiembre 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 once (11) 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 4.13. 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	91.5	40.8	60.9	60.0
R-2	San Antonio	72.1	28.5	47.1	60.0
R-3	Anexo de Calientes	62.8	20.7	36.1	60.0
R-8	Anexo de Tala	70.4	28.6	43.4	60.0
R-10	Comunidad Campesina Chilota	72.4	26.1	41.8	60.0
R-11	Comunidad Campesina Huachunta	69.4	26.1	48.6	60.0
R-7B	Centro Poblado Alto Coscore	70.0	23.9	37.6	60.0
R-7C	Anexo de Calientes	71.7	28.1	41.4	60.0

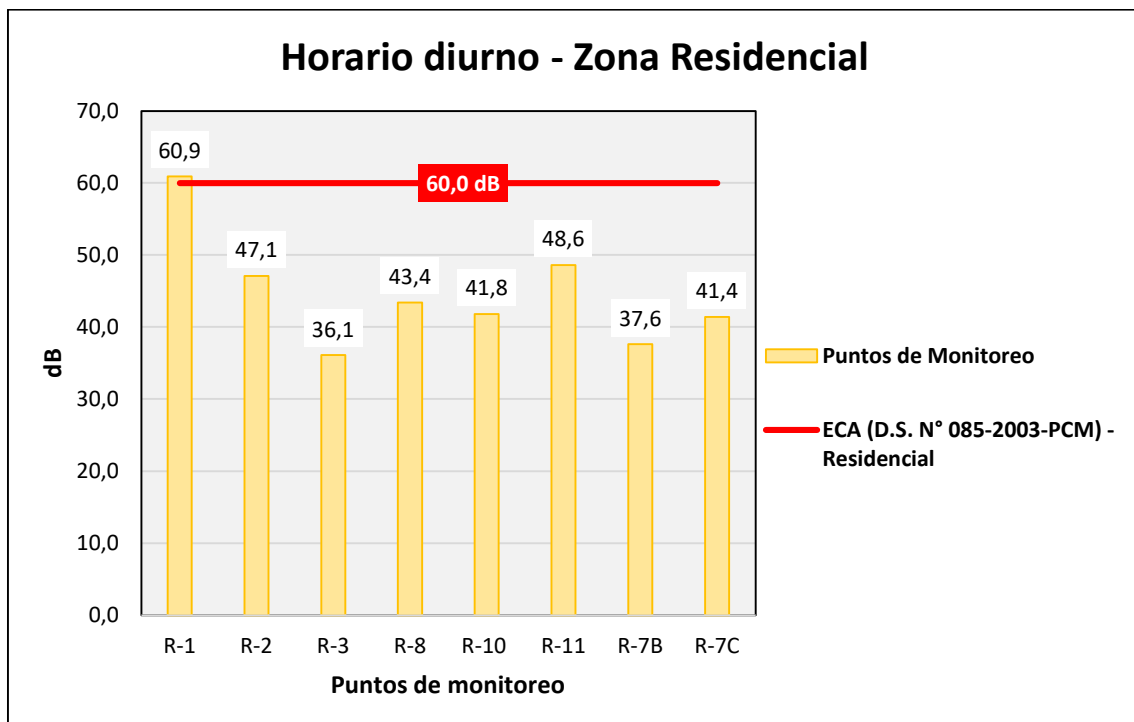
(1) valor para ruido residencial en horario diurno comprendido entre las 07:01 hasta las 22:00.

(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 4.14. 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	81.7	29.0	55.4	50.0
R-2	San Antonio	79.6	27.4	47.4	50.0
R-3	Anexo de Calientes	65.4	20.2	40.6	50.0
R-8	Anexo de Tala	66.3	28.9	40.2	50.0
R-10	Comunidad Campesina Chilota	54.9	25.9	33.1	50.0
R-11	Comunidad Campesina Huachunta	54.5	26.0	28.1	50.0
R-7B	Centro Poblado Alto Coscore	64.8	22.7	35.1	50.0
R-7C	Anexo de Calientes	65.3	30.4	40.4	50.0

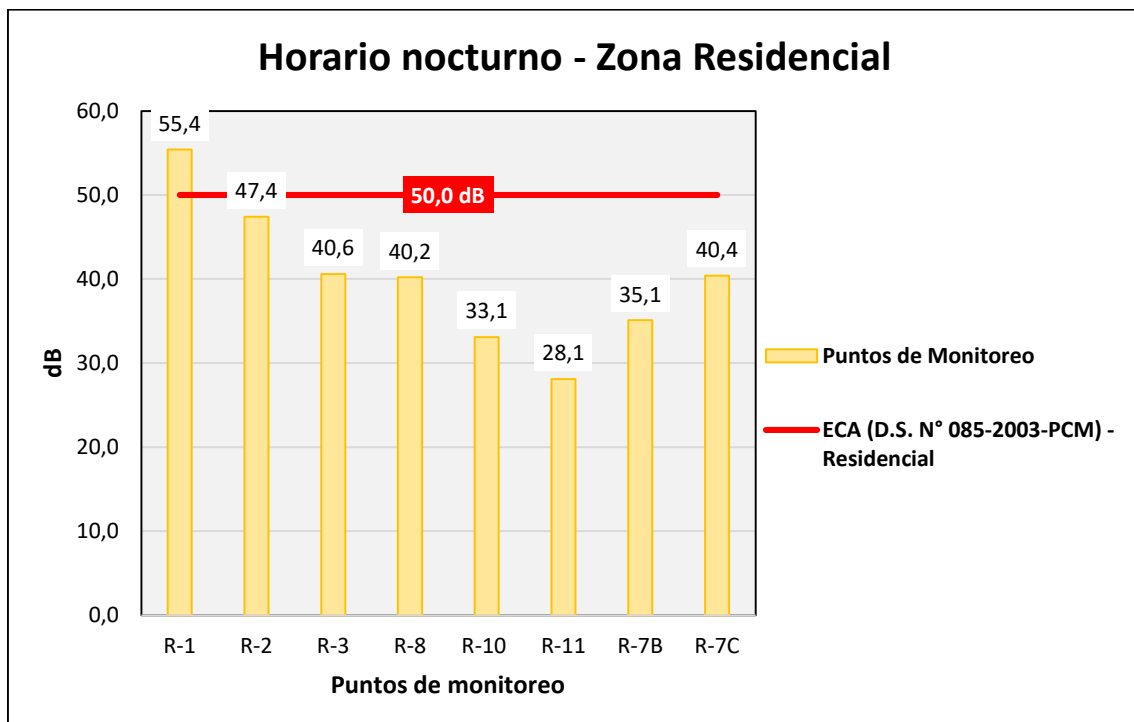
(1) valor para ruido residencial en horario diurno comprendido entre las 07:01 hasta las 22:00.

(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 4.15. 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	83.1	41.6	59.8	70.0
R-5	San Antonio	84.8	34.7	57.6	70.0

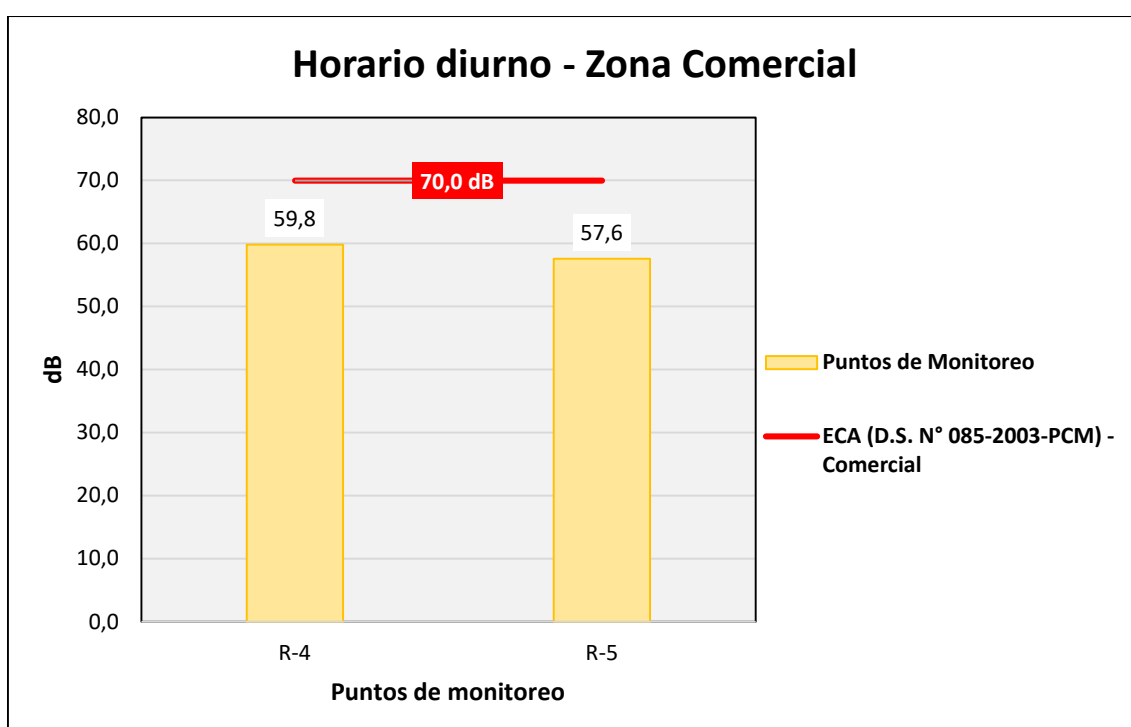
(1) valor para ruido residencial en horario diurno comprendido entre las 07:01 hasta las 22:00.

(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 4.16. 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	81.9	30.5	53.7	60.0
R-5	San Antonio	78.3	34.6	56.9	60.0

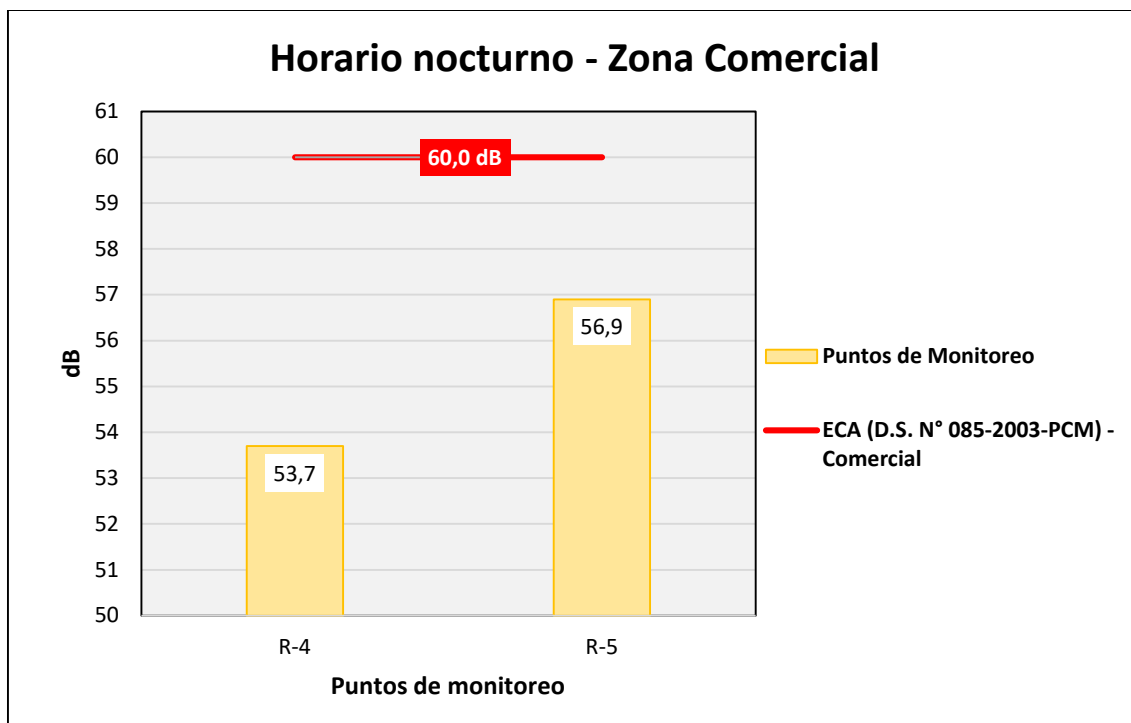
(1) valor para ruido residencial en horario diurno comprendido entre las 07:01 hasta las 22:00.

(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 4.17. 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	76.1	40.5	48.5	80.0

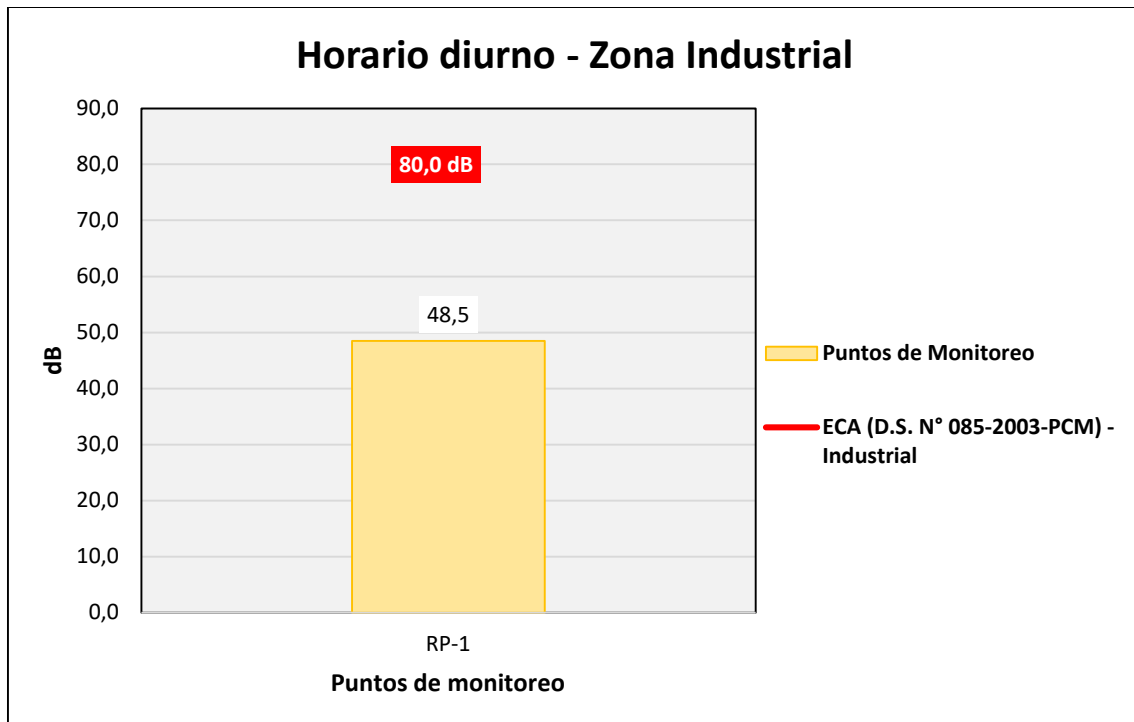
(1) valor para ruido residencial en horario diurno comprendido entre las 07:01 hasta las 22:00.

(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 4.18. 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	64.3	39.8	47.4	70.0

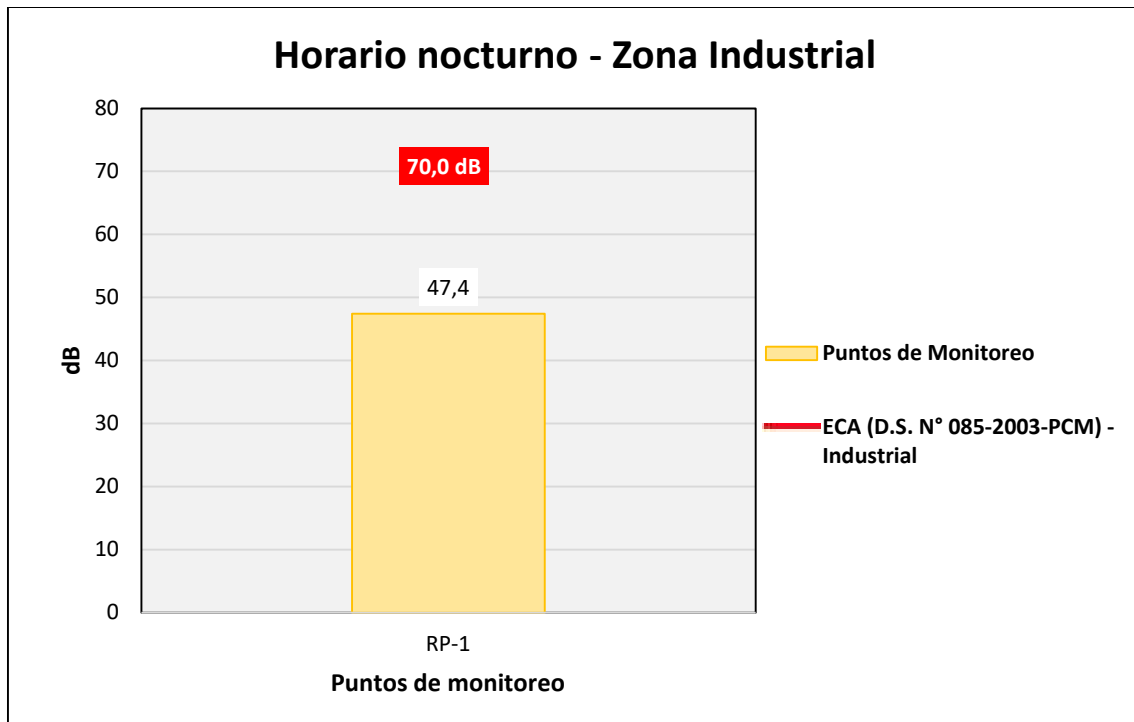
(1) valor para ruido residencial en horario diurno comprendido entre las 07:01 hasta las 22:00.

(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.

Sin embargo, observamos para el punto de monitoreo R-1, el cual tiene una zonificación residencial, valores tanto para horario diurno como horario nocturno que se encuentran superando ligeramente el valor establecido en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido, pudiendo tener su origen al contexto donde se encuentra ubicado, el mismo que, durante la evaluación en campo se apreció actividades constructivas ajenas al proyecto, así como se encuentran cerca de una vía de tránsito de vehículos particulares y de transporte pesado.

Fotografía 5.1. Presencia de actividades constructivas cerca de los puntos de monitoreo



Fuente: Trabajo de Campo MAP 10 TS 2022.

Fotografía 5.2. Cercanía de importante vía nacional



Fuente: Trabajo de Campo MAP 10 TS 2022.

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 4.19. 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

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 4.20. 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			

Puntos de Monitoreo	Resultado de Aw (m/s ²)	En base a la Norma ISO 2631-1 ⁽¹⁾		
		Valor de Aw	Nivel de Percepción	Efecto al cuerpo receptor
R-4	<0.0000001			
R-5	<0.0000001			
R-1	<0.0000001			
R-2	<0.0000001			
R-3	<0.0000001			
RP-1	<0.0000001			

Aw: Aceleración ponderada de la frecuencia expresada en m/s².

"<": 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/s²) y su respectiva transformación en nivel de aceleración en dB (referencia 10⁻⁶ m/s²), descritas mediante nivel global de una frecuencia de 80 Hz.

Cuadro 4.21. Conversión de la aceleración expresada en unidades dB - Campaña 10 Temporada Seca

Puntos de Monitoreo	Resultado de Aw (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

Aw: Aceleración ponderada de la frecuencia expresada en m/s².

L_{a,w}: Aceleración expresado en dB, con referencia a 10⁻⁶ m/s²

"<": Valor obtenido por debajo del límite de detección del método.

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Cuadro 4.22. Resultados de la aceleración (m/s²) referencial - Campaña 10 Temporada Seca

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

L_{a,w}: Aceleración expresado en dB, con referencia a 10⁻⁶ m/s²

(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 once 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 con 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 m/s², 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

El Monitoreo de Radiaciones correspondientes al MAP Campaña N° 10 Temporada Seca fue llevado a cabo entre los días 25 de agosto y 10 de septiembre del presente año, realizándose un total de 03 puntos de monitoreo.

4.7.1 UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO

La ubicación de los puntos de monitoreo en la evaluación de radiaciones corresponde 03 puntos de monitoreo, por lo que, dichas evaluaciones, tal como se puede apreciar en el cuadro líneas abajo.

Cuadro 4.23. Ubicación de los puntos de monitoreo – Radiaciones no ionizantes

Puntos de monitoreo RNI	Coordenadas UTM Datum WGS84 – Zona 19 L	
	Este	Norte
R-1	291870	8095718
R-2	293760	8094375
R-3	315179	8104166

Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.7.2 RESULTADOS DE LA MEDICIÓN DE RADIACIONES NO IONIZANTES

A continuación, en el siguiente cuadro se detalla los resultados obtenidos de los puntos de monitoreo de radiaciones no ionizantes.

Cuadro 4.24. Resultados de la medición de radiaciones no ionizantes

Puntos de Monitoreo	Fecha de muestreo	Hora de muestreo		Parámetros de medición		
		Inicio	Final	E	H	B
				V/m	A/m	μT
R-1	26/08/2022	14:00	14:12	2.300	0.003	0.004
R-2	26/08/2022	13:00	13:12	7.350	0.004	0.006
R-3	31/08/2022	10:30	10:42	1.170	0.002	0.002
ECA ⁽¹⁾				4,167	67.7	83.3

(1) Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Radiaciones No Ionizantes aprobados mediante Decreto Supremo N°010-2005-PCM.

E: Intensidad de Campo Eléctrico

H: Intensidad de Campo Magnético

B: Densidad de Flujo Magnético

Elaboración: ASILORZA, 2022.

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 el P-11 (ingreso del Túnel del río Asana) y P-12, a la salida del río Vizcachas (VIZ-2) y en el río Tumilaca (TUM-4), también se tomaron blancos viajeros, los cuales son tomados aleatoriamente, cumpliendo el procedimiento de cada laboratorio acreditado. Se precisa que, los duplicados tomados, son los puntos más importantes y de interés de la población.

5.1.1 CUENCAS 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

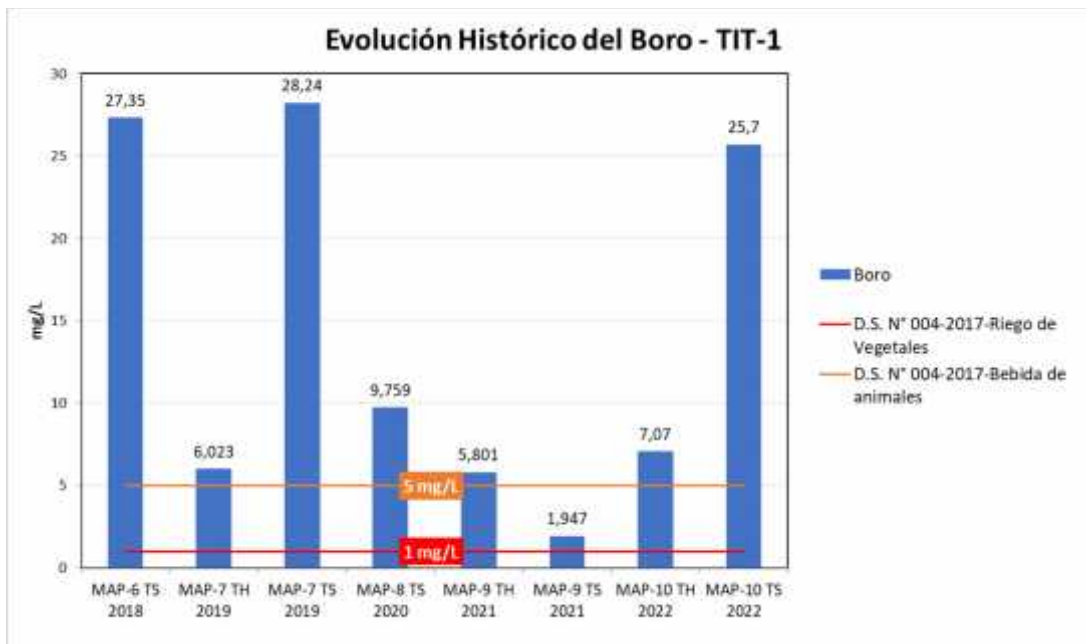
Cuerpo de Agua	Punto de Monitoreo	Parámetros Evaluados			Observaciones
		Sí cumplen ECA	No cumplen ECA	Total	
Río Vizcachas	PGB-1	60	4	64	pH, Sulfato, Boro, Manganeso
	QLVIZ-8	64	-	64	
	VIZ-1	64	-	64	
	VIZ-2	64	-	64	

Cuerpo de Agua	Punto de Monitoreo	Parámetros Evaluados			Observaciones
		Sí cumplen ECA	No cumplen ECA	Total	
Río Titire	TIT-1	54	10	64	Conductividad, pH, Aluminio, Arsénico, Boro, Cadmio, Cobre, Hierro, Litio, Manganeseo
Río Chilota	CHL-8	64	-	64	
	CHL-4	64	-	64	
Río Chincune	QLCHR-01	63	1	64	pH
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, Cobre, Litio y Manganeseo, tal como se registra desde la línea base y se viene dando en las anteriores campañas.

Figura 5.1. Evolución Histórica del parámetro boro – Punto TIT-1 (río Titire)



Elaboración: ASILORZA, 2022.

En las siguientes fotografías se puede visualizar la coloración típica que presenta el río Titire producto de la fuerte influencia que recibe de las zonas termales que se encuentran cerca a la zona, lo cual también incrementa concentraciones de parámetros como Boro, Manganeseo, entre otros.

Fotografía 5.3. Vista del río Titire durante el MAP TS 2022



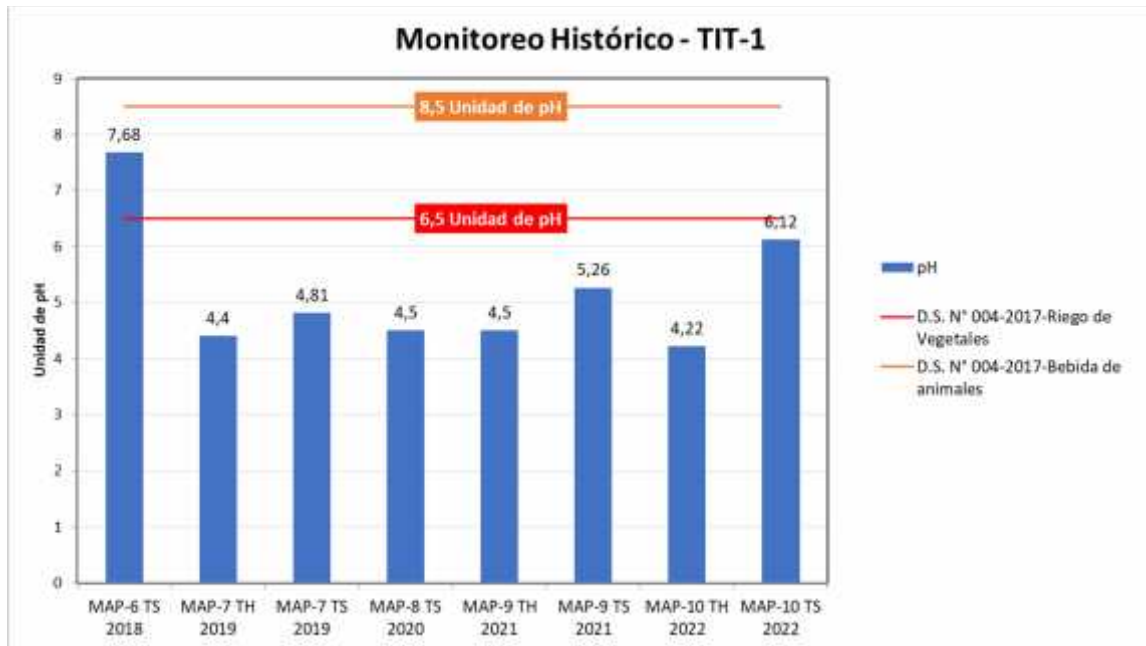
Fuente: Trabajo de Campo MAP 10 TS 2022.

Fotografía 5.4. Vista del río Titire durante el MAP TS 2022



Fuente: Trabajo de Campo MAP 10 TS 2022.

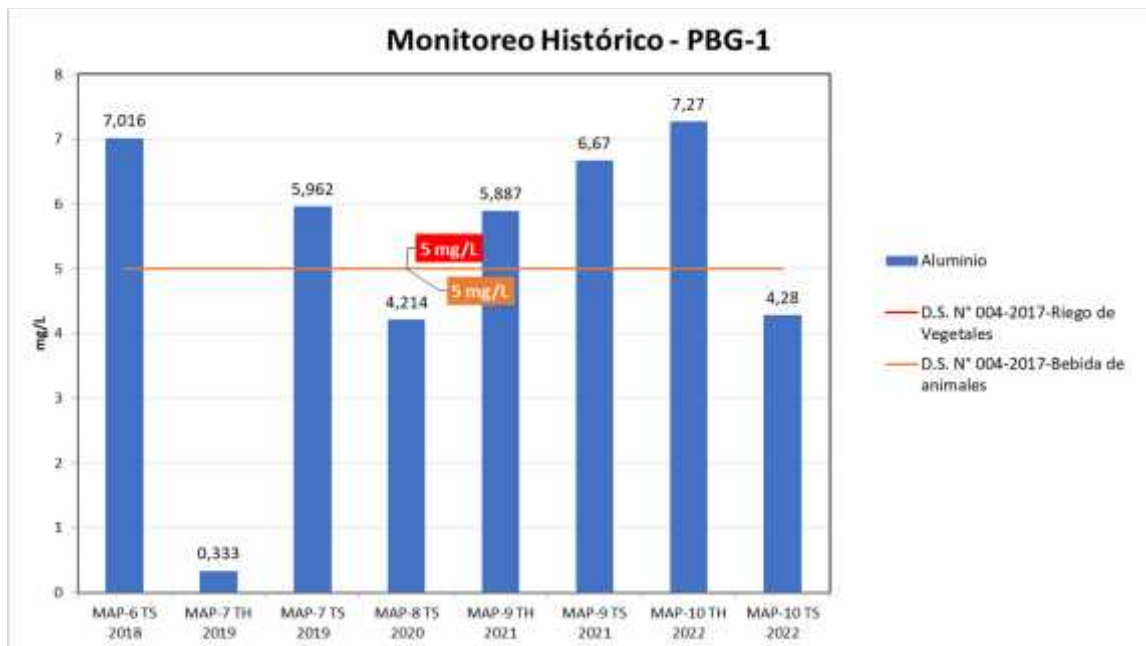
Figura 5.2. Evolución Histórica del parámetro pH – Punto TIT-1 (río Titire)



Elaboración: ASILORZA, 2022.

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.

Figura 5.3. Evolución Histórica del parámetro Aluminio – Punto PGB-1 (río Vizcacha)



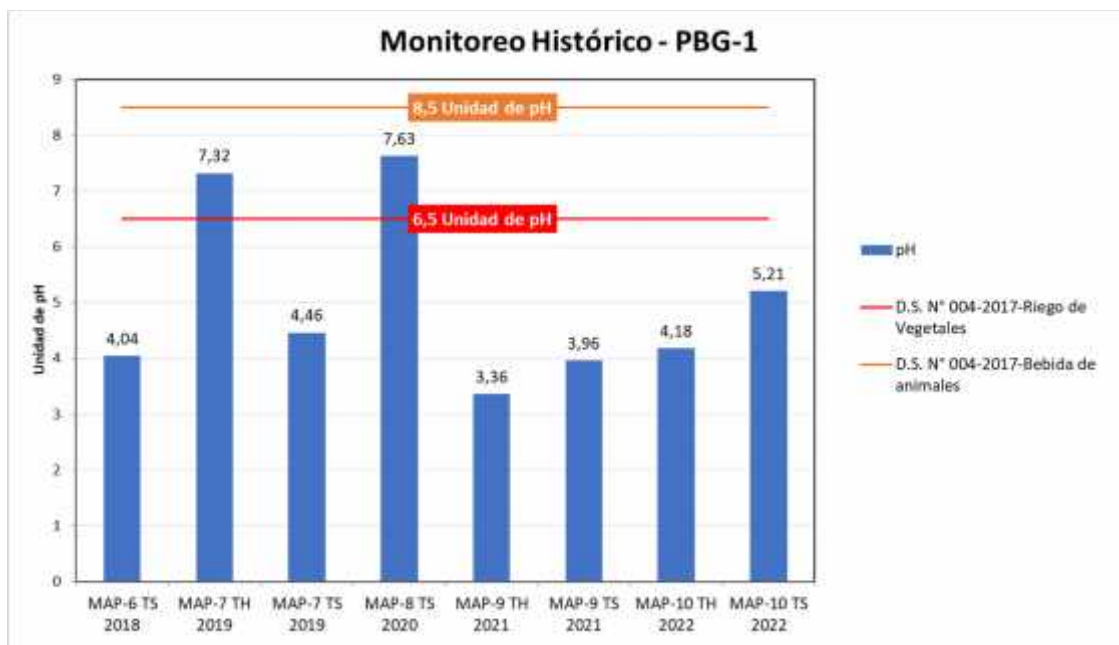
Elaboración: ASILORZA, 2022.

Fotografía 5.5. Vista del río Vizcachas en el punto PGB-1 durante el MAP TS 2022



Fuente: Trabajo de Campo MAP 10 TS 2022.

Figura 5.4. Evolución Histórica del parámetro pH – Punto PGB-1 (río Vizcacha)



Elaboración: ASILORZA, 2022.

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.

5.1.2 CUENCAS DE OPERACIONES Y ZONA DE MOQUEGUA

En la zona de operaciones del Proyecto Minero Quellaveco se ha realizado la evaluación de calidad de agua en un total de 23 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	-	64	pH, Aluminio, Manganeseo
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	
	TUM-4	64	-	64	
	13172RTumi	64	-	64	
Río Huancanane	CAP-2	62	2	64	pH, fluoruros,
	CAP-3	63	1	64	Fluoruros

Cuerpo de Agua	Punto de Monitoreo	Parámetros Evaluados			Observaciones
		Sí cumplen ECA	No cumplen ECA	Total	
Río Moquegua	MQ-3	62	2	64	Coliformes Termotolerantes, Escherichia coli
	13172RMoque1	62	2	64	Coliformes Termotolerantes, Escherichia coli
	13172RMoque2	62	2	64	Coliformes Termotolerantes, Escherichia coli
Río Osmore	13172Rosmo1	61	3	64	pH, Coliformes Termotolerantes, Escherichia coli

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.

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 parámetros (residuos) en los cuerpos de agua, siendo sumideros de parámetros 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.

No obstante, se puede observar en algunos de los resultados obtenidos la presencia de valores elevados de arsénico en sedimentos, esto puede tener su origen dado que estos ríos reciban una influencia por las zonas mineralizadas por la constante erosión de los ríos y/o quebradas en las laderas o cerros con presencia de estos elementos (cobre, molibdeno, arsénico, entre otros), haciendo que las concentraciones de sedimentos del fondo de los ríos se vean incrementados.

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

De los resultados obtenidos en la evaluación de calidad de aire se ha visualizado que los parámetros como dióxido de azufre (SO_2), monóxido de carbono (CO) y dióxido de nitrógeno (NO_2) se encuentran por debajo de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Aire aprobados mediante Decreto Supremo N°003-2017-MINAM.

Caso contrario con los resultados obtenidos para los parámetros de material particulado menor a 10 micras (PM-10) y 2.5 micras (PM-2.5), en los cuales se ha podido visualizar que en los puntos de monitoreo tales como Chen Chen, Ca-San Antonio y San Antonio se han obtenido resultados por encima de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Aire aprobados mediante Decreto Supremo N°003-2017-MINAM, pudiendo tener su origen a que estos puntos de

monitoreo se encuentran cercano a una vía nacional, la cual es una importante vía donde transitan vehículos particulares y pesados ajenos al proyecto.

Asimismo, se debe tener en cuenta que para estos resultados hay la existencia de un creciente parque automotor que recibe la ciudad de Moquegua, así como la reactivación de ciertas actividades posterior al levantamiento de las medidas sanitarias ante el COVID-19.

Fotografía 5.6. Contexto de la ubicación de los puntos en la ciudad de Moquegua



Fuente: Trabajo de Campo MAP 10 TS 2022.

Fotografía 5.7. Presencia de actividades constructivas cerca de los puntos de monitoreo



Fuente: Trabajo de Campo MAP 10 TS 2022.

Fotografía 5.8. Cercanía de importante vía nacional



Fuente: Trabajo de Campo MAP 10 TS 2022.

5.5 RUIDO AMBIENTAL 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 Hua chunta y R-10 Chilota), comercial (R-4 y R-5) e Industrial (RP-1).

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.

Fotografía 5.9. Cercanía de importante vía nacional



Fuente: Trabajo de Campo MAP 10 TS 2022.

Fotografía 5.10. Cercanía de importante vía nacional



Fuente: Trabajo de Campo MAP 10 TS 2022.

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 hoy en día por debajo de los estándares tanto nacionales como internacionales.



**INFORME DE MONITOREO DE HIDROBIOLOGÍA
CAMPAÑA 10 – TEMPORADA SECA - 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

Noviembre, 2022

1. ÍNDICE

1.	ÍNDICE.....	1
2.	INTRODUCCIÓN	3
3.	GENERALIDADES	4
3.1.	MONITOREO AMBIENTAL PARTICIPATIVO (MAP) QUELLAVECO	4
3.1.1.	CREACIÓN Y CONFORMACIÓN DEL MAP QUELLAVECO.....	4
3.1.2.	ALCANCES DEL MAP QUELLAVECO	4
3.2.	INFORMACIÓN DEL PROYECTO QUELLAVECO	5
3.2.1.	INSTRUMENTOS DE GESTIÓN AMBIENTAL (IGA) APROBADOS DEL PROYECTO.....	5
3.2.2.	UBICACIÓN DEL PROYECTO	5
3.3.	OBJETIVOS	7
3.3.1.	OBJETIVO GENERAL	7
3.3.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
4.	ACTIVIDADES DEL MAP N°10 TEMPORADA SECA-2022.....	8
4.1.	DISTRIBUCIÓN DE LAS ZONAS DE TRABAJO PARA HIDROBIOLOGÍA	8
4.1.1.	ZONA DE ALTA MONTAÑA.....	8
4.1.2.	ZONA DE OPERACIONES	8
4.1.3.	ZONA DEL ÁMBITO MOQUEGUA	8
4.2.	UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MONITOREO	8
4.3.	BITÁCORA DE LA REALIZACIÓN DEL MONITOREO	10
5.	METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO.....	15
5.1.	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN APLICADAS.....	15
5.1.1.	DESCRIPCIÓN DEL HÁBITAT	15
5.1.2.	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL HÁBITAT.....	15
5.2.	METODOLOGÍAS DE MUESTREO APLICADAS.....	16
5.2.1.	PLANCTON	16
5.2.2.	PERIFITON.....	17
5.2.3.	BENTOS.....	17
5.2.4.	NECTON	17
5.3.	ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS.....	18
5.4.	ANÁLISIS DE DATOS	18
5.4.1.	ÍNDICES COMUNITARIOS	18
5.4.2.	ÍNDICES DE BIOMASA Y PESCA	20
5.4.3.	ÍNDICES DE CALIDAD AMBIENTAL.....	20
5.5.	CONSIDERACIONES.....	24
6.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
6.1.	DESCRIPCIÓN DEL HÁBITAT	25

6.1.1.	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL HÁBITAT.....	26
6.1.2.	CALIDAD DE HÁBITAT A TRAVÉS DEL ÍNDICE SVAP (STREAM VISUAL ASSESSMENT PROTOCOL)	26
6.1.3.	ANÁLISIS DE CALIDAD DE HÁBITAT DEL BOSQUE RIBEREÑO POR LA METODOLOGÍA DE QBR-AND	27
6.2.	ANÁLISIS DE LAS COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS EN EL ÁREA DEL PROYECTO	28
6.2.1.	PLANCTON	28
6.2.2.	BENTOS.....	45
6.2.3.	PERIFITON.....	52
6.2.4.	PECES.....	60
6.3.	ANÁLISIS DE CALIDAD AMBIENTAL	75
6.3.1.	OPERACIONES.....	75
6.3.2.	ABASTECIMIENTO	76
6.4.	ESPECIES PROTEGIDAS POR LEGISLACIÓN NACIONAL	79
6.5.	ESPECIES PROTEGIDAS POR LEGISLACIÓN INTERNACIONAL	79
6.6.	ESPECIES EMPLEADAS POR POBLACIONES LOCALES	79
6.7.	EVOLUCIÓN HISTÓRICA	79
6.7.1.	PLANCTON	80
6.7.2.	BENTOS.....	81
6.7.3.	PECES.....	81
7.	CONCLUSIONES.....	82
7.1.	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL HÁBITAT.....	82
7.2.	COMUNIDADES ACUÁTICAS	82
7.2.1.	PLANCTON	82
7.2.2.	BENTOS.....	83
7.2.3.	PERIFITON.....	83
7.2.4.	PECES.....	84

2. 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 comparativos de las campañas de monitoreo 2020, 2021 y 2022 del MAP, desarrolladas en la temporada seca (octubre del 2020), temporada húmeda (abril del 2021), temporada seca (octubre del 2021), temporada húmeda (abril del 2022), temporada seca (setiembre 2022). 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.









3. GENERALIDADES

3.1. MONITOREO AMBIENTAL PARTICIPATIVO (MAP) QUELLAVECO

3.1.1. 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 directa que comprende las comunidades campesinas de Tumilaca, Pocata, Coscore y Tala: 01 representante.

3.1.2. ALCANCES DEL MAP QUELLAVECO

El alcance del presente informe corresponde al desarrollo e interpretación de los resultados obtenidos de calidad ambiental en el Monitoreo Ambiental Participativo (MAP) del Proyecto Minero Quellaveco correspondiente a la campaña N° 10 – Temporada Seca 2022.

3.2. INFORMACIÓN DEL PROYECTO QUELLAVECO

3.2.1. 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.

3.2.2. UBICACIÓN DEL PROYECTO

El área evaluada que abarca el MAP del Proyecto Minero Quellaveco se encuentra ubicada entre los distritos de Carumas, Torata, San Antonio 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 zonas; Alta Montaña, Operaciones y Moquegua.

3.2.2.1. 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.

En la zona de operaciones el monitoreo de hidrobiología se realiza en estaciones de los ríos Asana, Capillune, Huancanane, Charaque y Coscore.

3.2.2.2. 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.

En la zona de Abastecimiento las estaciones de hidrobiología se ubican en los ríos Chilota, Vizcachas, Chincune, Titire y bofedales de Huachunta.

3.2.2.3. 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.





En esta zona los puntos de monitoreo se ubican en el río Coscore, Huancanane, Tumilaca y Moquegua (a la altura de puente Montalvo).

3.3. OBJETIVOS

3.3.1. 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 Temporada Seca 2022.

3.3.2. 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 históricos del MAP-Quellaveco.

4. ACTIVIDADES DEL MAP N°10 TEMPORADA SECA-2022

4.1. DISTRIBUCIÓN DE LAS ZONAS DE TRABAJO PARA HIDROBIOLOGÍA

4.1.1. ZONA DE ALTA MONTAÑA

Esta zona está comprendida por 11 puntos de monitoreo ubicados en los ríos Vizcachas, Chilota, Titire, Chincune y humedales de Huachunta. La distribución de estos puntos está en relación a la presa de Vizcachas y los sistemas de conducción de agua cuya construcción se encuentra finalizada.

4.1.2. ZONA DE OPERACIONES

En la zona de operaciones hasta el puente Tumilaca se tiene 11 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.

4.1.3. ZONA DEL ÁMBITO MOQUEGUA

Ubicada en la parte baja de la ciudad, exactamente en el río Moquegua a la altura del puente Montalvo, en esta zona se evalúa un punto de monitoreo.

4.2. 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 4.1 se describen las coordenadas y altitud de las 22 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 (11 estaciones).

Cuadro 4.1. Ubicación de los puntos de muestreo de la fauna acuática en el área del proyecto

HIDROBIOLOGÍA					
Ítem	Punto de Monitoreo	Descripción	Coordenadas UTM Datum WGS84 Zona 19S		Altitud msnm
			Zona 19L		
			Este	Norte	
Zona de Abastecimiento de Agua – Proyecto Minero Quellaveco					
1	QLVIZ-05	Rio Vizcacha	349733	8161288	1332
2	QLCHI-04	Rio Chilota	349118	8158175	4314
3	QLTIT-02	Rio Titire	350186	8168738	4340
4	QLBHUA-01	Quebrada Huachunta	357229	8152274	4431
5	QLHUA-02	Rio Calasaya	355452	8154002	4401
6	QLHUA-01	Rio Calasaya	355626	8150428	4463
7	QLBHUA-05	Humedal Huachunta	354879	8150125	4469
8	QLCHI-01	Rio Chilota	349032	8151222	4366
9	QLVIZ-04	Rio Vizcachas	354352	8159462	4379
10	QLCHR-01	Quebrada Chinchune	357772	8159582	4380
11	QLBHUA-03	Humedal Huachunta	357593	8155783	4379
Zona de Operaciones Mineras					
12	P-12	Rio Asana	323118	8108112	3357
13	AS-1	Rio Asana	331045	8107820	3167
14	CH-3	Quebrada Charaque	321998	8109036	1365
15	ALT-4	Quebrada Altarani	330908	8107155	3166
16	P-11	Rio Asana	329834	8107657	3166
17	COS-1	Rio Coscore	319090	8107910	249
18	CAP-03	Rio Huancane	310270	8105874	2348
19	TUM-3	Rio Tumilaca	309066	8106446	2236
20	TUM-01	Rio Tumilaca	304539	8105287	1901
21	CAP-01	Rio Capillune	325486	8102337	3420
22	MQ-01	Rio Moquegua	290125	8095445	1828

Elaboración: ASILORZA, 2022.

4.3. BITÁCORA DE LA REALIZACIÓN DEL MONITOREO

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

Previamente a las salidas de campo se gestionó la disponibilidad de equipos y los especialistas necesarios para el trabajo en 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 esta actividad.

Es así que, al iniciar la campaña, y en cada día de monitoreo se envió una ficha informativa (Cuadro 4.2) donde se detallaba los puntos de monitoreo, participantes y su distribución en cada componente.

Cuadro 4.2. Referencia de distribución diaria de participantes y puntos de monitoreo.

DISTRIBUCIÓN DE TRABAJO DIARIO- MAP QUELLAVECO	
26.08.2022	
ZONA DE TRABAJO	DISTRIBUCIÓN
Operaciones Pto. De encuentro: GORE Hora en el P.E.: 5:00 am	ASILORZA_1
	Estaciones: Calidad de Agua
	P: VBB-706
	Conductor: José Sosa Colana
	Asilorza: Ricardo Begazo Quicaña
	Sunqu: Jessica Fuertes Soto
	Sunqu: Luz Flor Ramos Ramos
	ASILORZA_2
	Estaciones: Calidad de aire, ruido, vibraciones y suelos
	P: VOI-830
	Conductor: Yoni Mamani Naira
	Asilorza: Gustavo Valdivieso
	SUB_COMITÉ
	Estaciones: Agua, Hidrobiología
	P: Z7W-832
	Conductor: Renzo Flores Oquendo
SCCA: Dewson Córdova Flores	
SCCA: Juan Diego Mamanchura Filinish	
SCCA: Stephani Dennis Rodríguez Yauri	
HIDROBIOLOGÍA	
Estaciones: P-12; P-11	
P: ZTC-767	
Conductor: Fernando Tito Zabalaga	
Hidrobiólogo: Enrique Pareja	
Asistente: Richard David Condori	
Asistente: Tania Callizana	

Elaborado por: ASILORZA SAC,2022.

Al inicio de cada jornada se inició 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 riesgos en campo y para conocimiento de los trabajos a realizar.

Para la ejecución del trabajo en campo en la primera etapa (ambiental e hidrobiológico) el equipo se dividió en 3 brigadas (agua-hidrobiología, aire zona Moquegua y aire zona operaciones) para la segunda etapa (monitoreo biológico) las brigadas se formaron en función de cada especialidad: Flora, aves, mamíferos y reptiles.

Fotografía 1. Charla de inicio de actividades



Fuente: ASILORZA, 2022.

Fotografía 2. Explicaciones en campo sobre las metodologías



Fuente: ASILORZA, 2022.

4.3.1.2. ETAPA DE CAMPO

Para la presente campaña de monitoreo se gestionó la disponibilidad de un equipo Electrofisher Smith-Root LR 24 el cuál fue usado en todos los puntos de monitoreo para la evaluación de necton que, para efectos de las zonas monitoreadas se trata de peces.

En los puntos de monitoreo, el hidrobiólogo realizó explicaciones referentes a este componente a la vez que se absolvía dudas de los participantes.

El inicio de la campaña se dio en la zona de Operaciones, propiamente en los ríos de Asana, Altarani, Coscore y Capillune. En los tres primeros ríos mencionados se encontró truchas (*Oncorhynchus mykiss*) en diferentes grados de abundancia (ver el punto 6.3.4). Cabe indicar que es la primera vez que se reporta truchas para el río Altarani. Aunque el monitoreo de anfibios se realiza durante el monitoreo biológico en la segunda parte de la campaña, en la parte alta del río Capillune se pudo encontrar sapos adultos y renacuajos en diferentes estadios de desarrollo.

Aguas abajo de la zona de operaciones, el monitoreo hidrobiológico continuó con estaciones en los ríos 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 identificar la especie y tomar medidas. Después de esta actividad los peces son devueltos en su totalidad al río.

Fotografía 3. Trabajo en campo con el Electrofisher Smith-Root LR 24. Estación de monitoreo en el río Huancanane (CAP-3).



Fuente: ASILORZA, 2022.

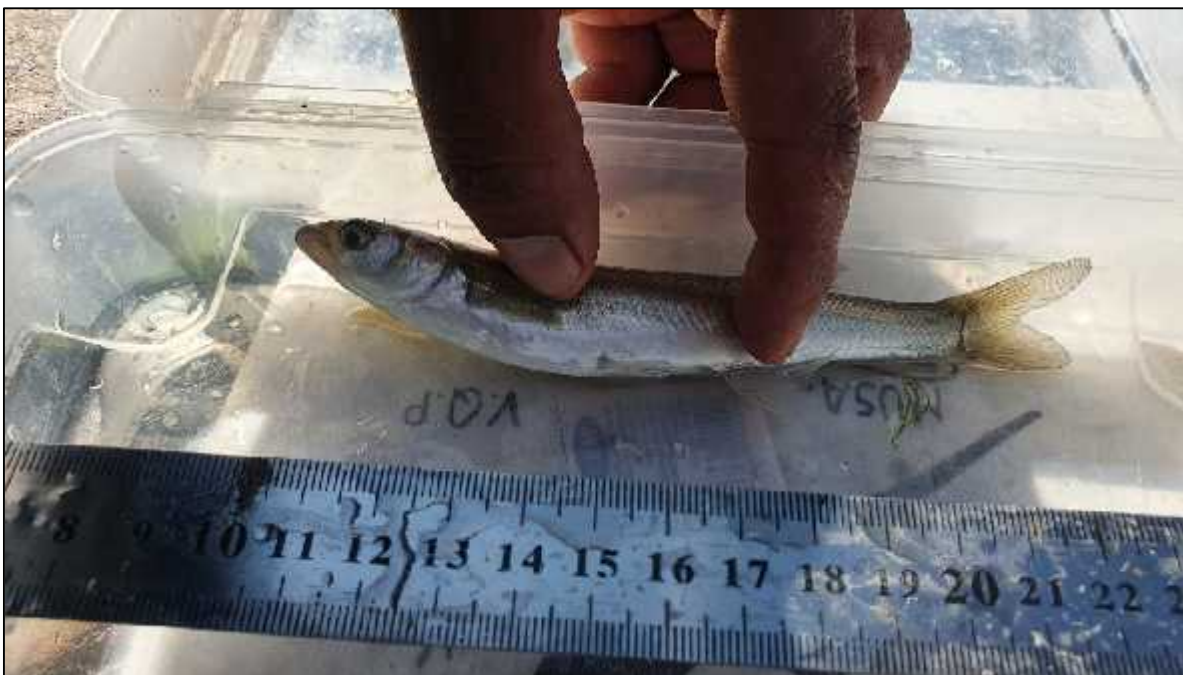
Fotografía 4. Trabajo en campo con el Electrofisher Smith-Root LR 24. Estación de monitoreo en el río Tumilaca (TUM-1).



Fuente: ASILORZA, 2022.

En el punto ubicado en Moquegua (MQ-01) que se encuentra a la altura del puente Montalvo se encontró un nuevo registro para el MAP en el monitoreo anterior (MAP-10 TH). En el presente monitoreo se encontró en mayor abundancia. Se trata del “pejerrey de río” *Basilichthys semotilus*.

Fotografía 5. Pejerrey de río en el río Moquegua



Fuente: ASILORZA, 2022.

Finalizado el muestreo en la zona de operaciones, el área de influencia y Moquegua se inició actividades en la zona de abastecimiento. Aquí se abarcan los ríos Chilota, Vizcachas, Chincune, Titire y bofedales de Huachunta. Se pudo encontrar especímenes de *Oncorhynchus mykiss* “trucha”, *Trichomycterus rivulatus* “bagre” y *Orestia ispi* “ispi”.

Fotografía 6. Monitoreo de necton en bofedales del Anexo de Huachunta- Distrito de Carumas.



Fuente: ASILORZA, 2022.

Fotografía 7. Captura de truchas en el primer punto del río Chilota.



Fuente: ASILORZA, 2022.

5. METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO

5.1. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN APLICADAS

5.1.1. 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.

5.1.2. 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.

5.1.2.1. 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).

En el Cuadro 4.3, se detalla los valores comparativos del índice SVAP.

Cuadro 4.3. 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

5.1.2.2. 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 4.4 se detallan los valores comparativos del QBR-And.

Cuadro 4.4. 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

5.2. 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)”

5.2.1. 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.

5.2.2. 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%.

5.2.3. 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.

5.2.4. 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 con normalidad.

5.3. 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 AGQ Labs Perú SAC, bajo la metodología SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017.

5.4. ANÁLISIS DE DATOS

5.4.1. 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:

$$d = (S - 1) / \ln N$$

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 4.5.

Cuadro 4.5. 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 4.6.

Cuadro 4.6. 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:

$$J' = \frac{H'}{L(k)}$$

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 4.7.

Cuadro 4.7. 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.

5.4.2. 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).

5.4.3. 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 4.8. 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 4.9. 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 4.10.

Cuadro 4.10. Puntaje de las familias de macroinvertebrados de acuerdo al índice BMWP/Col.

Familias	Puntajes
Blephariceridae, Ptilodactylidae, Hydridae, Perlidae, Psephenidae, Gryopterygidae.	10
Gytiscidae, Gyrinidae, Hydrobiosidae, Leptophlebiidae, Philopotamidae.	9
Helicopsychidae, Hydrobidae, Leptoceridae, Simuliidae, Veliidae.	8
Baetidae, Dixidae, Glossosomatidae, Hyalellidae, Hydroptilidae, Hydropsychidae, Leptohiphidae	7

Familias	Puntajes
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:

$$I. \quad (ó H) = \frac{(V \times n)}{N}$$

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 (ver Cuadro 4.11).

Cuadro 4.11. 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 (ver Cuadros 4.12 y Cuadro 4.13.). La clasificación adaptada para el Perú de acuerdo con la puntuación obtenida de la sumatoria de los valores de cada familia es:

Cuadro 4.12. 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 4.13. Puntaje de las familias de macroinvertebrados de acuerdo con el índice ABI.

Taxones	Puntaje	Taxones	Puntaje	Taxones	Puntaje
Helicopsychidae	10	Libellulidae	6	Baetidae	4
Calamoceratidae	10	Coenagrionidae	6	Belostomatidae	4
Odontoceridae	10	Hyaellidae	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	Pylalidae	4	Culicidae	2
Leptohiphidae	7	Tabanidae	4	Muscidae	2
Limnephilidae	7	Limoniidae	4	Ephydriidae	2
Ancyliidae	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.

5.5. 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 Rio Chilota. En el primer caso, durante la evaluación se estaban realizando actividades propias del proyecto 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 QLACHI-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. Los puntos QLCHR-01 y QLHUA-04, ubicados en el área de abastecimiento, no fueron monitoreadas debido a que se encontraban inundados haciendo inviable el muestreo.

La presente evaluación se realizó bajo la malla de puntos aprobada por el Sub-Comité de Monitoreo de los Compromisos Ambientales (22 estaciones).

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. DESCRIPCIÓN DEL HÁBITAT

La caracterización física permite identificar diferentes condiciones para el establecimiento de las comunidades hidrobiológicas. Las 22 estaciones evaluadas estuvieron distribuidas en 14 cuencas como se muestra en el Cuadro 5.1 (Altarani, 1; Asana, 3; Calasaya, 2; Capillune, 1; Charaque, 1; Chilota, 2; Coscore, 1; Huachunta, 3; Huancanane, 1; Moquegua, 1; Titire, 1; Tumilaca, 2; Vizcachas, 2, quebrada Chinchune, 1).

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 seca 2022.

Estación de muestreo	Zona	CUENCA	Tipo Ambiente	Hábitat	Microhábitat	Tipo de agua	Color aparente del agua	Velocidad corriente
QLBHUA-01	Abastecimiento	Quebrada Huachunta	lótico	bofedal	fangoso, remansos, pozas	negra	trasparente	Lento
QLBHUA-03	Abastecimiento	Humedal Huachunta	lótico	bofedal	macrófitas, fangoso, remanso	blanca	trasparente	Lento
QLBHUA-05	Abastecimiento	Quebrada Huachunta	lótico	bofedal	remansos, pozas, corridas	negra	trasparente	moderada
QLHUA-01	Abastecimiento	Río Calasaya	lótico	río	pedregoso, corridas	blanca	trasparente	moderada
QLHUA-02	Abastecimiento	Río Calasaya	lótico	bofedal	remansos, pozas	negra	trasparente	moderada
QLCHR-01	Abastecimiento	Río Chinchune	Lótico	río	corridas, remansos	clara	trasparente	moderada
QLVIZ-04	Abastecimiento	Río Vizcachas	lótico	río	pedregoso, corridas, rápidos.	blanca	trasparente	moderada
QLCHI-01	Abastecimiento	Río Chilota	lótico	bofedal	pedregoso, corridas, rápidos.	negra	trasparente	moderada
QLCHI-04	Abastecimiento	Río Chilota	lótico	río	pedregoso/fangoso/rápidos	blanca	turbia	moderada / muy fuerte
QLVIZ-05	Abastecimiento	Río Vizcacha	lótico	río	pedregoso, corridas, rápidos.	blanca	transparente	moderada
QLTIT-02	Abastecimiento	Río Titire	lótico	río	fango, corridas	blanca	turbia	Lento
AS-01	Operaciones	Río Asana	lótico	río	cascada, rápidos, pedregoso,	blanca	transparente	moderada / muy fuerte
ALT-04	Operaciones	Quebrada Altarani	lótico	quebrada	pedregoso cascadas rápidas corridas	blanca	transparente	moderada
P-11	Operaciones	RíoAsana	lótico	río	pedregoso, corridas	blanca	transparente	moderada / muy fuerte

Estación de muestreo	Zona	CUENCA	Tipo Ambiente	Hábitat	Microhábitat	Tipo de agua	Color aparente del agua	Velocidad corriente
P-12	Operaciones	Rio Asana	lótico	río	cascada, rápidos, pedregoso,	blanca	transparente	moderada / muy fuerte
CH-03	Operaciones	Quebrada Charaque	lótico	quebrada	pozas, remansos	blanca	transparente	baja
COS-01	Operaciones	Rio Coscore	lótico	río	pedregoso, rápidos, corridas	blanca	transparente	moderada / muy fuerte
CAP-01	Operaciones	Rio Capillune	lótico	río	pedregoso, arenoso, remanso	blanca	transparente	moderada
CAP-03	Operaciones	Rio Huancane	lótico	río	pedregoso, pozas	blanca	transparente	moderada / muy fuerte
TUM-03	Operaciones	Rio Tumilaca	lótico	río	pedregoso, rápidas, corridas	blanca	transparente	moderada/fuerte
TUM-01	Operaciones	Rio Tumilaca	lótico	río	pedregoso, rápidas, corridas	blanca	transparente	moderada
MQ-01	Operaciones	Rio Moquegua	lótico	río	pedregoso, corrida, remansos	blanca	turbia	moderado

Elaboración: ASILORZA, 2022.

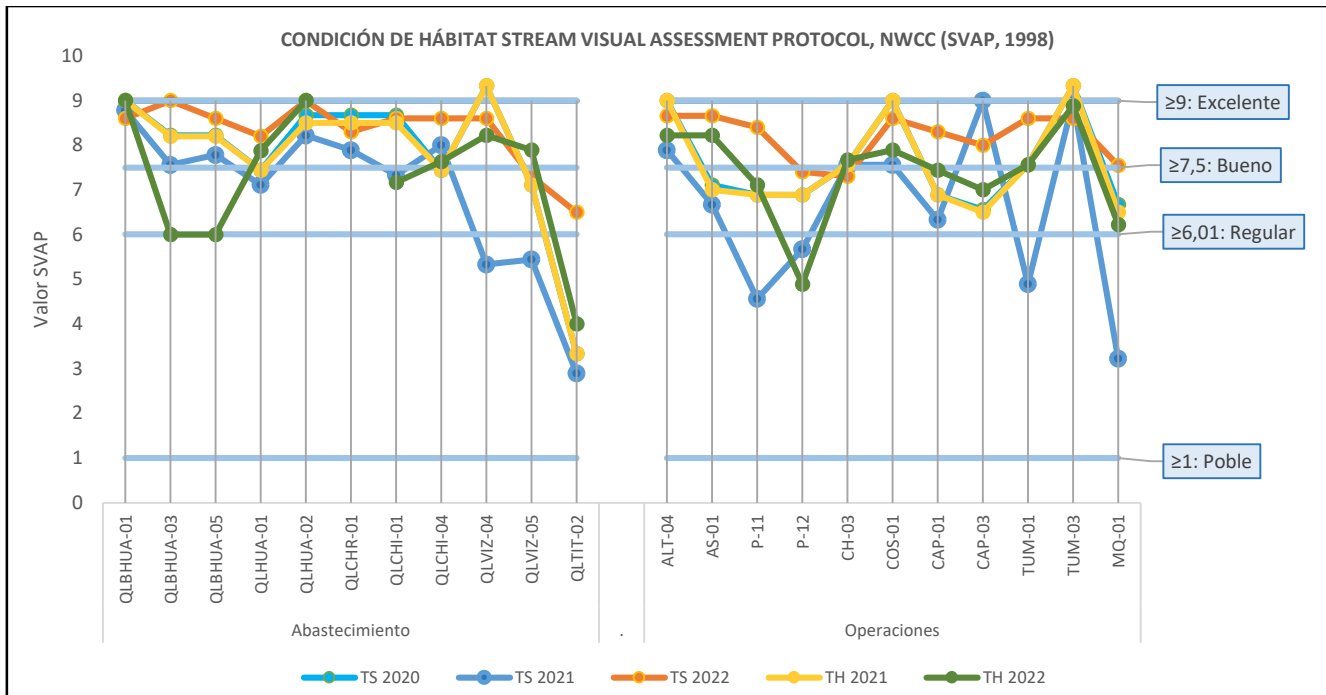
6.1.1. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL HÁBITAT

6.1.2. CALIDAD DE HÁBITAT 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 1):

- 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.

Figura 1. Comparación de la calidad del hábitat de los cuerpos de agua evaluados por estación y por temporada de evaluación.



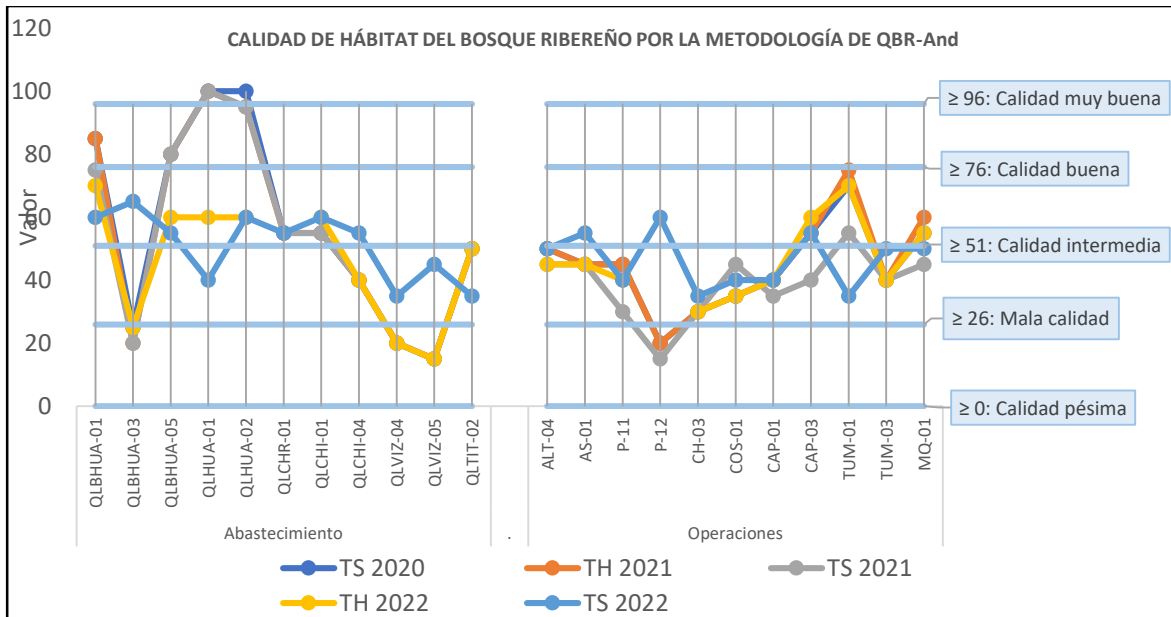
Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.1.3. 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 (Figura 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: 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 2. Comparación de la calidad del bosque de ribera por estación y por temporada de evaluación



Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2. ANÁLISIS DE LAS COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS EN EL ÁREA DEL PROYECTO

6.2.1. PLANCTON

Hasta el presente monitoreo, en las zonas de evaluación se ha registrado 6 divisiones del fitoplancton, estas se han mantenido en las dos últimas dos evaluaciones (TH 2021 y TS 2021) y 9 phyla del zooplancton, incrementándose dos Tardigrada y Gastrotrichia en la última evaluación (TH 2022).

Como se muestra en el Cuadro 5.2, los periodos donde se ha reportado el mayor número de especies corresponden a las temporadas húmedas del 2021 y 2022 siendo la temporada seca del 2021 en que menor riqueza de especies se registró. Para el presente monitoreo se tiene un registro de 111 especies. Como se puede observar el número de especies reportadas se ha mantenido a lo largo de los periodos de evaluación.

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.

Comparando esta información con la curva de acumulación de especies (Figura 3), se ha determinado que para la comunidad de plancton el número de se infiere que, para la comunidad del plancton el

número de especies registradas a la fecha se acerca con una probabilidad de 0.97 al total de especies del plancton que habitan en el área evaluada.

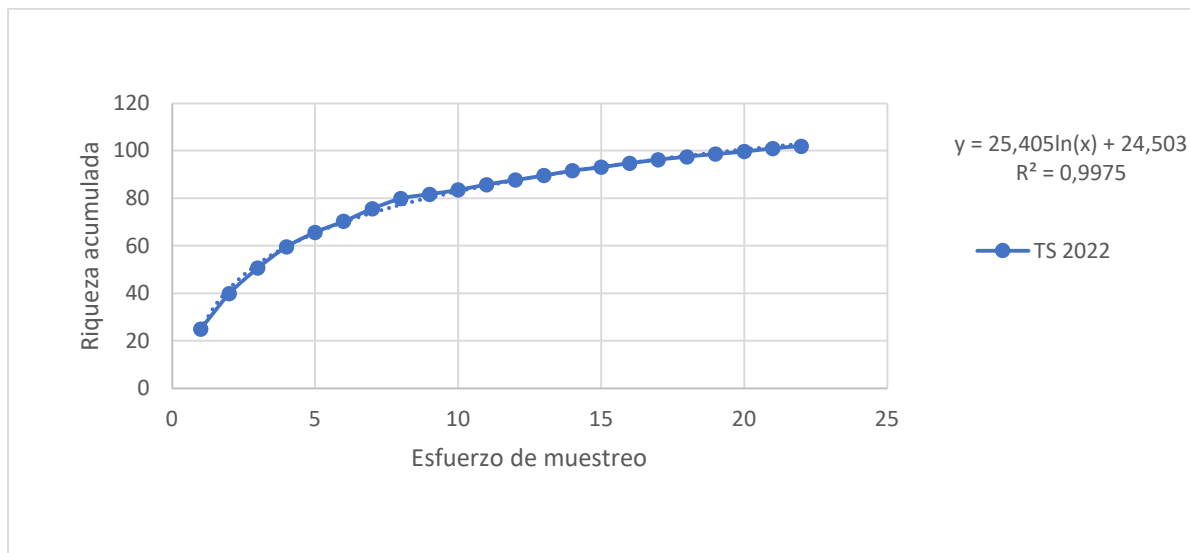
Cuadro 5.2. Composición y número de especies del plancton por temporada de evaluación.

Plancton	TS 2020	TH 2021	TS 2021	TH 2022	TS 2022
Fitoplancton	80	67	63	74	72
Zooplancton	31	55	25	40	39
Total	111	122	88	114	111

Elaboración: ASILORZA, 2022

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 3. Curva de acumulación de especies de plancton MAP-10 TS.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.1.1. FITOPLANCTON

6.2.1.1.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA TOTAL

Para el presente monitoreo se tiene un total de 71 especies registradas divididas en seis divisiones. La composición acumulada total en las cuatro evaluaciones anteriores (TS 2020, TH 2021, TS 2021 y TH 2022) mostraban 117 especies de fitoplancton. Al igual que en estos periodos de evaluación desde el 2020 en la temporada seca del presente año se ha mantenido la composición. Las especies se distribuyeron en los siguientes porcentajes por división: Ochrophyta 48% (34 especies), Chlorophyta 17% (12 especies), Cyanobacteria 15% (11 especies), Euglenozoa 4% (3 especies), Dinophyta 3% (2 especie) y Charophyta 13% (9 especies).

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.

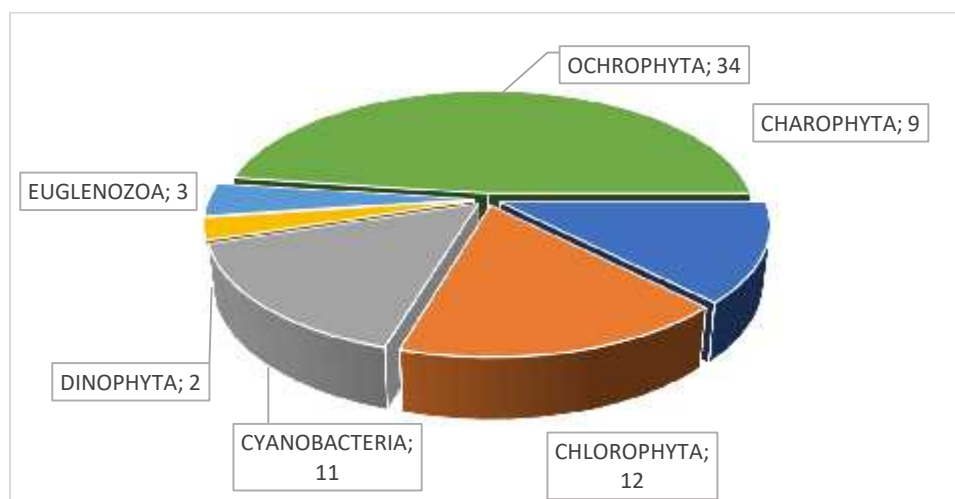
Cabe mencionar que, en las cuatro evaluaciones, la división Ochrophyta fue la más diversa, debido a que estas algas por tener un exoesqueleto de sílice tienden a precipitarse y mezclarse con los sólidos en suspensión. Por otro lado, las Chlorophyta y Cyanobacteria disminuyeron en la temporada húmeda 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 5.3. Composición y número de especies del plancton por temporada de evaluación

División	TS 2020	TH 2021	TS 2021	TH 2022	TS 2022
CHAROPHYTA	9	7	4	7	9
CHLOROPHYTA	20	16	13	18	12
CYANOBACTERIA	11	5	5	9	11
DINOPHYTA	-	1	1	1	2
EUGLENOZOA	3	3	3	3	3
OCHROPHYTA	37	35	37	36	34
Total	80	67	63	74	71

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 5.1. Composición porcentual total por división del Fitoplancton MAP-10 TS.



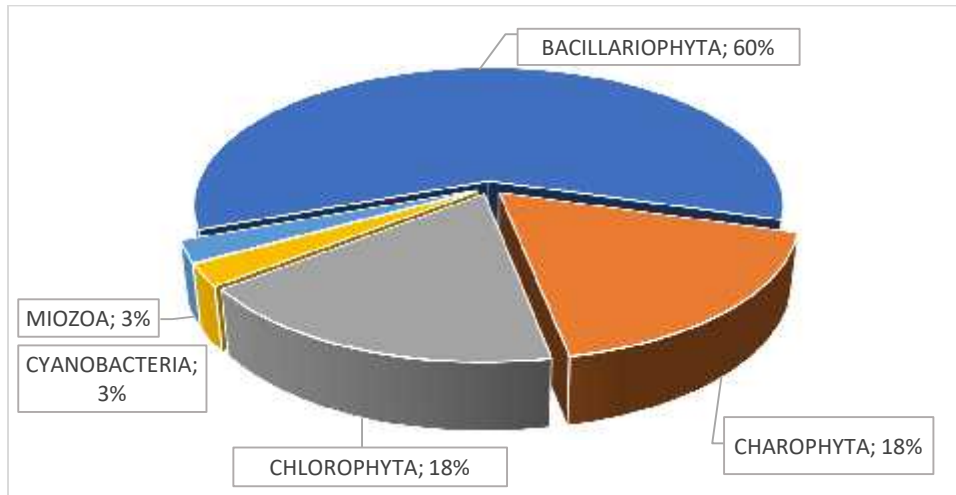
Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.1.1.2. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA POR COMPONENTES DEL PROYECTO EN LA TEMPORADA SECA 2022

6.2.1.1.2.1. OPERACIONES

Para la presente evaluación en la zona de operaciones se tiene un total de 40 especies en registradas en para las 11 estaciones. Las Ochrophyta fueron las más diversas registrándose 24 especies que corresponde al 60% de la riqueza total, seguidas de Charophyta (7 especies, 18%) las Chlorophyta (7 especies, 18%), Cyanobacteria (1 especies, 3%) y Miozoa (1 especies, 3%). Figura 4.

Figura 4. Composición y riqueza por división del Fitoplancton en la temporada seca 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Con respecto a los resultados por estación como se aprecia en el Cuadro 5.4, las Bacillariophyta estuvieron presentes en todas las estaciones, siendo más abundantes en MQ-1 con 15 especies, todas de esta división. Esta misma estación tuvo mejor composición y riqueza, se colectaron 20 especies distribuidas en las 5 divisiones registradas para el área de operaciones.

Cuadro 5.4. Composición y número de especies del fitoplancton por estación

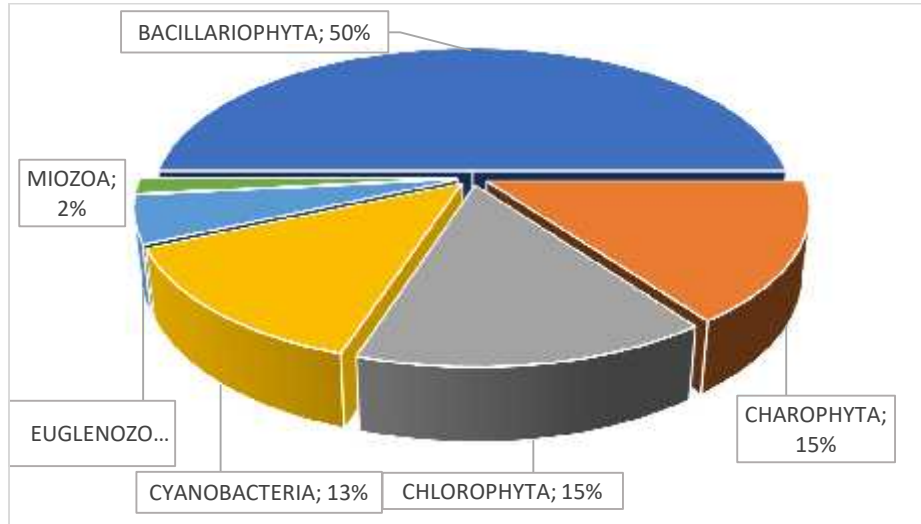
DIVISION	ALT-4	AS-1	CAP-03	CAP-1	CH-3	COS-1	MQ-1	P-11	P-12	TUM-01	TUM-3	TOTAL
OCHROPHYTA	9	12	10	9	8	6	15	12	8	10	12	24
CHAROPHYTA		1		5	4	2	1	1	1	2	3	7
CHLOROPHYTA		1	1	4	1	1	2			3	1	7
CYANOBACTERIA		2		2		1	1	1		1	1	1
MIOZOA							1					1
TOTAL	9	16	11	20	13	10	20	14	9	16	17	40

Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.1.1.2.2. ABASTECIMIENTO

Se registraron un total de 60 especies del fitoplancton, distribuidas en 6 divisiones, 50% Ochrophyta, 15% Charophyta, 9% Chlorophyta, 13% Cyanobacteria 5% Euglenozoa 2% Miozoa como se aprecia en la Figura 5.

Figura 5. Composición y riqueza por división del Fitoplancton en la temporada seca 2022



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Con respecto a las estaciones de muestreo, como se aprecia en el Cuadro 5.5, las Bacillariophyta se registraron en todas las estaciones y es el grupo de mayor riqueza. La estación con mayor riqueza de especies fueron QLCHR-01 y QLVIZ-04 con 28 especies respectivamente.

Cuadro 5.5. Composición y número de especies del fitoplancton por temporada de evaluación.

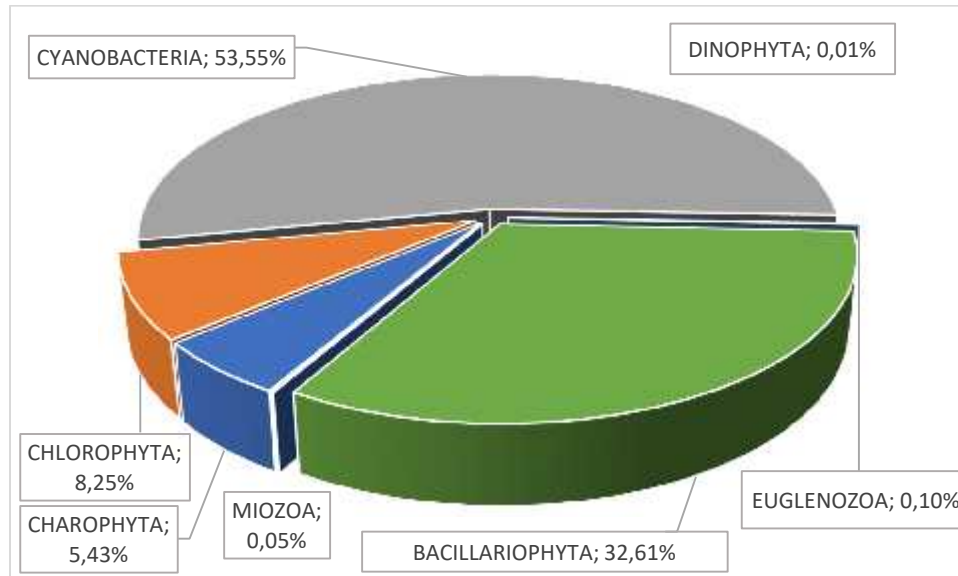
DIVISIÓN	QLBHUA-01	QLBHUA-03	QLBHUA-05	QLCHI-01	QLCHI-04	QLCHR-01	QLHUA-01	QLHUA-02	QLTIT-01	QLVIZ-04	QLVIZ-05	TOTAL
OCHROPHYTA	15	17	13	15	13	11	3	13	4	13	16	30
CHAROPHYTA	3	3	2	1	3	3		3	1	6	3	9
CHLOROPHYTA	2	2	3	2	1	8		3	2	2	4	9
CYANOBACTERIA	4	3	4	2	1	5	1	3	2	4	1	8
EUGLENOZOA						1				2		3
MIOZOA	1	1			1					1	1	1
TOTAL	25	26	22	20	19	28	4	22	9	28	25	60

Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.1.1.3. ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD TOTAL

En el análisis comparativo, la división con mayor abundancia fue Cyanobacteria (53.55%), algas dominantes en ambientes acuáticos con alta concentración de materia orgánica en descomposición. (Figura 6). Asimismo, los valores estimados para el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), presentaron registros de moderados a altos (2,93 a 4,51 bits/Individuo). Para la presente temporada se obtuvo una diversidad alta (3.346 bits/Individuo).

Figura 6. Distribución porcentual de la abundancia total del Fitoplancton por división (célula/ml).



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Como se aprecia en el cuadro 5.6, se registró una mayor abundancia en la temporada seca del año 2020. Sin embargo, en esta temporada y en las secas del 2021 y 2022 el registro de diversidad fue menor respecto a las temporadas húmedas. Esto debido al efecto que el aumento de caudal producto de las lluvias que provocan cambio en la diversidad y composición plantónica de los ríos. En general, pero principalmente en la temporada húmeda del 2021 y 2022 se registró alta diversidad y riqueza en las zonas de evaluación.

En el comparativo total predomina en abundancia la división Cyanobacteria (53%) seguido de Bacillariophyta (32%) y Chlorophyta (8.25%). Esto debido a que en la temporada seca del 2020 se registro alta abundancia para la división Cyanobacteria, pero en los años siguientes el grupo predominante fue el phylum Bacillariophyta seguido de Cyanobacteria y Chlorophyta. Esta variación puede estar debida a una condición particular del medio acuático propio de la temporada seca del 2020 pero que no es un patrón constante en los ríos muestreados.

Como se aprecia en el Cuadro 5.6, 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.

Cuadro 5.6. Abundancia y diversidad total de especies del fitoplancton por temporada de evaluación.

Índices	TS 2020	TH 2021	TS 2021	TH 2022	TS 2022	Total
CHAROPHYTA	19,721	443	92	87	209	20,552
CHLOROPHYTA	24,701	1,777	514	3,860	383	31,235
CYANOBACTERIA	199,700	543	542	1,399	693	202,877
DINOPHYTA	0	17	10	4	0	31
EUGLENOZOA	301	35	4	34	7	381
BACILLARIOPHYTA	77,009	7,744	12,405	5,180	21216	123,554
MIOZOA	0	0	0	0	199	199
Número de especie (S)	80	67	63	74	61	-
Número de individuos (N)	321,432	10,559	13,567	10,564	22,707	378,829
Riqueza de Margalef (d):	6.23	7.12	6.73	7.81	5.98	-
Índice de Uniformidad de Pielou (J')	0.46	0.74	0.44	0.65	0.56	-
Índice de Shannon-Wiener (H')	2.93	4.51	2.64	4.04	3.35	-
Índice de Dominancia de Simpson (1-K')	0.69	0.93	0.71	0.88	0.83	-

Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.1.1.4. ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD POR COMPONENTES DEL PROYECTO EN LA TEMPORADA SECA 2022

6.2.1.1.4.1. OPERACIONES

En esta temporada de evaluación se han registrado 6197 células/ml de fitoplancton para el área de operaciones. El grupo predominante en abundancia fue el phylum Bacillariophyta con el 89% del total registrada. Grupos como Cyanobacteria, Chlorophyta y Charophyta presenta una menor abundancia, 6%, 3% y 1% respectivamente. Esta predominancia del phylum Bacillariophyta se ha mantenido a lo

largo de los monitoreos excepto en la temporada seca del 2020 donde se obtuvo mayor abundancia del grupo Cyanobacteria.

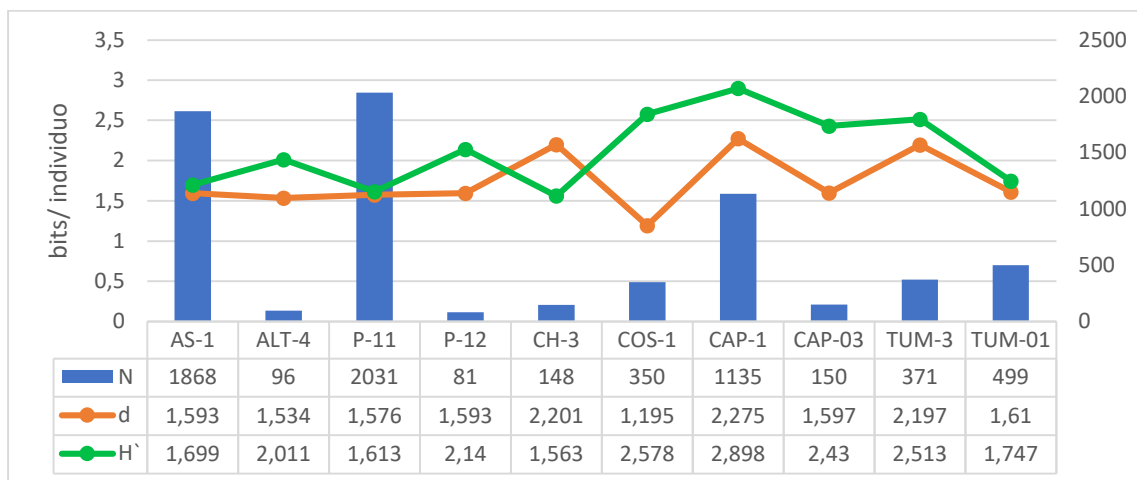
En el cuadro 5.7 podemos observar que los puntos de mayor abundancia fueron el AS-1 (1868 células/ml) y el P-11 (2031 células/ml) Ambos puntos ubicados antes de ingreso del río Asana al túnel de desvío en quebrada Quellaveco. Aguas abajo en el río Asana, Coscore, Tumilaca y Moquegua los valores de abundancia están por debajo de las 500 células/ml.

Cuadro 5.7. Abundancia total de especies del fitoplancton por estación (Operaciones)

PHYLUM	AS-1	ALT-4	P-11	P-12	CH-3	COS-1	CAP-1	CAP-03	TUM-3	TUM-01	MQ-1	TOTAL
BACILLARIOPHYTA	1858	96	2025	79	139	300	597	148	310	467	178	6197
CHAROPHYTA	8	0	0	2	8	10	36	0	5	3	1	73
CHLOROPHYTA	0	0	0	0	1	10	196	2	3	9	2	223
CYANOBACTERIA	2	0	6	0	0	30	306	0	53	20	18	435
MIOZOA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1

Elaboración: ASILORZA, 2022

Figura 5.2. Comparación de la abundancia y diversidad del Fitoplancton por estación, operaciones.



Legenda: N: Número de individuos, d: Riqueza de Margalef, H': Índice de Shannon - Wiener

Elaboración: ASILORZA, 2022.

En general, los valores de diversidad obtenidos muestran resultados bajos y medios. En el río Asana la diversidad más alta fue la registrada en quebrada Altarani (2.011 bits/individuos). En cambio, en los puntos AS-1 y P-11 ubicados antes del desvío del río los valores fueron 1.7 y 1.6 bits/individuo respectivamente. En el punto P-12 a la salida del túnel y aguas abajo el COS-1 se obtuvo 2.1 y 2.6 bits/individuo respectivamente, valores de diversidad por encima de los puntos antes del ingreso al túnel.

6.2.1.1.4.2. ABASTECIMIENTO

Al igual que en la zona de operaciones en abastecimiento también existe predominancia del phylum Bacillariophyta con un 95% de la abundancia total. En suma, los otros grupos conformados por Charophyta, Chlorophyta, Cyanobacteria, Euglenozoa y Miozoa conforman el otro 5%.

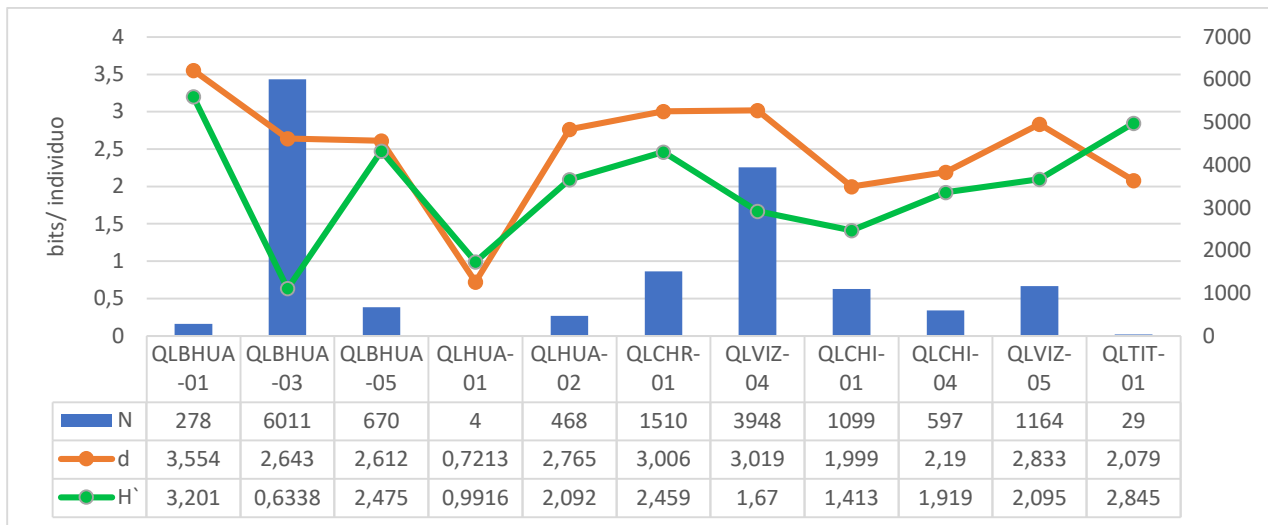
En los puntos ubicados antes de la represa Vizcachas la mayor abundancia registrada fue en el punto QLBHUA-03 (bofedal de Huachunta) con 6011 células/ml seguido del punto QLVIZ-04 (posterior a represa Vizcachas) con 3948 células/individuo. Los cambios en abundancia de perifiton están con relación a la disponibilidad de nutrientes y sustratos para el desarrollo de estos organismos los cuales varían en cada punto de monitoreo por lo cual se obtiene valores desde 4 células/ml en el punto QLHUA-01 a los más altos ya descritos.

Cuadro 5.8. Abundancia total de especies del fitoplancton por temporada de evaluación (Abastecimiento).

PHYLUM	QLBHUA-01	QLBHUA-03	QLBHUA-05	QLHUA-01	QLHUA-02	QLCHR-01	QLVIZ-04	QLCHI-01	QLCHI-04	QLVIZ-05	QLTIT-01	TOTAL
BACILLARIOPHYTA	153	5929	548	4	456	1408	3727	1078	585	1117	14	15019
CHAROPHYTA	57	9	2	0	4	12	31	4	4	10	3	136
CHLOROPHYTA	11	56	12	0	1	50	8	9	2	4	7	160
CYANOBACTERIA	55	15	108	0	7	40	8	8	6	6	5	258
EUGLENOZOA	0	0	0	0	0	0	6	0	0	1	0	7
MIOZOA	2	2	0	0	0	0	168	0	0	26	0	198

Elaboración: ASILORZA, 2022

Figura 7. Comparación de la abundancia y diversidad del Fitoplancton por estación, operaciones.



Leyenda: N: Número de individuos, d: Riqueza de Margalef, H': Índice de Shannon - Wiener

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Como se aprecia en la Figura 7, se obtuvo una diversidad media en la mayoría de estaciones de monitoreo para alta montaña. Solo la estación QLBHUA-01 presenta alta diversidad (3.2 bits/individuo), este punto se ubica en un bofedal de Huachunta y tiene baja abundancia. Lo contrario sucede con otro punto de monitoreo ubicado en la misma zona QLBHUA-03 que posee alta abundancia, pero conformada principalmente (>95%) por el phylum Bacillariophyta, esto se refleja en el valor de diversidad obtenida (0.63 bits/individuo) por debajo de la media.

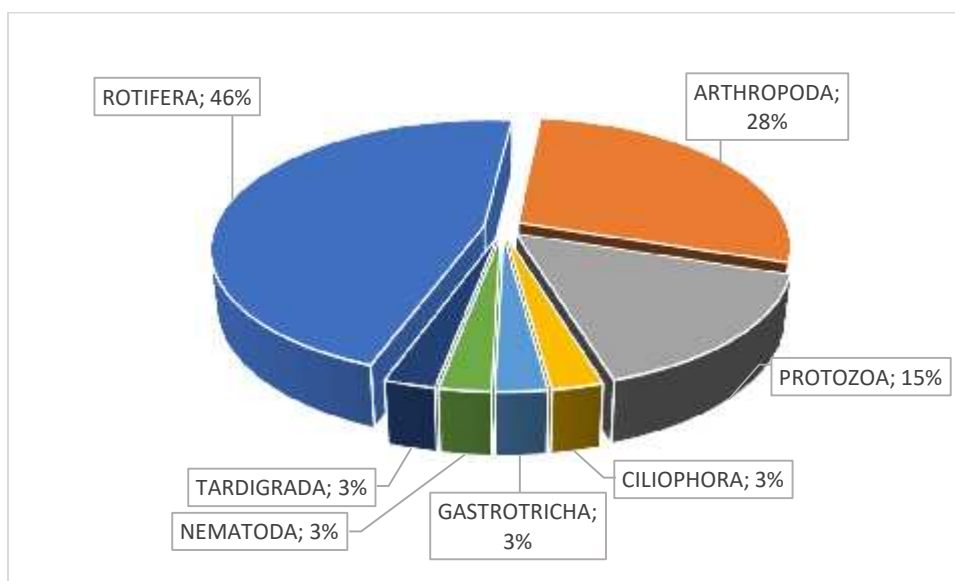
6.2.1.2. ZOOPLANCTON

6.2.1.2.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA TOTAL

Para la presente temporada se tiene 39 especies agrupadas en diez phyla. En la composición total se predomina el phylum Rotifera (46%) seguido de Arthropoda (28%), Protozoa (15%), Ciliophora (3%), Gastrotrichia (3%), Nematoda (3%), Tartigrada (3%).

En el caso del zooplancton, la relación con respecto a los periodos hidrológicos se ha mantenido con un mayor registro de especies en temporadas húmedas, para el presente año 2022 la diferencia ha sido de una especie. El grupo dominante fue Rotifera (46%) seguido de Arthropoda (28%), Protozoa (15%), Cilophora, Gastrothichicha, Nematoda y Tartigrada con 3% cada una.

Figura 5.3. Composición porcentual por phylum del Zooplancton



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Cuadro 5.9. Composición y riqueza de zooplancton por temporadas.

Phylum	TS 2020	TH 2021	TS 2021	TH 2022	TS 2022
ROTIFERA	11	22	8	14	18
AMOEBOZOA	5	12	5	9	
ARTHROPODA	7	11	9	7	11
CERCOZOA	4	6		5	
CILIOPHORA	2	2	2	2	1
NEMATODA	1	1	1	1	1
TARDIGRADA	1	1			1
GASTROTRICHA				1	1
EUTARDIGRADA				1	
PROTOZOA					6
Total	31	55	25	40	39

Elaboración: ASILORZA, 2022.

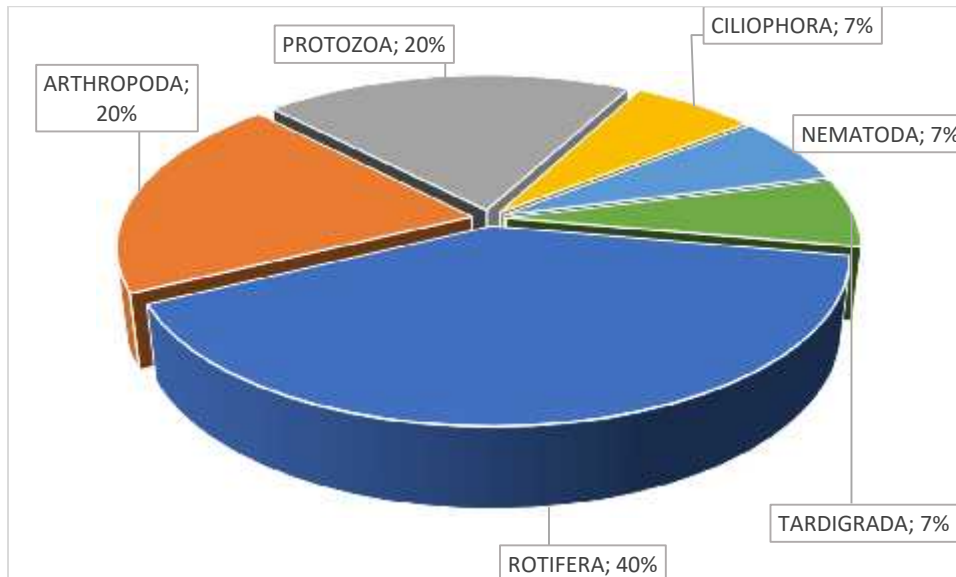
6.2.1.2.2. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA POR COMPONENTES DEL PROYECTO EN TEMPORADA SECA 2022

6.2.1.2.2.1. OPERACIONES

Se registró un total de 15 especies distribuidas en 6 phylum, cuya riqueza corresponde a Rotifera 6 especies (40%), seguido de los Arthropoda (3 especies, 20%), Protozoa (3 especies, 20%), Ciliophora (1 especies, 7%), Nematoda (1 especies, 7%) y Tartigrada (1 especies, 7%). Figura 8.

Con respecto a las estaciones de muestreo, como se aprecia en el Cuadro 5.10, la estación con mayor riqueza de especies fue la CAP-01 con 9 especies, seguida de P-11 con 7 especies. Los grupos Rotifera, Arthropoda y Nematoda están presentes en la mayoría de las estaciones.

Figura 8. Composición y riqueza por división del Zooplancton, operaciones



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Cuadro 5.10. Composición y número de especies del Zooplancton por estación

PHYLUM	ALT-4	AS-1	CAP-03	CAP-1	CH-3	COS-1	MQ-1	P-11	P-12	TUM-01	TUM-3	TOTAL
ARTHROPODA	1	1	1	3		2	1	1			2	3
CILIOPHORA	1	1										1
NEMATODA		1		1	1	1	1	1	1	1	1	1
PROTOZOA	1		2	3	1	1		1				3
ROTIFERA	1	1	2	2	1	1	3	3		2	1	6
TARDIGRADA	1	1			1			1			1	1
TOTAL	5	5	5	9	4	5	5	7	1	3	5	15

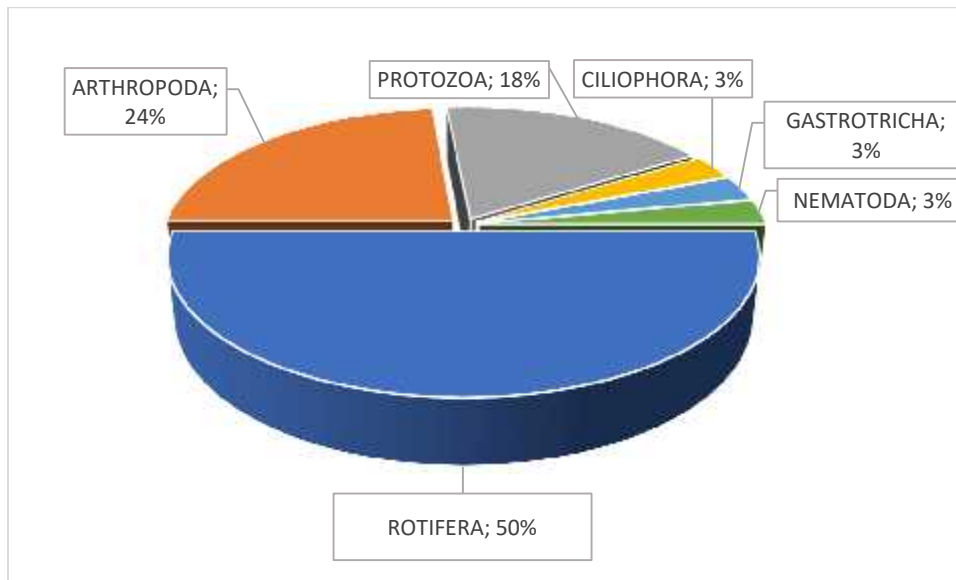
Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.1.2.2. ABASTECIMIENTO

Se registraron un total de 34 especies distribuidas en 6 phyla siendo los más diversos los Rotifera que registraron el 50% del total (17 especies), Arthropoda (8 especies, 24%), Protozoa (6 especies, 18%), seguidas de los Ciliophora (1 especies, 3%), Gastrotrichia (1 especies, 3%) y Nematoda (1 especie, 3%). Figura 9.

Con respecto a las estaciones de muestreo, como se aprecia en el Cuadro 5.11, la estación con la mayor riqueza de especies fue QLVIZ-05 con 20 especies, seguida de QLBHUA-01 y QLBHUA-03 con 17 especies en cada uno. Los Arthropoda, Nematoda y Rotifera fueron registrados en la mayoría de las estaciones.

Figura 9. Composición y riqueza por división del Zooplancton, abastecimiento.



Elaboración: ASILORZA, 2022

Cuadro 5.11. Composición y número de especies del Zooplancton por estación

PHYLUM	QLBHUA-01	QLBHUA-03	QLBHUA-05	QLCHI-01	QLCHI-04	QLCHR-01	QLHUA-01	QLHUA-02	QLTIT-01	QLVIZ-04	QLVIZ-05	TOTAL
ARTHROPODA	5	4	4	5		4	2	1		6	7	8
CILIOPHORA	1	1						1			1	1
GASTROTRICHA	1											1
NEMATODA	1	1	1		1	1	1	1	1		1	1
PROTOZOA	4	2	2	2	1	3					1	6
ROTIFERA	5	9	4	7	1	4	1	3		7	10	17
TOTAL	17	17	11	14	3	12	4	6	1	13	20	34

Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.1.2.3. ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD TOTAL

Como se aprecia en el Cuadro 5.12, se registró una mayor abundancia en temporada húmeda 2022. En el análisis acumulado, la abundancia se distribuyó en Rotifera (37%) seguido de los Arthropoda (19%), Amebozoa (16%) y Ciliophora (11%).

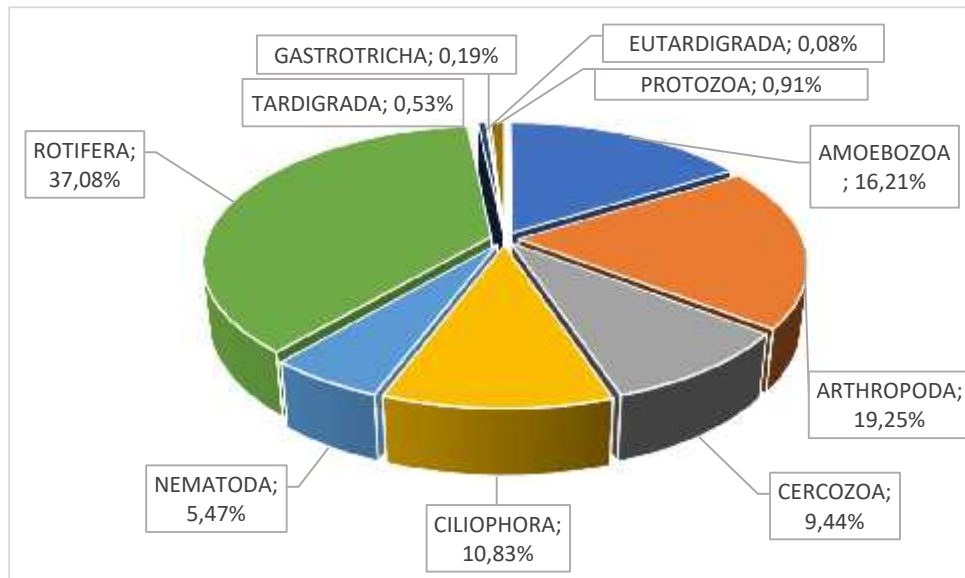
Los valores de diversidad total variaron de intermedios a altos. Las temporadas secas del 2020 y 2021 registran diversidad media con 2.96 y 2.92 bits/individuo respectivamente. En cambio, en las temporadas húmedas del 2021 y 2022 se obtuvo alta diversidad con valores de 5.03 y 4.31 bits/individuo. Para la presente temporada se obtuvo alta diversidad (4.09 bits/individuo) respecto a las temporadas secas anteriores.

Cuadro 5.12. Abundancia y diversidad total de especies del Zooplancton por temporada de evaluación.

Índices	TS 2020	TH 2021	TS 2021	TH 2022	TS 2022	Total
AMOEBOZOA	212	229	30	743	0	1,214
ARTHROPODA	117	262	487	159	417	1,442
CERCOZOA	47	78	0	582	0	707
CILIOPHORA	73	53	23	619	43	811
NEMATODA	41	39	54	217	59	410
ROTIFERA	295	409	49	1,323	701	2,777
TARDIGRADA	19	13	0	0	8	40
EUTARDIGRADA	0	0	0	6	0	6
GASTROTRICHA	0	0	0	13	1	14
PROTOZOA	0	0	0	0	68	68
Número de especie (S)	31	55	25	40	39	0
Número de individuos (N)	804	1,083	643	3,662	1297	7,489
Riqueza de Margalef (d):	8.67	12.9	9.31	4.75	5.3	0
Índice de Uniformidad de Pielou (J')	0.44	0.73	0.45	0.81	0.77	0
Índice de Shannon-Wiener (H')	2.96	5.03	2.92	4.31	4.09	0
Índice de Dominancia de Simpson (1-λ')	0.69	0.94	0.73	0.93	0.91	0

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 5.4. Distribución porcentual de la abundancia del Zooplancton por phylum (célula/ml).



Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.1.2.4. ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD POR COMPONENTES DEL PROYECTO EN LA TEMPORADA SECA 2022

6.2.1.2.4.1. OPERACIONES

Como se aprecia en el Cuadro 5.13 se registró una alta abundancia en dos grupos predominantes: Arthropoda y Rotifera con 44.4 % y 34.3% respectivamente. En menor medida se registró Nematoda (9.8%), Protozoa (7.7%), Tartigrada (2.7%) y Ciliophora (1.0%).

Por estación de monitoreo

Se obtuvo un total de 297 células/ml. En los puntos AS-1, ALT-4 y P-11, que se ubican antes del desvío del río Asana la abundancia estuvo entre 15-30 células/ml. Aguas abajo del túnel, P-12 y COS- la abundancia estuvo entre 2 y 12 células/ml.

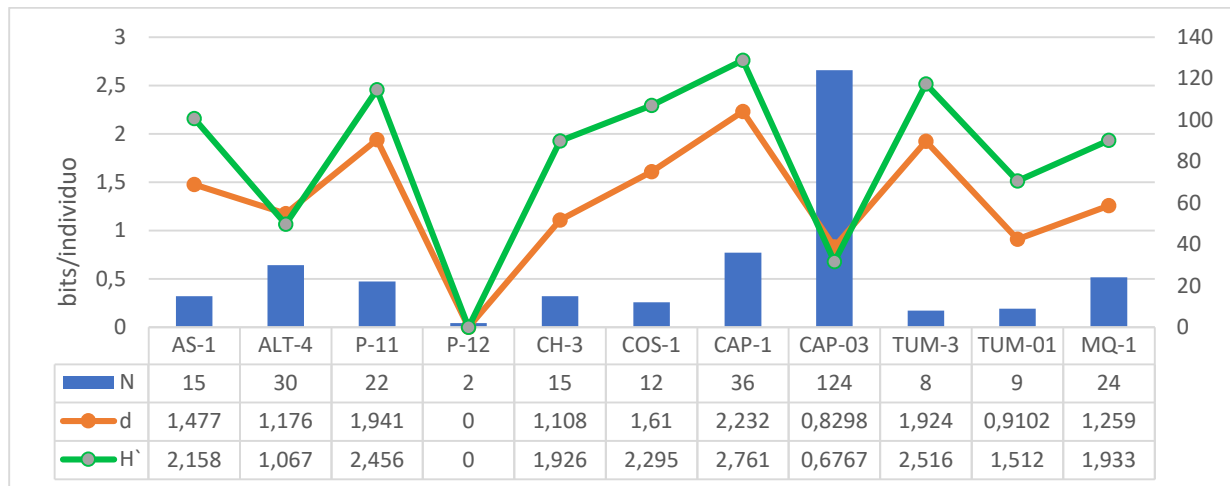
Cuadro 5.13. Abundancia de Zooplancton por estación de monitoreo MAP-TS (operaciones).

PHYLUM	AS-1	ALT-4	P-11	P-12	CH-3	COS-1	CAP-1	CAP-03	TUM-3	TUM-01	MQ-1	TOTAL
ARTHROPODA	1	1	1	0	0	3	8	111	3	0	4	132
CILIOPHORA	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
NEMATODA	5	0	7	2	6	3	1	0	1	3	1	29
PROTOZOA	0	1	1	0	5	1	9	6	0	0	0	23
ROTIFERA	6	25	10	0	3	5	18	7	3	6	19	102
TARDIGRADA	2	1	3	0	1	0	0	0	1	0	0	8

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Como se aprecia en la Figura 5.10, los puntos de monitoreo ubicados antes del túnel de desvío presentan diversidad intermedia con 2.4 bits/individuo como valor máximo en la estación P-11. Para los puntos ubicados aguas abajo de dicho túnel se tiene baja diversidad en dos estaciones e intermedia para el resto con valores que van desde 1.51 bits/individuo en el TUM-01 (Pte. Tumilaca) a 2.51 bits/individuo en TUM-3.

Figura 10. Comparación de la abundancia y diversidad del Zooplancton por estación de monitoreo en operaciones.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Legenda: N: Número de individuos, d: Riqueza de Margalef, H': Índice de Shannon - Wiener

6.2.1.2.4.2. ABASTECIMIENTO

La abundancia acumulada, como se aprecia en el Cuadro 5.14 estuvo distribuida en Rotifera (59.9%), Arthropoda (28.5%) y otros grupos de menor abundancia como Ciliophora (4%), Protozoa (4.5%), Nematoda (3%) y Gastrotricha (0.1%).

En los puntos ubicados antes de la represa de Vizcachas la abundancia estuvo entre 4 y 116 células/ml, siendo el punto QLBHUA-03 con 116 células/ml el que mayor abundancia presentó. En comparativa, los puntos ubicados aguas abajo QLVIZ-04 y QLVIZ-05 tienen 265 y 419 células/ml respectivamente.

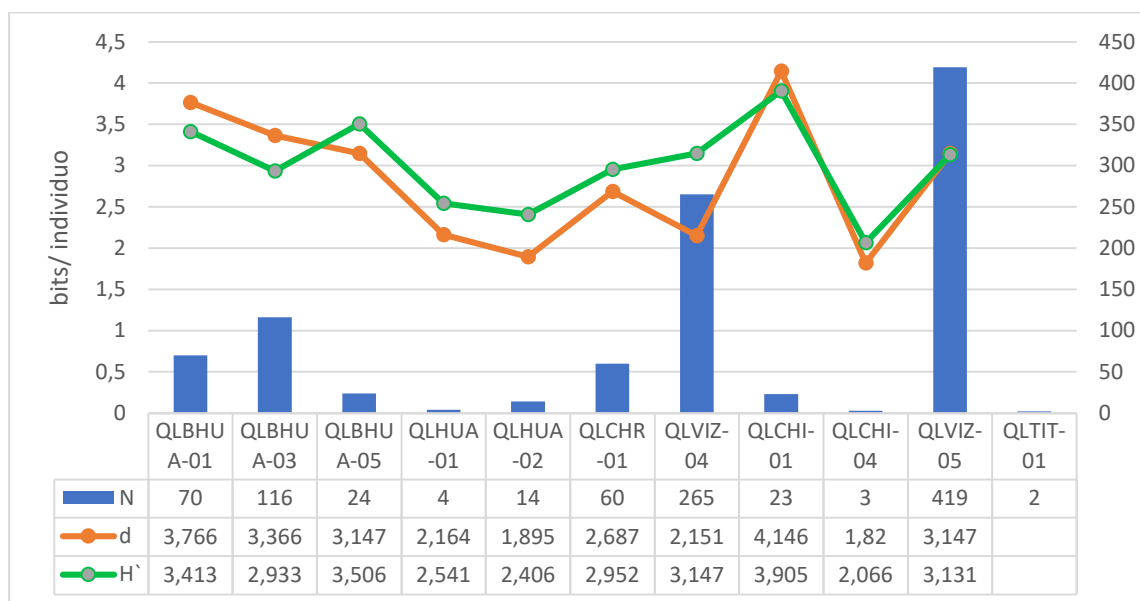
Cuadro 5.14. Abundancia de zooplancton por estación de monitoreo MAP-10 TS (abastecimiento).

PHYLUM	QLBHUA-01	QLBHUA-03	QLBHUA-05	QLHUA-01	QLHUA-02	QLCHR-01	QLVIZ-04	QLCHI-01	QLCHI-04	QLVIZ-05	QLTIT-01	TOTAL
ARTHROPODA	21	30	5	2	1	35	103	8	0	80	0	285
CILIOPHORA	2	2	0	0	1	0	0	0	0	35	0	40
GASTROTRICHA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
NEMATODA	2	9	4	1	1	1	0	0	1	9	2	30
PROTOZOA	11	7	5	0	0	16	0	3	1	2	0	45
ROTIFERA	33	68	10	1	11	8	162	12	1	293	0	599

Elaboración: ASILORZA, 2022

Como se muestra en la Figura 11, se han obtenido valores de diversidad intermedios- altos en las estaciones ubicadas antes y después de la represa Vizcachas, registrándose los valores más altos del índice de Shannon – Wiener en las estaciones QLCHI-01 (3.9 bits/individuo), QLBHUA-05 (3.5 bits/individuo), QLBHUA-01 (3.4 bits/individuo) y QLVIZ-04 (3.1 bits/individuo).

Figura 11. Comparación de la abundancia y diversidad del Zooplancton por estación de monitoreo (abastecimiento).



Leyenda: N: Número de individuos, d: Riqueza de Margalef, H': Índice de Shannon – Wiener

Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.2. BENTOS

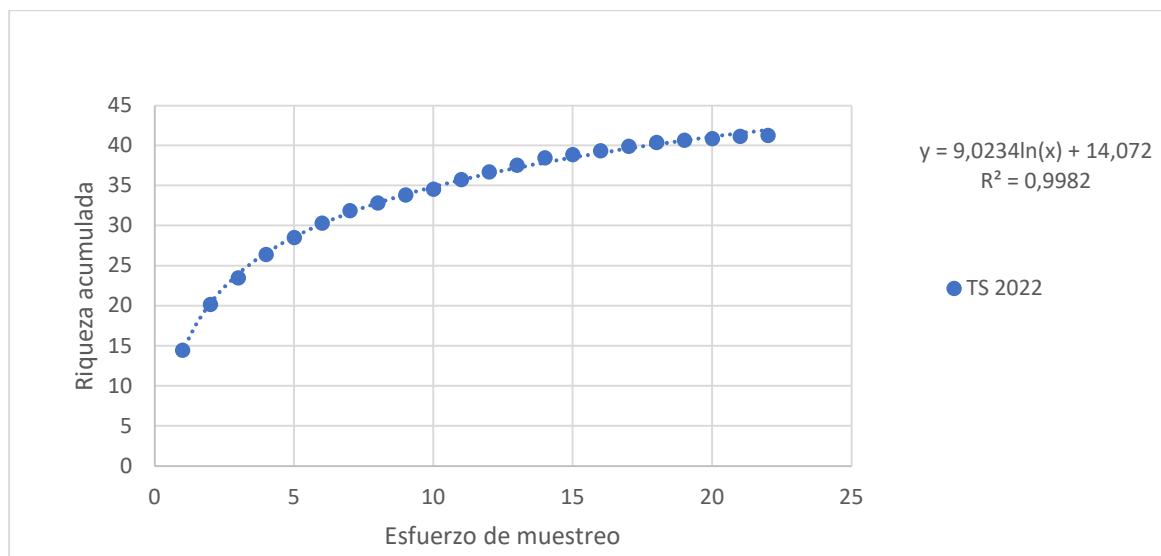
6.2.2.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA TOTAL

La composición acumulada de macroinvertebrados hasta la temporada húmeda 2022 incluye 112 especies, para el presente monitoreo se tiene un registro total de 41 especies divididos en 4 phylum como se aprecia en el cuadro 5.15.

El análisis de curva de acumulación de especies para evaluar el esfuerzo de muestreo indica que en general el esfuerzo fue superior al 99% de lo predicho por los métodos no paramétricos (Chao2) lo que indica que la calidad de la evaluación fue idónea por ser mayor al 70% (Moreno y Halffter 2000; 2001).

En el Cuadro 5.15 se observa que la mayor riqueza se ha registrado en la temporada seca del 2021. 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 5.5. Curva de acumulación de especies de Macroinvertebrados MAP-10 TS.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Cuadro 5.15. Composición y número de especies de macroinvertebrados por temporada de evaluación.

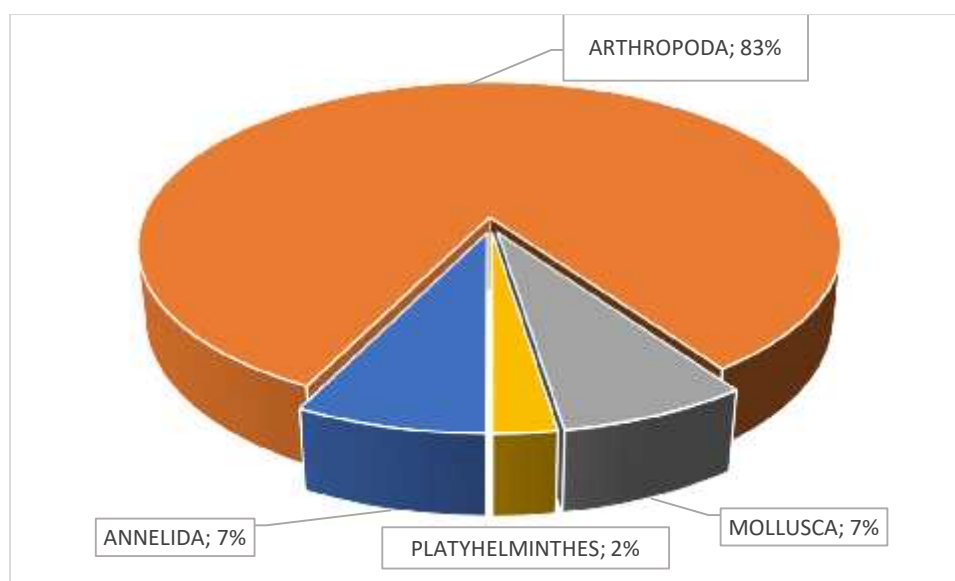
Phylum	TS 2020	TH 2021	TS 2021	TH 2022	TS 2022
ANNELIDA	4	3	6	5	3
ARTHROPODA	55	31	88	49	34
MOLLUSCA	-	1	4	4	3
NEMATODA	1	-	1	-	-
PLATYHELMINTHES	-	1	2	1	1
Total	60	36	101	59	41

Elaboración: ASILORZA, 2022.

En esta temporada de evaluación (2022 TS) los macroinvertebrados se encuentran distribuidos en cuatro phyla, siendo los Arthropoda los que registraron una mayor riqueza con 34 especies (83%), seguido de los phylum Annelida (3 especies, 7%), Mollusca (3 especies, 7%), Platyhelminthes (1 especie, 2%). El phylum Nematoda no fue reportado para esta temporada. Figura 12.

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 12. Composición porcentual de Macroinvertebrados por phylum MAP-10 TS.



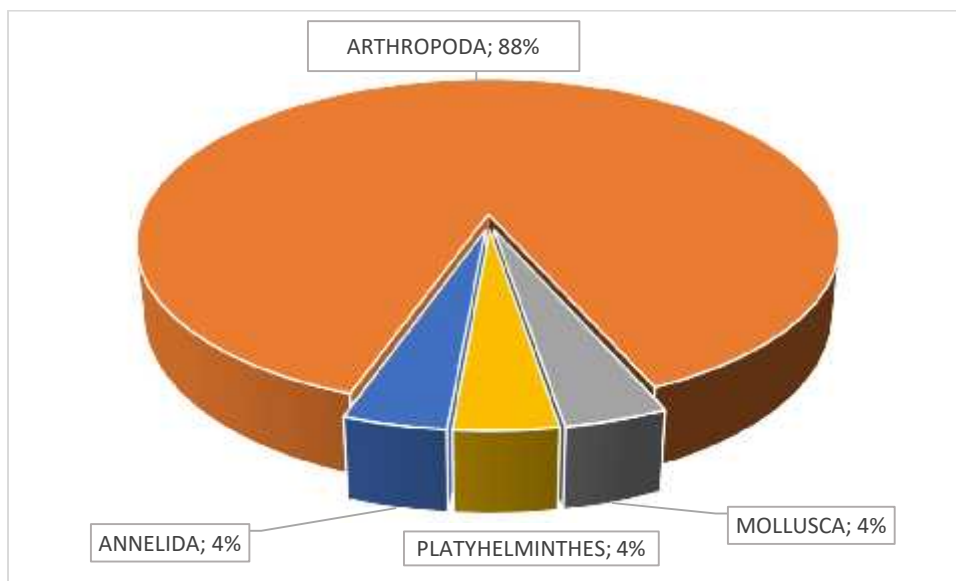
Elaboración: ASILORZA, 2022

6.2.2.2. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA POR COMPONENTES DEL PROYECTO EN LA TEMPORADA SECA 2022

6.2.2.2.1. OPERACIONES

Se registró un total de 12 especies de macroinvertebrados, distribuidos en 4 phyla. Como se aprecia a en la Figura 13, los Arthropoda fueron los más diversos en términos de riqueza de especies agrupando el 88% de las especies registradas; mientras que los Annelida, Mollusca y Platyhelminthes corresponden al 1% cada una.

Figura 13. Composición y riqueza por división del Macroinvertebrados por estación de monitoreo.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Con respecto a las estaciones de muestreo, como se aprecia en el Cuadro 5.16, los Arthropoda fueron registrados en todas las estaciones, siendo dominantes en el área de estudio. Las estaciones COS-1 y P-11 fueron las que registraron el mayor número de especies; mientras que en la estación MQ-1 se registró especies de los 4 phyla colectados en el área de estudio siendo esta estación la que presentó mejor composición durante la última temporada.

Cuadro 5.16. Composición y número de especies del Macroinvertebrados por estación de monitoreo.

PHYLUM	ALT-4	AS-1	CAP-03	CAP-1	CH-3	COS-1	MQ-1	P-11	P-12	TUM-1	TUM-3	TOTAL
ANNELIDA	1	1	1		1		1				1	1
ARTHROPODA	11	15	12	13	15	18	13	18	12	12	12	22
MOLLUSCA			1				1					1
PLATYHELMINTHES							1					1
TOTAL	12	16	14	13	16	18	16	18	12	12	13	25

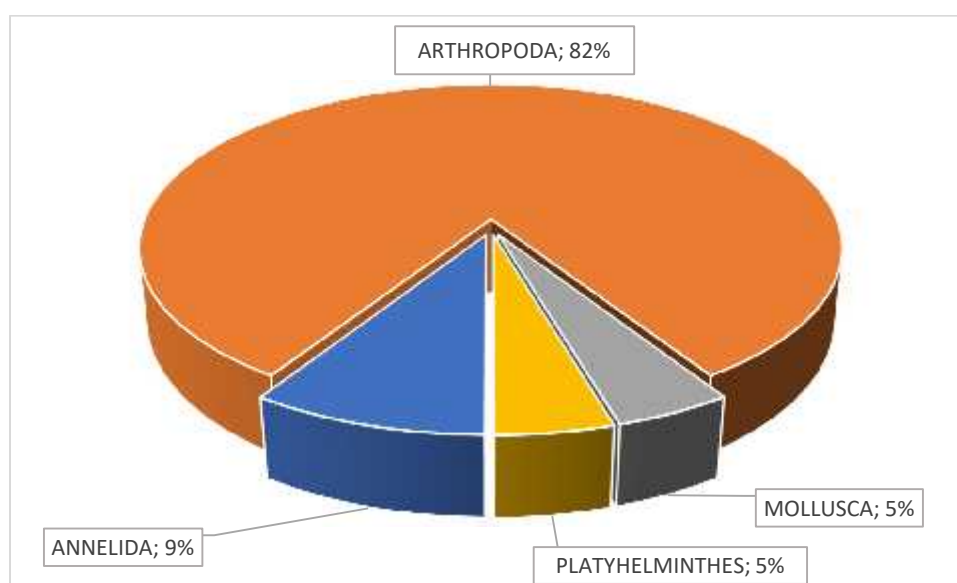
Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.2.2. ABASTECIMIENTO

Se registró un total de 22 especies de macroinvertebrados, distribuidos en 4 phyla. En la Figura 14 se observa la composición y riqueza de especies por división. El phylum que presentó una mayor riqueza de especies fue el Arthropoda con 18 especies que corresponde al 82% del total; seguido de los phyla Annelida (2 especies, 9%), Platyhelminthes y Mollusca (1 especie y 5% cada uno).

Con respecto a las estaciones de muestreo, como se aprecia en el Cuadro 5.17, los Arthropoda fueron registrados en todas las estaciones, siendo dominantes en el área de estudio durante todas las temporadas evaluadas; se registró un número alto de especies en estado de pupas y ninfas.

Figura 14. Composición y riqueza por división del Macroinvertebrados por estación de monitoreo.



Elaboración: ASILORZA, 2022

Cuadro 5.17. Composición y número de especies del Macroinvertebrados por estación de monitoreo.

PHYLUM	QLBHUA-01	QLBHUA-03	QLBHUA-05	QLCHI-01	QLCHI-04	QLCHR-01	QLHUA-01	QLHUA-02	QLTIT-01	QLVIZ-04	QLVIZ-05	TOTAL
ANNELIDA	1	1	1	1	2	2		1		1		2
ARTHROPODA	12	12	11	12	12	13	8	15	6	11	12	18
MOLLUSCA	1		1									1
PLATYHELMINTHES								1				1
TOTAL	14	13	13	13	14	15	8	17	6	12	12	22

Elaboración: ASILORZA, 2022.

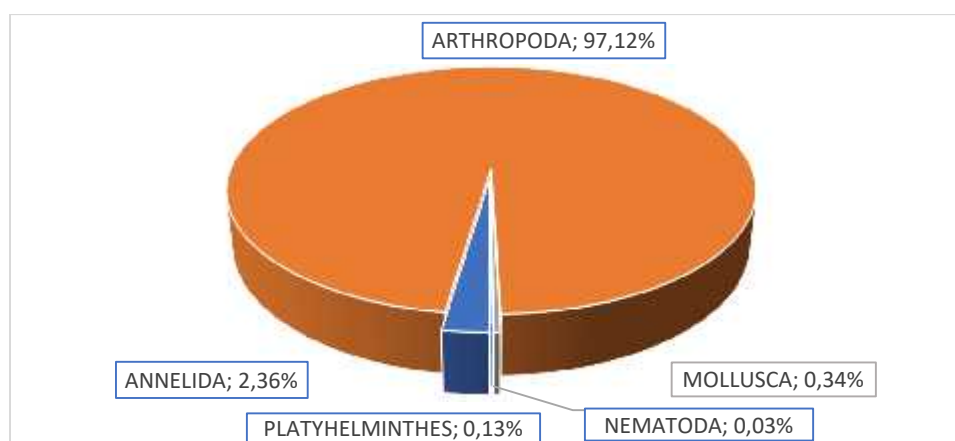
6.2.2.3. ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD TOTAL

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 40274 organismos/muestra para esta temporada.

El phylum con mayor abundancia de individuos fue Arthropoda (97%) como se aprecia en la Figura 15, el que está compuesto principalmente por individuos de la clase Insecta.

Los valores de diversidad registrados fueron altos al igual que los de la riqueza de Margalef alcanzando un valor de 3.19 bits/individuo en el primer caso y de 3.77 bits/individuo en el otro. Asimismo, los resultados en diversidad de Simpson fueron altos y en equidad de Pielou se obtuvo un valor intermedio. En ambas temporadas existe dominancia de los Arthropoda.

Figura 15. Distribución porcentual de la abundancia de Macroinvertebrados por Phylum.



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Cuadro 5.18. Abundancia y diversidad total de especies de Macroinvertebrados por temporada de evaluación.

Phylum	TS 2020	TH 2021	TS 2021	TH 2022	TS 2022	Total
ANNELIDA	115	41	940	302	515	1913
ARTHROPODA	8359	3493	21656	5615	39639	78762
MOLLUSCA		30	27	130	88	275
NEMATODA	2		21			23
PLATYHELMINTHES		9	73	20	5	107
Número de especie (S)	60	36	96	59	41	-
Número de individuos (N)	8476	3588	22717	6067	40247	81095
Riqueza de Margalef (d):	5.58	4.84	9.47	6.66	3.77	-
Índice de Uniformidad de Pielou (J')	0.62	0.73	0.69	0.69	0.59	-
Índice de Shannon-Wiener (H')	3.03	3.89	4.51	4.07	3.19	-
Índice de Dominancia de Simpson (1-Λ')	0.76	0.89	0.92	0.91	0.80	-

Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.2.4. ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD POR COMPONENTES DEL PROYECTO EN LA TEMPORADA SECA 2022

6.2.2.4.1. OPERACIONES

Como se aprecia en el siguiente cuadro se registró una densidad alta de especies predominando los Arthropoda (20804 Org./ 1.08 m² , 99% del total).

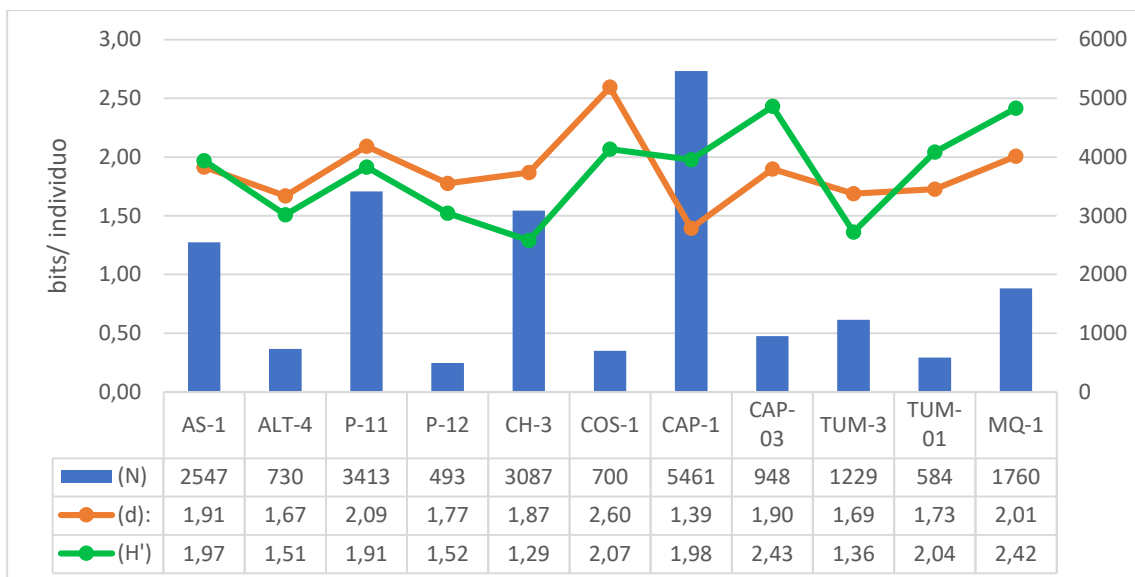
Como se aprecia en la Figura 16, en todas las estaciones de monitoreo se obtuvo valores moderados de diversidad. La estación CAP-01 registro la mayor abundancia con 5461 Org./ 1.08 m² y valores moderados de la diversidad ($H' = 1.98$ bits/individuos) y riqueza de especies de Margalef ($H' = 1.39$ bits/individuos). La estación CAP-3 registró la mayor diversidad ($H' = 2.43$ bits/individuos) y una riqueza de especies de Margalef moderada ($H' = 1.90$ bits/individuos).

Cuadro 5.19. Abundancia total de especies de Macroinvertebrados

Phylum	AS-1	ALT-4	P-11	P-12	CH-3	COS-1	CAP-1	CAP-03	TUM-3	TUM-01	MQ-1	TOTAL
ANNELIDA	3	1	0	0	2	0	0	112	1	0	3	122
ARTHROPODA	2544	729	3413	493	3085	700	5461	819	1228	584	1748	20804
MOLLUSCA	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0	8	25
PLATYHELMINTHES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 16. 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.

6.2.2.4.2. ABASTECIMIENTO

Como se aprecia en el Cuadro 5.20, la abundancia total de especies en la zona de Abastecimiento fue de 19295 Org./ 1.08 m2. Los Arthropoda registraron el 98% de la abundancia total (18835 Org./ 1.08m2).

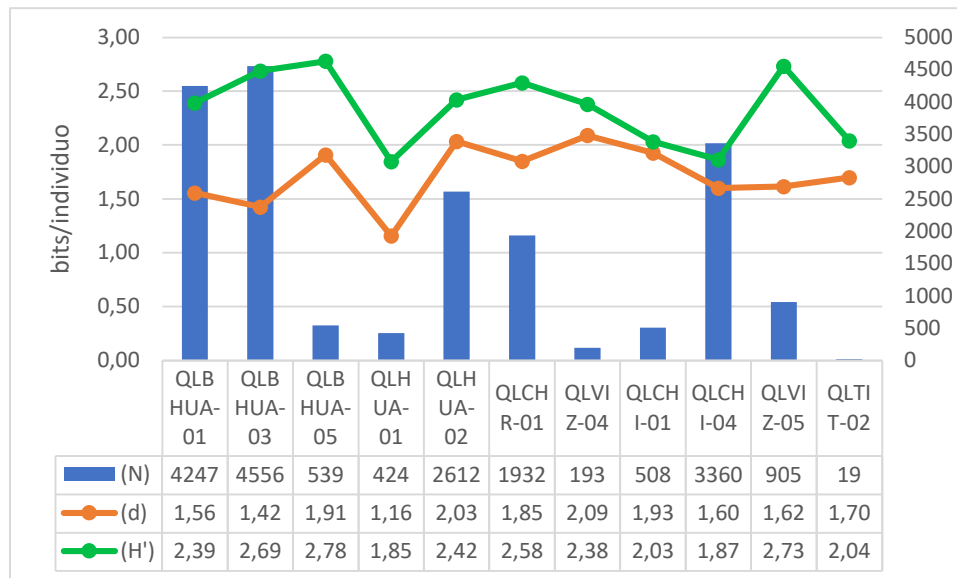
Como se muestra en la Figura 17, en todas las estaciones los resultados de diversidad fueron moderados ($H' = 1.85$ a 2.78 bits/individuos); La estación QLBHUA-03 registró la mayor abundancia con 4556 Org./ 1.08 m2 y valores moderados de la diversidad ($H' = 2.88$ bits/individuos) y riqueza de especies de Margalef ($H' = 2.69$ bits/individuos). Con respecto a la estación QLTIT-02, registro una diversidad moderada y una riqueza de especies de Margalef moderada ($d = 1.7$ bits/individuos).

Cuadro 5.20. Abundancia total de especies de Macroinvertebrados

Phylum	QLBHUA-01	QLBHUA-03	QLBHUA-05	QLHUA-01	QLHUA-02	QLCHR-01	QLVIZ-04	QLCHI-01	QLCHI-04	QLVIZ-05	QLTIT-02	TOTAL
ANNELIDA	233	13	2	0	3	120	12	2	8	0	0	393
ARTHROPODA	4009	4543	479	424	2605	1812	181	506	3352	905	19	18835
MOLLUSCA	5	0	58	0	0	0	0	0	0	0	0	63
PLATYHELMINTHES	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	4

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Figura 17. 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.

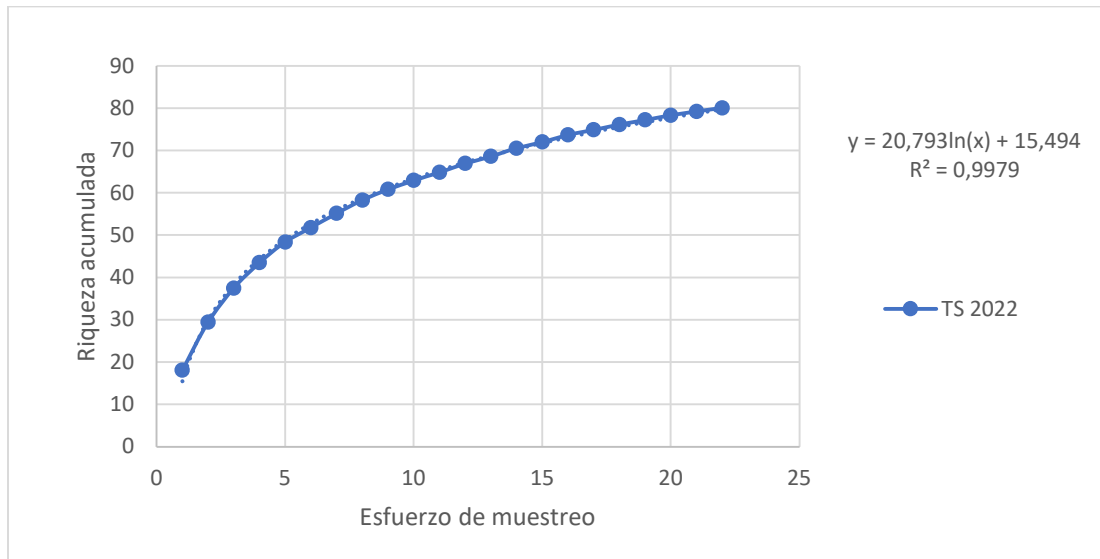
6.2.3. PERIFITON

6.2.3.1. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA TOTAL

La composición acumulada de especies del perifiton de las cuatro evaluaciones realizadas hasta la temporada húmeda del 2022 incluye 161 especies. Como se aprecia en la Figura 18 y en Cuadro 5.21, la riqueza se incrementó durante los monitoreos 2021 TS y 2022 TH. 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. Para la presente evaluación el registro fue de 79 especies.

La curva de acumulación de especies muestra que el esfuerzo de muestreo fue superior al 70%. Por tanto, la calidad de la evaluación fue idónea.

Figura 18. Curva de acumulación de especies del perifiton del área de estudio MAP-10 TS.

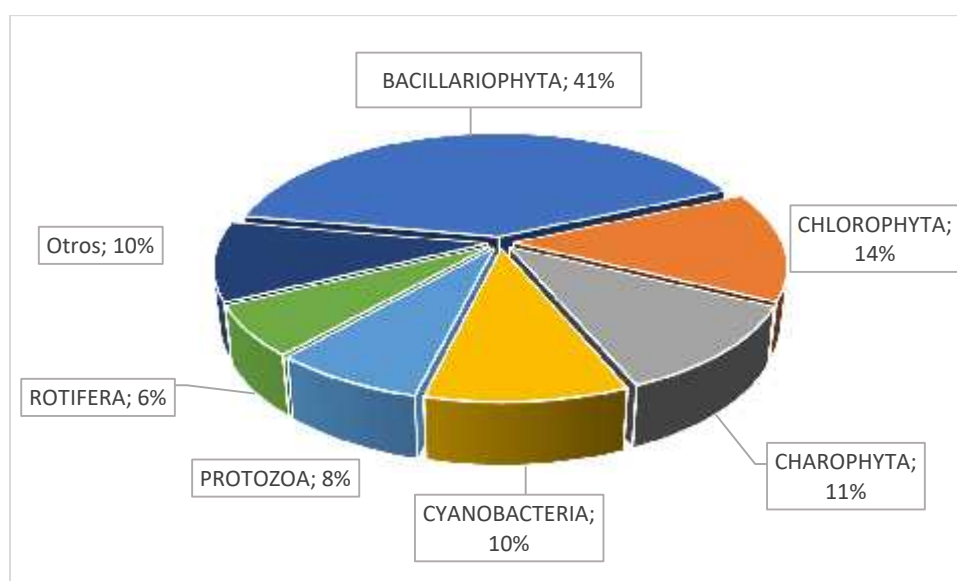


Elaboración: ASILORZA, 2022

Con respecto a la distribución de especies, como se muestra en la Figura 19 la composición de especies estuvo distribuida en 12 taxones, 2 menos respecto al total de acumulado hasta la fecha. 5 de ellas corresponde a microinvertebrados (Arthropoda, Ciliophora, Nematoda, Rotifera y Tardigrada) y; 6 a microalgas (Charophyta, Chlorophyta, Cyanobacteria, Bacillariophyta, Euglenozoa y Dinophyta).

Para esta temporada los taxones con mayor riqueza de especies fueron; Bacillariophyta, 41% del total, seguido de Chlorophyta (14%), Charophyta (11%), Cyanobacteria (10%), Protozoa 8%. Rotifera (6%) y otros con 10%.

Figura 19. Composición porcentual del Perifiton.



Elaboración: ASILORZA, 2022

Cuadro 5.21. Composición y número de especies de perifiton por temporada de evaluación

Phylum	TS 2020	TH 2021	TS 2021	TH 2022	TS 2022
AMOEBOZOA	1	2	3	2	-
ARTHROPODA	-	-	1	-	2
CERCOZOA	3	2	3	2	-
CHAROPHYTA	7	10	10	16	9
CHLOROPHYTA	21	21	22	19	11
CILIOPHORA	2	1	1	2	2
CYANOBACTERIA	12	12	17	15	8
DINOPHYTA	-	1	1	1	1
EUGLENOZOA	3	1	1	1	1
GASTROTRICHA	-	-	1	-	-
MIOZOA	-	-	-	-	-
NEMATODA	1	1	1	1	1
PROTOZOA	-	-	-	-	6
ROTIFERA	1	2	5	1	5
TARDIGRADA	-	-	1	-	1
BACILLARIOPHYTA	39	44	44	42	32
Total	90	97	111	102	79

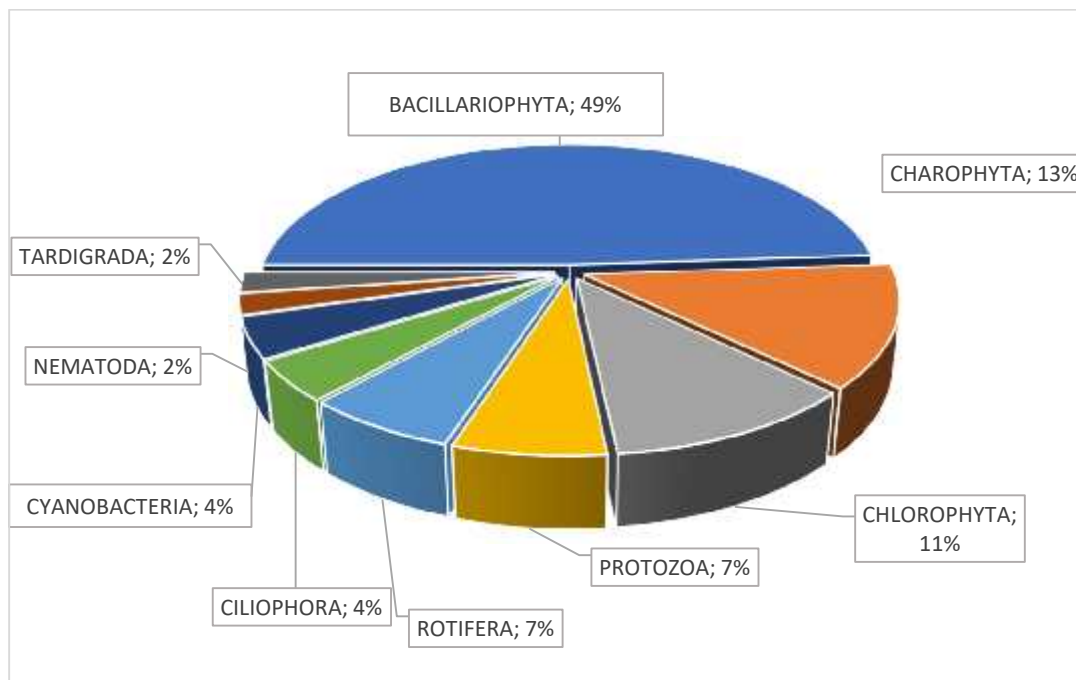
Elaboración: ASILORZA, 2022

6.2.3.2. COMPOSICIÓN Y RIQUEZA POR COMPONENTES DEL PROYECTO EN TEMPORADA SECA 2022

6.2.3.2.1. OPERACIONES

Se registró un total de 45 especies, cuya composición estuvo distribuida en 9 taxones, 49% Bacillariophyta, 13% Charophyta, 11% Chlorophyta, 7% Protozoa, 7% Rotifera y otros. Figura 20.

Figura 20. Composición y riqueza de perifiton



Elaboración: ASILORZA, 2022

Con respecto a las estaciones de muestreo, como se aprecia en el Cuadro 5.22, las Bacillariophyta y Cyanobacteria fueron registradas en todas las estaciones, siendo dominantes en el área de estudio. Las estaciones con mayor riqueza fueron MQ-1 con 21 especies, CH-3 y P-11 con 20 especies en cada estación y AS-1 con 19.

Cuadro 5.22. Composición y número de especies del Perifiton

PHYLUM	ALT-4	AS-1	CAP-03	CAP-1	CH-3	COS-1	MQ-1	P-11	P-12	TUM-01	TUM-3	TOTAL
BACILLARIOPHYTA	9	10	11	7	10	7	11	11	11	12	7	22
CHAROPHYTA	1	2		4	1		1	1				6
CHLOROPHYTA	1			1	4		1	1				5
PROTOZOA				1	1		2	1				3
ROTIFERA	1	2			2		1	2	1			3

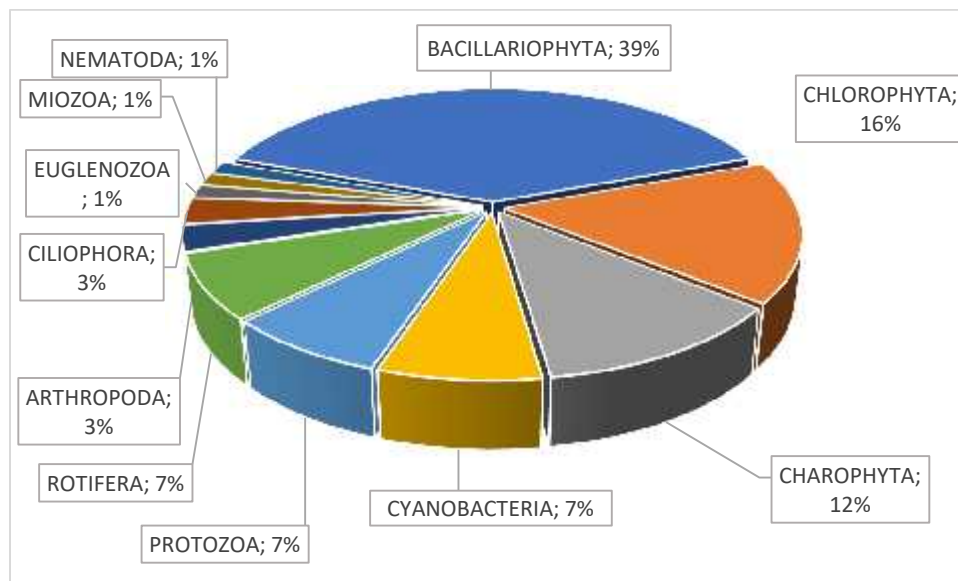
PHYLUM	ALT-4	AS-1	CAP-03	CAP-1	CH-3	COS-1	MQ-1	P-11	P-12	TUM-01	TUM-3	TOTAL
CILIOPHORA		1	1	2			1	2		1		2
CYANOBACTERIA	1	3	2	1	1	1	3	1	2	1	1	2
NEMATODA		1		1	1		1	1	1	1		1
TARDIGRADA						1						1
TOTAL	13	19	14	17	20	9	21	20	15	15	8	45

Elaboración: ASILORZA, 2022

6.2.3.2.2. ALMACENAMIENTO

Se registró un total de 67 especies del perifiton, distribuidos en 11 taxones, uno más que en la temporada húmeda anterior. Como se aprecia en la Figura 21, la riqueza de especies fue mayor en microalgas, siendo la más diversa Bacillariophyta con 39%, seguido de Chlorophyta con 16%, Charophyta con 12%, Cyanobacteria con 7% y 23% otros.

Figura 21. Composición y riqueza de perifiton.



Elaboración: ASILORZA, 2022

Con respecto a las estaciones de muestreo, como se aprecia en el Cuadro 5.23, las Ochrophyta y Cyanobacteria fueron registrados en todas las estaciones, siendo dominantes en el área de estudio. La estación QLTIT-02 se registró el menor número de especies, mientras que la estación QLCHR-01 registró el mayor número de especies (34 especies).

Cuadro 5.23. Composición y número de especies del perifiton

PHYLUM	QLBHUA-01	QLBHUA-03	QLBHUA-05	QLCHI-01	QLCHI-04	QLCHR-01	QLHUA-01	QLHUA-02	QLTIT-01	QLVIZ-04	QLVIZ-05	TOTAL
BACILLARIOPHYTA	11	12	12	11	13	11	4	9	2	12	10	26
CHLOROPHYTA	3	4	1	4	3	8		4		3	4	11
CHAROPHYTA	5	2	1	2	1	4		1	1	5	1	8
CYANOBACTERIA	3	4	1	2	4	3	1	2	1	4	3	5
PROTOZOA	2	1	2			2	1	1		1	1	5
ROTIFERA	3		2	1	1	3	2	1		1	2	5
ARTHROPODA	1		1				1					2
CILIOPHORA	2	1	1			2						2
EUGLENOZOA										1		1
MIOZOA										1	1	1
NEMATODA			1	1		1		1		1	1	1
TOTAL	30	24	22	21	22	34	9	19	4	29	23	67

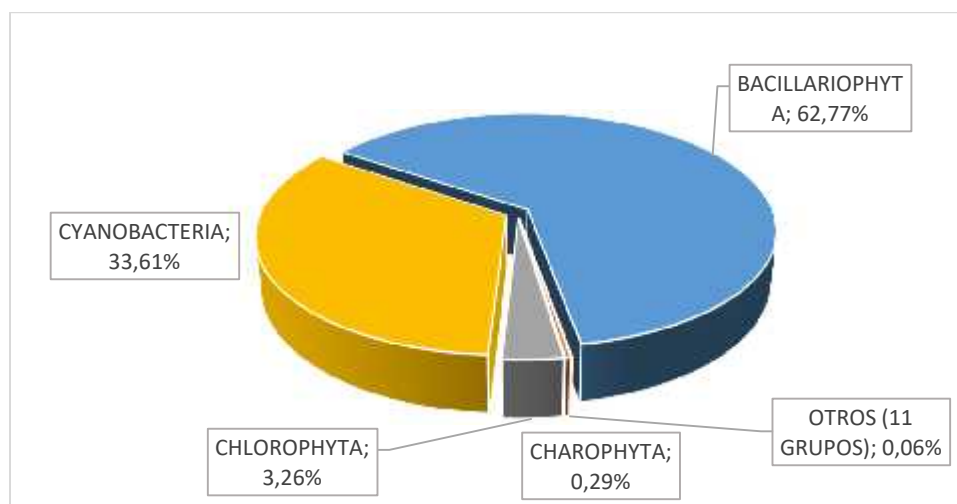
Elaboración: ASILORZA, 2022

6.2.3.3. ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD TOTAL

Para el análisis de la abundancia se tomaron los resultados obtenidos en todas las estaciones de monitoreo de operaciones y abastecimiento para cada temporada de monitoreo. Se ha registrado un total de 1,812,966 células/mm² a la actualidad. Se evidencia una clara variación en cuanto a la abundancia obtenida para la temporada seca del 2021 con 1,534,915 células/mm² y lo registrado en otros monitoreos del 2020, 2021 y 2022 donde los resultados van desde 25,985 células/mm² en el presente monitoreo a 164,713 células/mm² en la temporada húmeda del 2022.

Existen dos grupos predominantes en las zonas de evaluación: Bacillariophyta con un 62.9% del total y Cyanobacteria 33.7%. El resto está conformado por 14 phylum que conforman el 3.4% restante.

Figura 5.6. Distribución porcentual total de la abundancia del perifiton por división (célula/mm²)



Elaboración: ASILORZA, 2022

Cuadro 5.24. Abundancia y diversidad total de especies del Perifiton por temporada de evaluación.

Phylum	TS 2020	TH 2021	TS 2021	TH 2022	TS 2022	Total
AMOEBOZOA	4	11	18	7	0	40
ARTHROPODA	0	0	1	0	7	8
CERCOZOA	17	32	207	20	0	276
CHAROPHYTA	179	504	3,873	242	522	5320
CHLOROPHYTA	3,511	5,879	44,551	4,804	510	59255
CILIOPHORA	17	24	61	57	74	233
CYANOBACTERIA	35,824	10,318	447,349	111,766	5005	610262
DINOPHYTA	0	17	112	2	0	131
EUGLENOZOA	27	5	11	2	2	47
GASTROTRICHA	0	0	3	0	0	3
NEMATODA	4	5	80	3	62	154
ROTIFERA	5	20	87	1	126	239
TARDIGRADA	0	0	3	0	2	5
BACILLARIOPHYTA	14,874	16,076	1,038,559	50,714	19551	1139774
PROTOZOA	0	0	0	0	40	40
MIOZOA	0	0	0	0	4	4
Número de especie (S)	90	97	113	102	80	0
Número de individuos (N)	54,462	32,891	1,534,915	164,713	25985	1812966
Riqueza de Margalef (d):	6.34	9.23	7.86	3.16	7.774	0
Índice de Uniformidad de Pielou (J')	0.52	0.68	0.48	0.59	0.6722	0
Índice de Shannon-Wiener (H')	2.76	4.54	3.28	3.12	2.946	0
Índice de Dominancia de Simpson (1-A')	0.68	0.93	0.78	0.83	0.9201	0

Elaboración: ASILORZA, 2022.

En la temporada seca del año 2020 se obtuvo una diversidad intermedia (2.76 bits/individuo), en adelante se obtuvieron valores altos de diversidad de manera independiente a las temporadas húmeda o seca. En el presente monitoreo se obtuvo 2.94 bits/individuo en el índice de Shannon-Wiener siendo una diversidad intermedia y por debajo de las temporadas anteriores aunque es necesario más datos para poder establecer un patrón de cambio. En cuanto a los valores de riqueza de Margalef varían entre 3.16 y 9.23 bits/individuos siendo un valor alto para todas las temporadas de evaluación hasta el momento, el registro más bajo se dio en la temporada húmeda del 2022.

6.2.3.4. ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD POR COMPONENTES DEL PROYECTO EN TEMPORADA SECA 2022

6.2.3.4.1. OPERACIONES

Como se aprecia en el Cuadro 5.25 el grupo predominante es el de las Bacillariophyta con 89.32% del total seguido de Cyanobacteria con 7.27%. Los grupos restantes están compuestos por Charophyta, Chlorophyta, Ciliophora, Nematoda, Protozoa, Rotifera y Tartigrada que en conjunto son el 3.41% de la abundancia registrada.

En la zona de operaciones la mayor abundancia se registró en el punto TUM-01 (2990 células/mm²) ubicado en el Pte. Tumilaca, en abundancia le sigue la estación P-11 (1977 células/mm²). El punto con menor abundancia fue el TUM-3. Teniendo en cuenta las distancias entre los puntos se infiere que las variaciones en abundancia están relacionada a las condiciones de hábitat en cada estación como tipo de sustrato, profundidad, ancho del río, caudal, existencia de vegetación ribereña, etc.

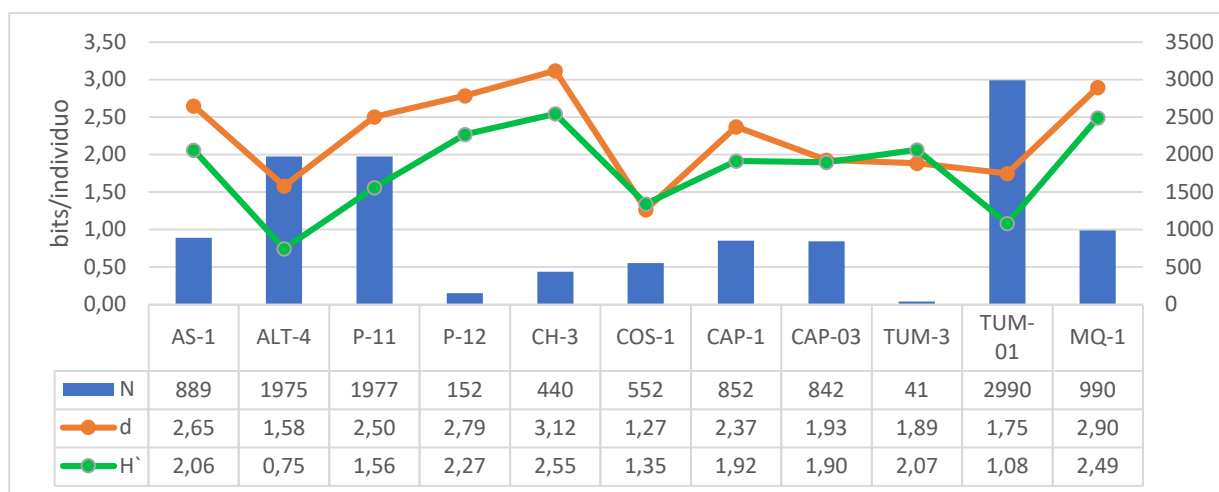
Cuadro 5.25. Abundancia total de especies del Perifiton (operaciones).

PHYLUM	AS-1	ALT-4	P-11	P-12	CH-3	COS-1	CAP-1	CAP-03	TUM-3	TUM-01	MQ-1	TOTAL
BACILLARIOPHYTA	757	1915	1934	128	314	252	724	830	31	2959	606	10450
CHAROPHYTA	6	2	2	0	48	0	52	0	0	0	10	120
CHLOROPHYTA	0	8	5	0	70	0	16	0	0	0	4	103
CILIOPHORA	14	0	4	0	0	0	4	2	0	8	4	36
CYANOBACTERIA	102	46	14	20	2	298	50	10	10	19	280	851
NEMATODA	6	0	2	2	2	0	2	0	0	4	22	40
PROTOZOA	0	0	4	0	1	0	4	0	0	0	8	17
ROTIFERA	4	4	12	2	3	0	0	0	0	0	56	81
TARDIGRADA	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2

Elaboración: ASILORZA, 2022

En la zona de operaciones se obtuvo una diversidad baja- media. Para los puntos ubicados antes del túnel de desvío del río Asana AS-1 y P-11 se obtuvo diversidad media de 2.06 y 1.56 bits/individuos respectivamente. Aguas abajo del túnel en el punto P-12 y COS-1 los valores de diversidad media se mantienen con 2.27 y 1.35 bits/individuos en cada punto. En cuanto a los resultados de riqueza de Margalef se obtuvieron valores intermedios- altos para todos los puntos en evaluación. Resalta lo obtenido en el P-11 y P-12 con 2.50 y 2.79 respectivamente.

Figura 5.7. Comparación de la abundancia y diversidad del perifiton por estación (operaciones).



Leyenda: N: Número de individuos, d: Riqueza de Margalef, H': Índice de Shannon - Wiener

Elaboración: ASILORZA, 2022

6.2.3.4.2. ALMACENAMIENTO

A diferencia de la zona de operaciones el grupo Bacillariophyta es menos predominante en abastecimiento con el 64.07 % del total de abundancia registrada, le sigue Cyanobacteria con 29.24 %. El resto de grupos está conformado por Arthropoda, Charophyta, Chlorophyta, Ciliophora, Euglenozoa, Miozoa, Nematoda, Protozoa y Rotifera que en conjunto conforman el 6.69%.

Como se aprecia en el cuadro 5.26 los puntos que registran mayor abundancia son los ubicados en el río Chincune y en el río Vizcachas en la desembocadura de la represa. En los puntos ubicados aguas abajo del QLVIZ-01 en el río Vizcachas y Chilota se mantiene una abundancia entre 1283 y 1390 células/mm². En contraste el punto QLTIT-1 registra la menor abundancia de todas las estaciones con 6 células/mm².

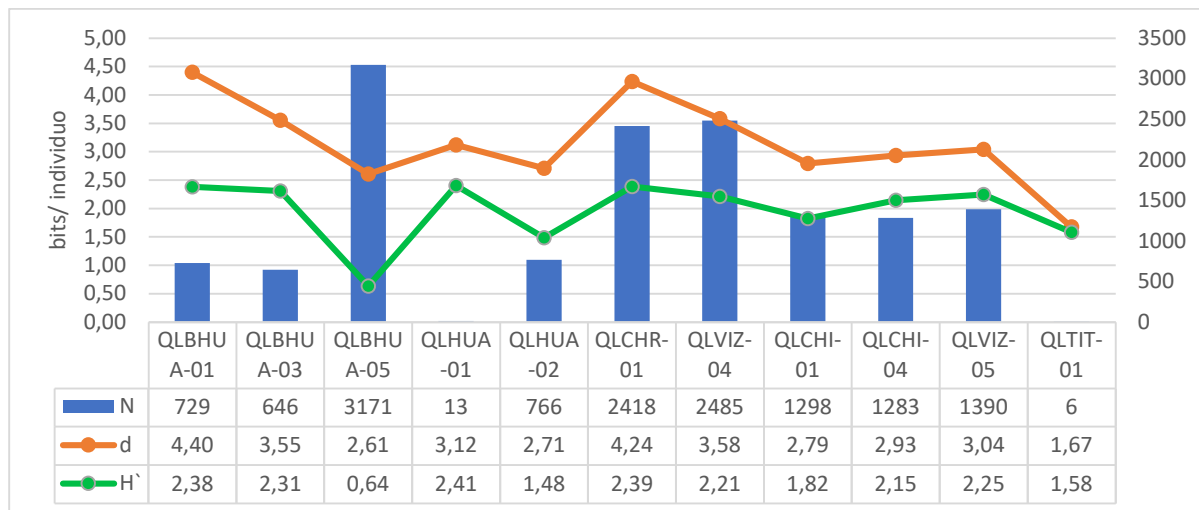
Cuadro 5.26. Abundancia total de especies del Zooplancton (abastecimiento).

PHYLUM	QLBHUA-01	QLBHUA-03	QLBHUA-05	QLHUA-01	QLHUA-02	QLCHR-01	QLVIZ-04	QLCHI-01	QLCHI-04	QLVIZ-05	QLTIT-01	TOTAL
ARTHROPODA	4	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	7
BACILLARIOPHYTA	191	455	431	6	621	2005	2301	1246	730	1113	2	9101
CHAROPHYTA	181	4	6	0	8	83	44	20	46	8	2	402
CHLOROPHYTA	58	113	1	0	15	128	18	18	30	26	0	407
CILIOPHORA	14	18	2	0	0	4	0	0	0	0	0	38
CYANOBACTERIA	267	54	2720	3	114	178	112	6	475	223	2	4154
EUGLENOZOA	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
MIOZOA	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	4
NEMATODA	0	0	2	0	2	2	2	6	0	8	0	22
PROTOZOA	3	2	3	1	2	6	2	0	0	4	0	23
ROTIFERA	11	0	4	2	4	12	2	2	2	6	0	45

Elaboración: ASILORZA, 2022

Para los cuerpos de agua que aportan a la represa Vizcachas se obtuvo diversidad media excepto en la estación QLBHUA-05 de baja diversidad (0.64 bits/individuos). Aguas abajo de la desembocadura de la represa, el río Chilota y Titire los resultados muestran diversidad media. Todos los puntos en la zona de abastecimiento muestran valores altos para el índice de Margalef, excepto en la estación QLTIT-01 de baja riqueza, este río presenta malas condiciones para el desarrollo de perifiton por causas antrópicas externas al proyecto y naturales identificadas en la zona.

Figura 5.8. Comparación de la abundancia y diversidad del perifiton (abastecimiento).



Leyenda: N: Número de individuos, d: Riqueza de Margalef, H': Índice de Shannon - Wiener

Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.4. PECES

En el área de estudio se registraron y colectaron 6 especies de peces, tres de ellas nativas (*Orestias aff. Ispi* "ispi" o "carachi", *Trichomycterus sp.* "bagre" y *Basilichthys semotilus* "pejerrey andino") y tres especies introducidas (*Oncorhynchus mykiss* "trucha arcoiris", *Salvelinus fontinalis* "trucha" y *Poecilia sp.* "guppy").

Como se muestra en el cuadro 5.27, hasta la temporada seca del 2021 se tenía registro de tres especies: *Oncorhynchus mykiss* "trucha arcoiris", *Orestias aff. Ispi* "ispi" y *Trichomycterus sp.* "bagre". En el caso de la trucha es una especie que habita tanto en la zona de abastecimiento como en operaciones, en este último caso se la encuentra en el río Asana y en el punto CAP-3 en el río Huancanane aunque en escasa población debido a que ya el río entra a una zona costera de mayor temperatura. Para su desarrollo es una limitante la cantidad de refugios disponibles dado el bajo caudal y otras condiciones. *Trichomycterus sp.* "bagre" se encuentra distribuido principalmente en bofedales de Alta Montaña (comunidad de Huachunta) aunque también se encuentra en el río de Chilota. Para la zona de operaciones esta especie fue registrada en la estación TUM-01 (Pte. Tumilaca.). *Orestias aff. Ispi* "ispi" se distribuye exclusivamente en las estaciones de monitoreo de abastecimiento, bofedales principalmente.

En cuanto a las estaciones ubicadas en la zona de operaciones para ALT-4 y CAP-3 no se tenía registro hasta la temporada seca del 2021. Para la primera campaña del 2022 (MAP-10 TH) se registró 01 individuo de “trucha” en CAP-3 y se avistó en ALT-4. En la presente campaña (MAP-10 TS) se logró 2 capturas en la estación CAP-3. Así mismo, en el punto ALT-4 se capturó por primera vez dos individuos de “trucha” demostrando que en este río también existe población de esta especie.

Para la temporada húmeda del 2022 se registra por primera vez en el MAP *Basilichthys semotilus* “pejerrey andino” con la captura de 01 individuo en la estación MQ-1. Para la siguiente temporada MAP-10 TS la abundancia es mayor (56 individuos) con el mismo esfuerzo y metodología de muestreo. Esto denota una posible recuperación en el medio post-pandemia.

Cuadro 5.27. Composición y abundancia de peces por temporada de evaluación

Orden	Familia	Especie	Temporada Seca 2020	Temporada Húmeda 2021	Temporada Seca 2021	Temporada húmeda 2022	Temporada Seca 2022
Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	31	47	76	251	189**
		<i>Salvelinus fontinalis</i>	-	-	-	-	5
Cyprinodontiformes	Cyprinodontidae	<i>Orestias aff. Ispi</i>	2	1	-	En cardumen	50*
Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus rivulatus</i>	6	3	4	68	36
Atheriniformes	Atherinopsidae	<i>Basilichthys semotilus</i>	-	-	-	1	56
Total			39	51	80	320	338

Elaboración: ASILORZA, 2022

*Adicionalmente se encontró grupos en cardumen.

**Se ha incluido en el conteo avistamientos confirmados.

Adicionalmente se registró 2 individuos de *Poecilia sp.* en el punto MQ-1 (MAP-10 TS)

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 5.28, 5.29 y 5.30 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.

Cuadro 5.28. 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 5.29. 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			

Estación	Cuerpo de Agua	Zona	Número de individuos (N)	Estatus	Orden	Familia	Especie
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>Trichomycterus sp.</i>

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Cuadro 5.30. 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	Río 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 5.31. 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>Basilichthys semotilus</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.

Cuadro 5.1. Composición de especies de peces en temporada seca 2022

Estación	Cuerpo de agua	Zona	Número de individuos (N)	Estatus	Orden	Familia	Especie
ALT-4	Río Asana	Operaciones	2	Adulto	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
AS-1	Río Asana	Operaciones	39	Adulto	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
CAP-3	Río Huancanane	Operaciones	2	Adulto	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
COS-1	Río Coscore	Operaciones	5	Adulto	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
MQ-01	Río Moquegua	Operaciones	56	Adulto	Atheriniformes	Atherinopsidae	<i>Basilichthys semotilus</i>
		Operaciones	2	Adulto	Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Poecilia sp.</i>
TUM-01	Río Tumilaca	Operaciones	6	Adulto	Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus aff. rivulatus</i>
P-11	Río Asana	Operaciones	4	Adulto	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
P-12	Río Asana	Operaciones	25	Adulto	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
QLBHUA-03	Humedal Huachunta	Abastecimiento	39	Adulto	Cyprinodontiformes	Cyprinodontidae	<i>Orestias aff. ispi</i>
		Abastecimiento	21	Adulto	Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus aff. rivulatus</i>
QLBHUA-05	Humedal Huachunta	Abastecimiento	17	Adulto	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
		Abastecimiento	4	Adulto	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Salvelinus fontinalis</i>
QLCHI-01	Río Chilota	Abastecimiento	2	Adulto	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
		Abastecimiento	11	Adulto	Cyprinodontiformes	Cyprinodontidae	<i>Orestias aff. ispi</i>
		Abastecimiento	1	Adulto	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Salvelinus fontinalis</i>
		Abastecimiento	2	Adulto	Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus aff. rivulatus</i>
QLCHI-04	Río Chilota	Abastecimiento	10	Adulto	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
QLCHR-01	Río Chinchune	Abastecimiento	9	Adulto	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
		Abastecimiento	7	Adulto	Siluriformes	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus aff. rivulatus</i>
QLHUA-02	Humedal Huachunta	Abastecimiento	4	Adulto	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
QLHUA-03	Humedal Huachunta	Abastecimiento	1	Adulto	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
QLHUA-04	Humedal Huachunta	Abastecimiento	1	Adulto	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
QLHUA-05	Humedal Huachunta	Abastecimiento	1	Adulto	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
QLVIZ-04	Río Vizcachas	Abastecimiento	44	Adulto	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
QLVIZ-05	Río Vizcachas	Abastecimiento	23	Adulto	Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>

Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.4.1. FACTOR DE CONDICIÓN (K)

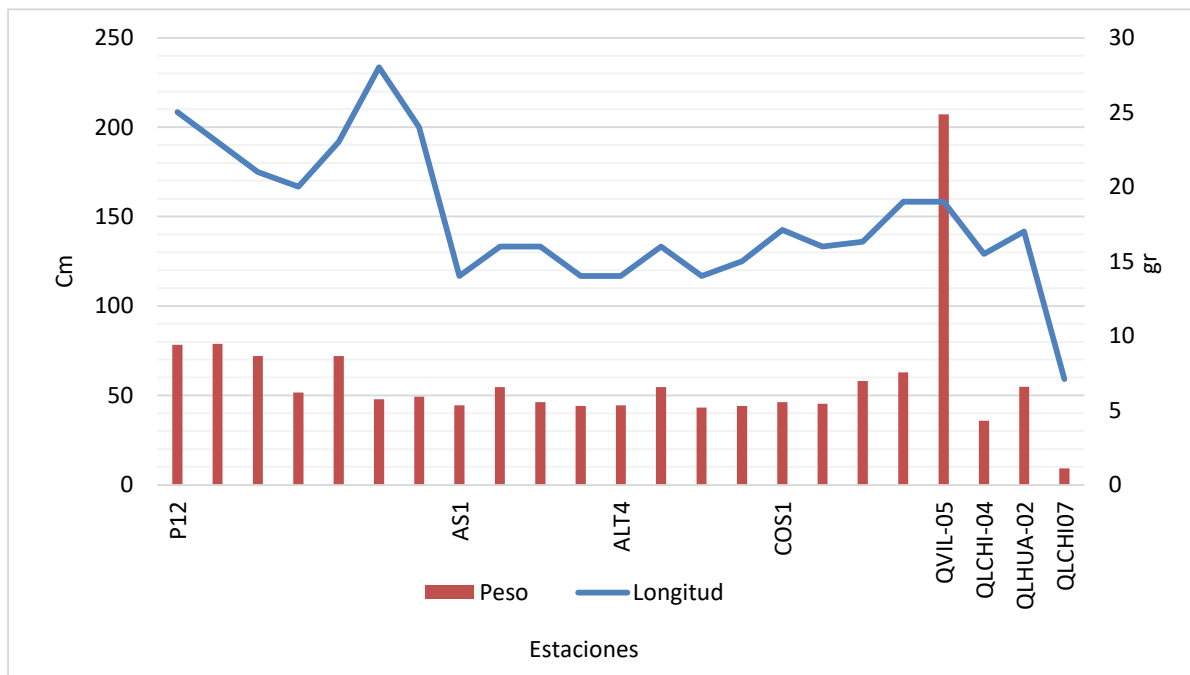
Temporada seca 2020

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.

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.

En la Figura 22 se puede observar la relación que existe entre la longitud (cm) y el peso (g).

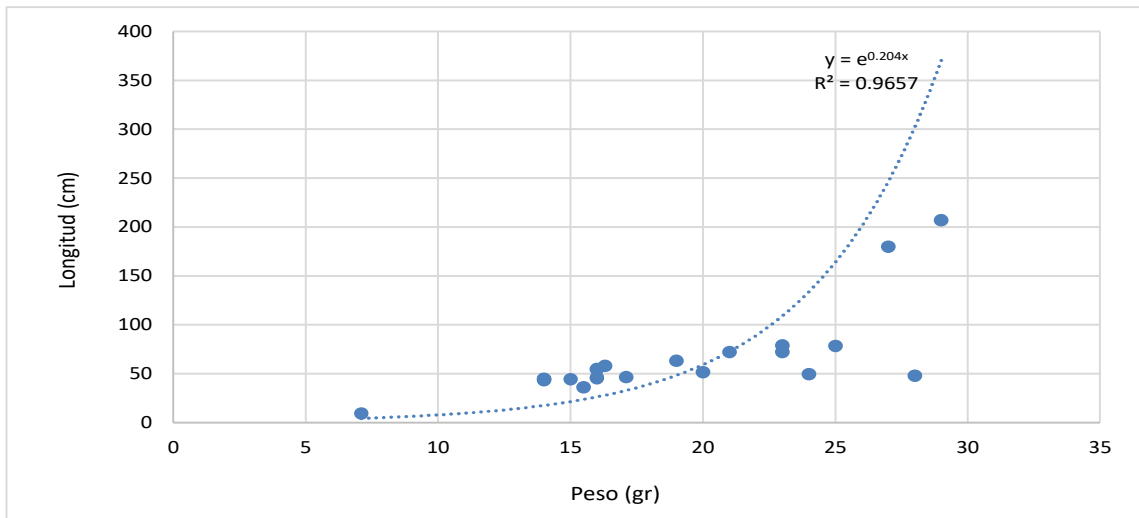
Figura 22. Histograma de tallas con líneas de peso



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Como se muestra en la Figura 23, 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 23. Relación Longitud – Peso



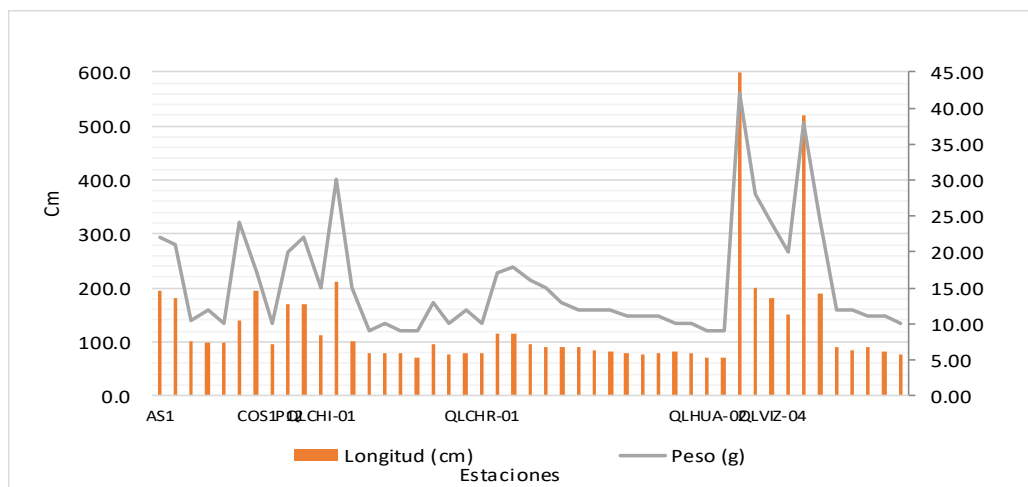
Elaboración: ASILORZA, 2022.

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.

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.

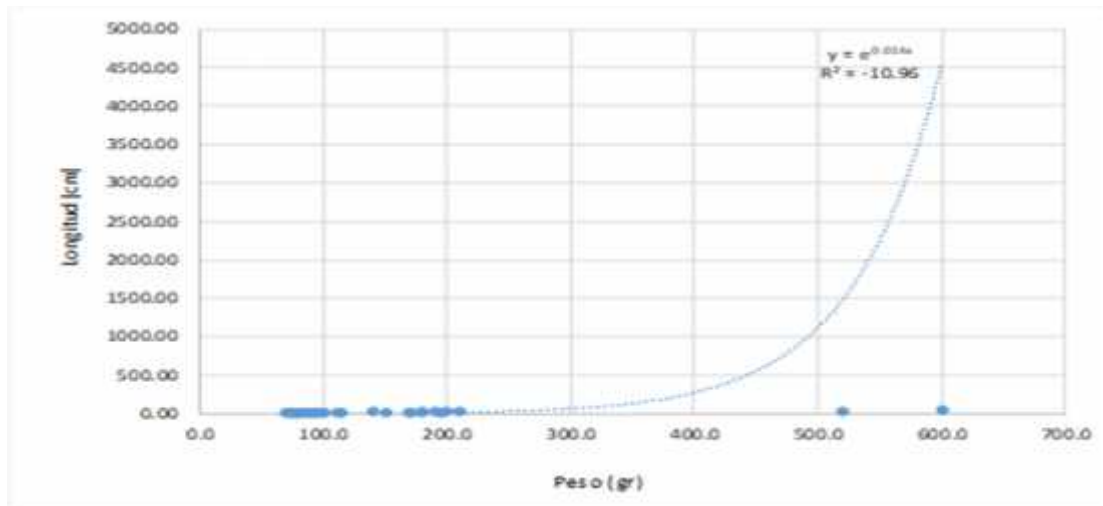
Figura 5.9. Histograma de tallas con líneas de peso



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Como se muestra en la Figura 24, 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 24. Relación Longitud – Peso



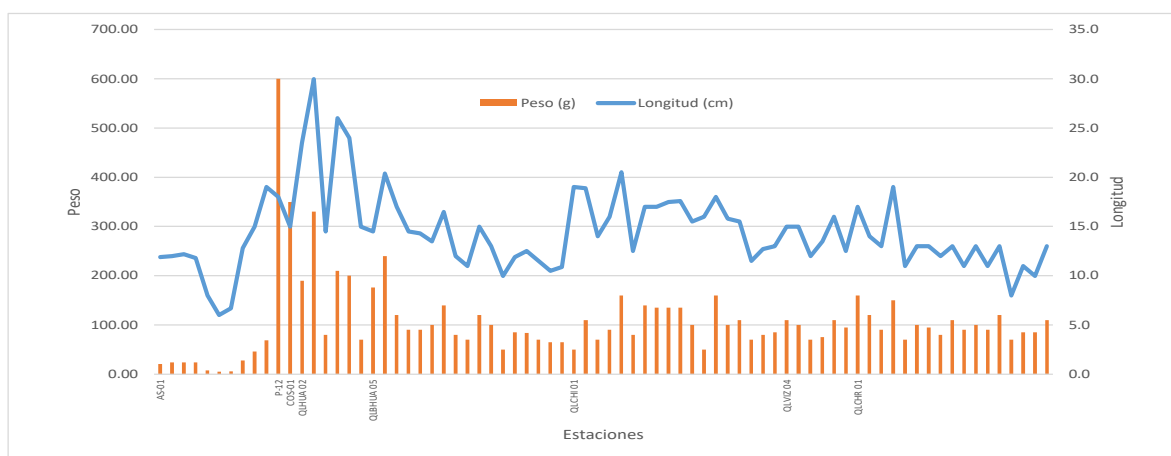
Elaboración: ASILORZA, 2022.

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.

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.

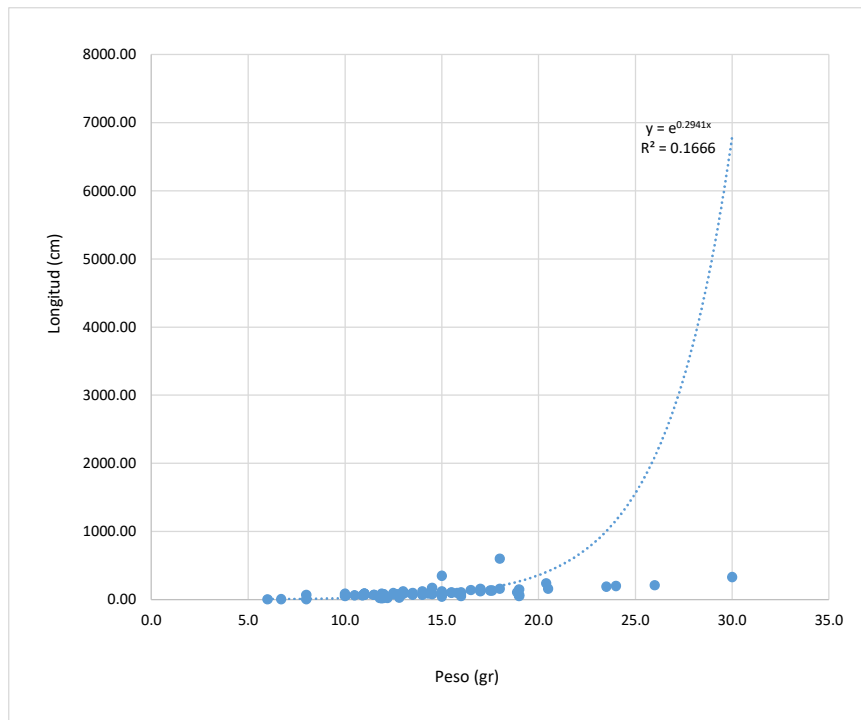
Figura 5.10. Histograma de tallas con líneas de peso



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Como se muestra en la Figura 25, 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 25. Relación Longitud – Peso



Elaboración: ASILORZA, 2022.

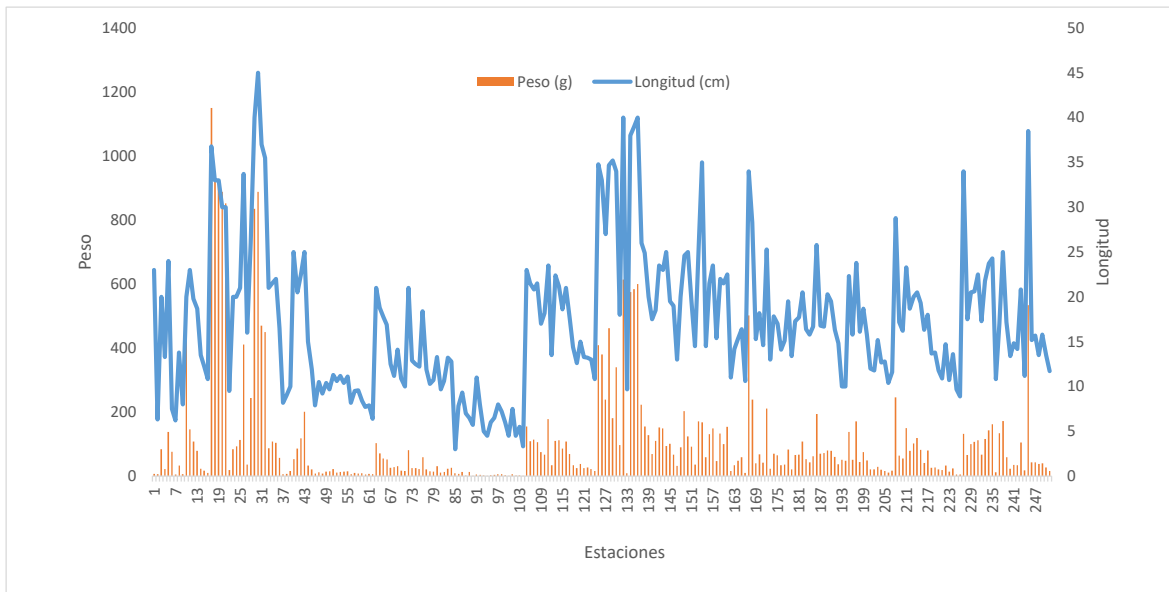
Temporada húmeda 2022

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 5.5

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.

En la Figura 26 se puede observar la relación que existe entre la longitud (cm) y el peso (g).

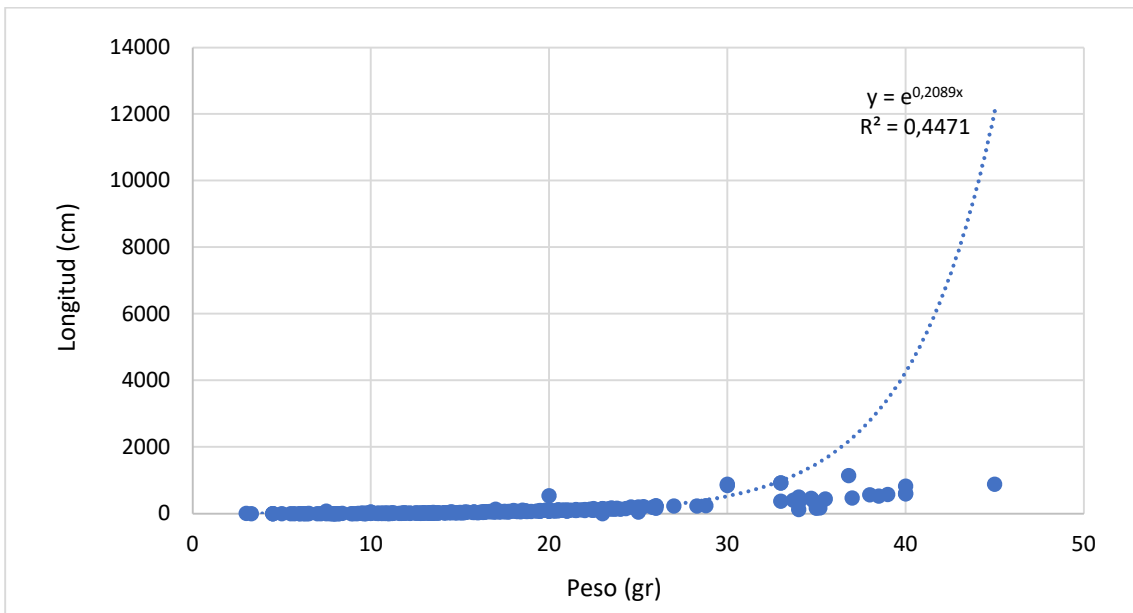
Figura 26. Histograma de tallas con líneas de peso



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Como se muestra en la Figura 27 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 27. Relación Longitud – Peso



Elaboración: ASILORZA, 2022.

Temporada seca 2022

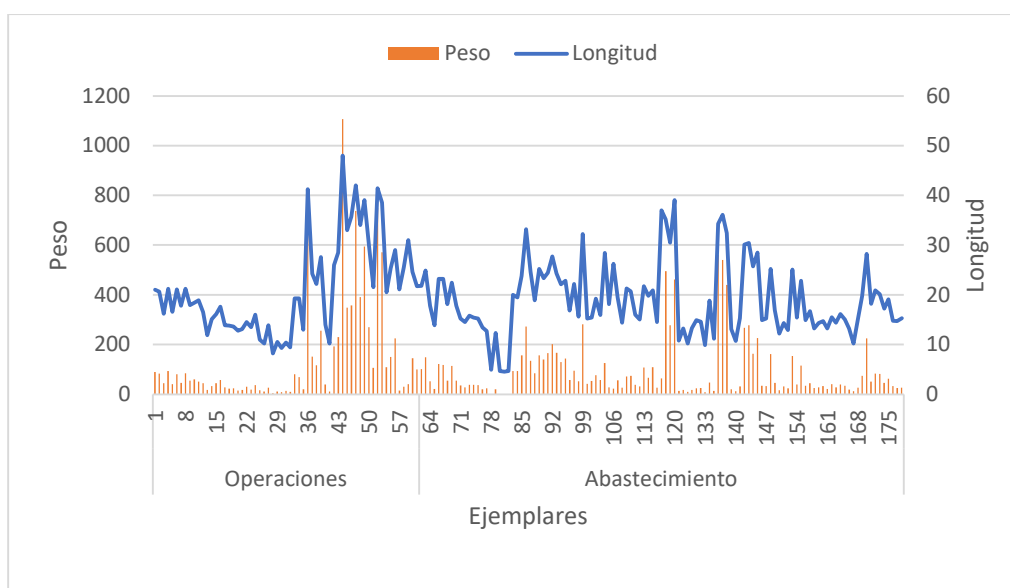
En la presente campaña de monitoreo se capturo para mediciones un total de 173 ejemplares de *Oncorhynchus mykiss* “trucha arcoiris” y 5 ejemplares de *Salvelinus fontinalis* “trucha de arroyo” mediante la misma metodología de pesca que en campañas anteriores. Adicionalmente a la identificación, para el caso de “trucha” se tomó las medidas necesarias para calcular el Factor de Condición.

La talla mínima fue de 4.6 cm y la máxima de 48.0 cm, situándose la talla promedio de 19.8 cm. En el peso individual, el valor mínimo es 1.00 g. y el máximo de 1106.4 g, siendo el valor promedio de 124.3 g. En ambas zonas se encontró ejemplares en diferentes estadios de desarrollo. En la zona de Abastecimiento, por sus mejores condiciones de hábitat, se encontró mayor abundancia respecto a Operaciones. En ambas zonas los especímenes de mayor tamaño fueron encontrados en los ríos de mayor caudal, a su vez estos puntos ofrecen las mejores condiciones para el desarrollo de esta especie y es donde mejor factor de condición presenta: En Abastecimiento el río Vizcachas (a la salida de la represa aguas abajo) y Chilota en Abastecimiento. En operaciones predomina el punto AS-1 (una de las estaciones ubicadas antes del ingreso del río al túnel) y P-12 (justo a la salida del túnel).

El QLVIZ-04 (abastecimiento) y P-12 (operaciones) son las estaciones donde se pudo encontrar especímenes en todos sus estadios con buena presencia de ejemplares adultos o hembras grávidas (QLVIZ-04). A su vez, el factor de condición demuestra que en promedio los especímenes de estos puntos están por encima de la media optima. En ambos estaciones se encontró buenas condiciones de hábitat para el desarrollo de esta especie, también se evidenció que por la dificultad del acceso son puntos donde la presión de pesca es nula o muy reducida.

En la Figura 28 se puede observar la relación que existe entre la longitud (cm) y el peso (g).

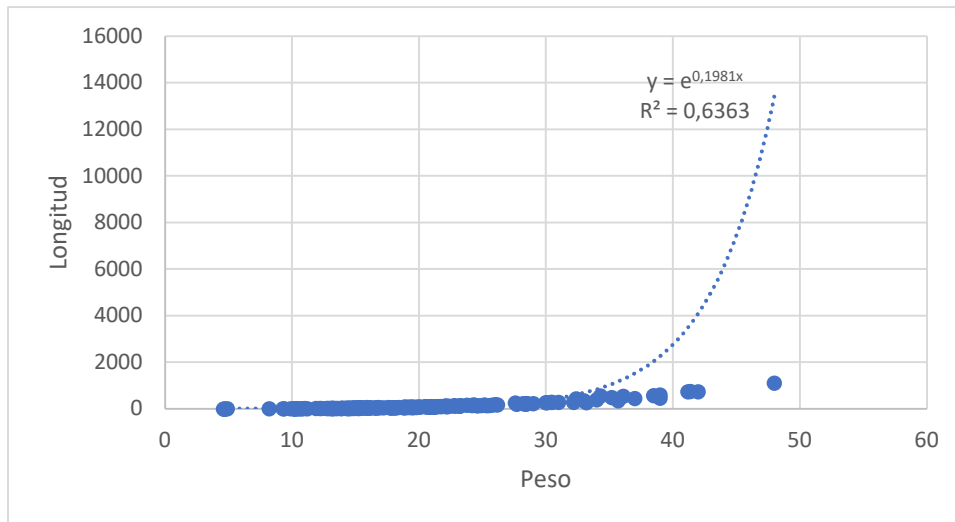
Figura 28. Histograma de tallas con líneas de peso



Elaboración: ASILORZA, 2022

Como se muestra en la Figura 29 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 $K=0.13$ hasta a 1.45 gr/cm^3 situándose el valor promedio en $K=0.96 \text{ gr/cm}^3$.

Figura 29. Relación Longitud- Peso



Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.2.4.2. 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 5.2. 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 5.3. 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 5.4. 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 5.5. 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.

Temporada Seca 2022

Hasta el momento se ha mantenido un incremento en el número de capturas en cada monitoreo, en la presente campaña se ha logrado registrar 338 ejemplares de 5 especies diferentes. Hasta el momento es la mayor riqueza y abundancia reportada en comparación con temporadas anteriores.

Para la zona de operaciones el mejor valor CPUE se obtuvo en la estación MQ-01, la especie capturada fue *Basilichthys semotilus* "pejerrey". También son importantes las estaciones AS-1 y P-12 ubicadas antes y después del túnel de desvío del río Asana respectivamente donde la especie capturada fue *Oncorhynchus mykiss* "trucha". Si bien existe una diferencia en cuanto a la cantidad de individuos capturados en el punto P-12 los ejemplares son de mayor tamaño y estadios más avanzados que en AS-1.

Cuadro 5.6. Valores obtenidos para el Factor de Condición (K)

Zona	Estación	Número de individuos (N)	Tiempo (s)	CPUE (individuos/segundo)
Operaciones	MQ-01	58	725	0.0800
	AS-1	39	621	0.0628
	P-12	25	805	0.0311
	TUM-01	6	612	0.0098
	COS-1	5	644	0.0078
	P-11	4	731	0.0055
	CAP-03	2	620	0.0032
	ALT-4	2	661	0.0030
Abastecimiento	QLBHUA-03	60	386	0.1554
	QLVIZ-04	44	615	0.0715
	QLVIZ-05	23	603	0.0381
	QLCHR-01	16	435	0.0368
	QLBHUA-05	21	724	0.0290
	QLCHI-01	16	720	0.0222
	QLCHI-04	10	619	0.0162
	QLHUA-02	7	614	0.0114

Elaboración: ASILORZA, 2022.

6.3. 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.

6.3.1. OPERACIONES

Para el índice EPT en general desde el año 20220 predomina el una calidad de agua regular. Las estaciones que mejor calidad presentan son las ubicadas en la quebrada Charaque y en los ríos Tumilaca (TUM-3), Capillune (CAP-1) y Moquegua (MQ-1) todas ubicadas aguas abajo del proyecto Quellaveco. En el índice BMWP para la zona de operaciones se evidencia una calidad de agua aceptable en la mayoría de los puntos. Las estaciones que mejor calidad tienen son TUM-3 (río

Tumilaca) y MQ-1 (río Moquegua). Desde la temporada seca del 2020 no se ha observado mayores variaciones en cuanto a la calidad de agua reportada según este índice. El índice IBF y ABI muestran que en las estaciones de monitoreo de la zona de operaciones predomina una calidad de agua regular-buena, excepto en la presente campaña en donde para el índice ABI se obtuvo que la calidad fue buena en la mayoría de las estaciones.

6.3.2. ABASTECIMIENTO

En el índice EPT predomina una calidad de agua regular excepto en las estaciones QLHUA-2 y QLBHUA-03 ambas ubicadas en bofedales de Huachunta que presentan una calidad buena. En el índice BMWP se registra resultados similares a la zona de operaciones con una calidad de agua Aceptable en la mayoría de las estaciones y sin mayores cambios desde el MAP-8 TS del año 2022.

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 bueno, mientras que los valores de los índices BMWP, IBF y ABI se mantuvieron constantes durante las cuatro evaluaciones anteriores.

Cuadro 5.7. Valores de índices de calidad de agua, operaciones.

Estaciones	Cuerpo de agua	Temporada Seca 2020				Temporada Húmeda 2021				Temporada Seca 2021				Temporada Húmeda 2022				Temporada Seca 2022			
		EPT	BMWP	IBF	ABI	EPT	BMWP	IBF	ABI	EPT	BMWP	IBF	ABI	EPT	BMWP	IBF	ABI	EPT	BMWP	IBF	ABI
OPERACIONES																					
P-12	Rio Asana	5%	65	5.04	30	14%	60	5.04	30	5%	65	5.04	30	14%	60	5.04	30	2%	56	7.75	49
AS-1	Rio Asana	13%	68	4.5	35	13%	68	4.5	35	13%	68	4.5	35	13%	68	4.5	35	18%	73	6.60	64
CH-3	Quebrada Charaque	16%	70	4.5	37	72%	75	4.5	37	16%	70	4.5	37	72%	75	4.5	37	6%	80	7.78	60
ALT-4	Quebrada Altarani	8%	65	5.05	28	44%	65	5.05	28	8%	65	5.05	28	44%	65	5.05	28	24%	56	6.20	59
P-11	Rio Asana	13%	68	4.2	35	28%	68	4.2	35	13%	68	4.2	35	28%	68	4.2	35	19%	73	7.06	73
COS-1	Rio Coscore	10%	66	5.1	32	13%	66	5.1	32	10%	66	5.1	32	13%	66	5.1	32	17%	70	7.07	61
CAP-3	Rio Huancane	63%	75	4.5	50	20%	75	4.7	60	63%	75	4.5	50	20%	75	4.7	60	43%	60	6.70	52
TUM-3	Rio Tumilaca	91%	110	4	80	20%	100	4	70	91%	110	4	80	20%	100	4	70	96%	53	5.96	53
TUM-1	Rio Tumilaca	69%	80	3.9	60	20%	80	3.9	60	69%	80	3.9	60	20%	80	3.9	60	59%	51	6.54	42
CAP-1	Rio Capillune	15%	68	5.1	40	84%	68	5.1	40	15%	68	5.1	40	84%	68	5.1	40	10%	64	6.84	44
MQ-1	Rio Moquegua	86%	102	4.3	75	20%	100	4.6	75	86%	102	4.3	75	20%	100	4.6	75	54%	59	4.71	53

Elaboración: ASILORZA, 2022.

Cuadro 5.8. Valores de índices de calidad de agua, abastecimiento.

Estaciones	Cuerpo de agua	Temporada Seca 2020				Temporada Húmeda 2021				Temporada Seca 2021				Temporada Húmeda 2022				Temporada Seca 2022			
		EPT	BMWP	IBF	ABI	EPT	BMWP	IBF	ABI	EPT	BMWP	IBF	ABI	EPT	BMWP	IBF	ABI	EPT	BMWP	IBF	ABI
ABASTECIMIENTO																					
QLVIZ-05	Rio Vizcacha	19%	50	4.3	40	22%	49	4.3	40	19%	50	4.3	40	22%	49	4.3	40	47%	64	5.23	56
QLCHI-04	Rio Chilota	19%	50	4.5	40	18%	49	4.5	40	19%	50	4.5	40	18%	49	4.5	40	60%	62	6.25	61
QLTIT-02	Rio Titire	16%	70	5.2	37	18%	70	5.2	37	16%	70	5.2	37	18%	70	5.2	37	16%	22	7.05	16
QLBHUA-01	Quebrada Huachunta	9%	65	5.3	32	39%	65	5.3	32	9%	65	5.3	32	39%	65	5.3	32	15%	46	4.83	49
QLHUA-02	Rio Calasaya	16%	70	5.01	37	70%	70	5.01	37	16%	70	5.01	37	70%	70	5.01	37	15%	75	5.84	74
QLBHUA-05	Humedal Huachunta	45%	80	4.26	45	33%	80	4.15	45	45%	80	4.26	45	33%	80	4.15	45	23%	56	4.60	65
QLCHI-01	Rio Chilota	50%	72	4.3	40	25%	72	4.3	40	50%	72	4.3	40	25%	72	4.3	40	28%	52	6.45	52
QLCHR-01	Quebrada Chichune	9%	65	5.06	31	33%	65	5.06	31	9%	65	5.06	31	33%	65	5.06	31	21%	41	5.83	51
QLVIZ-04	Rio Vizcachas	8%	65	5.2	35	33%	65	5.2	30	8%	65	5.2	35	33%	65	5.2	30	22%	56	6.63	48
QLHUA-01	Rio Calasaya	20%	70	4.4	30	6%	70	4.4	32	20%	70	4.4	30	6%	70	4.4	32	18%	31	6.45	27
QLBHUA-03	Humedal Huachunta	13%	68	4.4	35	65%	68	4.4	36	13%	68	4.4	35	65%	68	4.4	36	34%	155	5.13	53

Elaboración: ASILORZA, 2022

6.4. 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.

6.5. ESPECIES PROTEGIDAS POR LEGISLACIÓN INTERNACIONAL

Basilichthys semotilus “pejerrey de agua dulce”, del orden Atheriniformes, familia Atherinopsida, registrada en la estación MQ-1, especie endémica del Perú, consumida por la población. Su estatus en la lista roja de UICN es de Preocupación Menor.

6.6. ESPECIES EMPLEADAS POR POBLACIONES LOCALES

De las especies registradas, la que usa la población para su autoconsumo es la especie introducida *Oncorhynchus mykiss* “trucha”. También se sabe que *Basilichthys semotilus* “pejerrey de agua dulce” es usado para el consumo humano, aunque no se evidenció actividad su pesca durante la evaluación.

6.7. 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 2021
- Enero 2022, Monitoreo Ambiental Participativo-Quellaveco-Temporada Seca 2021
- Julio 2022, Monitoreo Ambiental Participativo- Quellaveco- Temporada Húmeda 2022
- Monitoreo Ambiental Participativo- Quellaveco- Temporada Seca 2022

Tener en cuenta que según las condiciones de campo existen estaciones que no se han evaluado en ciertas temporadas, por ejemplo, aquellas en la zona de abastecimiento que han cumplido su temporalidad y que ahora se encuentran inundadas. Estos puntos de monitoreo y otros que se encuentran en una condición similar han sido considerados en la reciente malla de puntos de monitoreo aprobada por el Sub-Comité donde se ha homogenizado datos de ubicación y representatividad. Desde la presente campaña de monitoreo se cuenta con una malla de puntos actualizada a la nueva etapa del proyecto. Asimismo, en varias de las evaluaciones previas el análisis de los resultados se realizó 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, QL-BCHI-01, CAP3, COS1, QLCHI-01, QLCHI-04, QLHUA-01, QLHUA-02, QLTIT-02, QLVIZ-04 y TUM-3. Para la presente evaluación se contó con 22 estaciones, 11 en operaciones-Moquegua y 11 en abastecimiento.

6.7.1. PLANCTON

Para la zona de operaciones, desde la temporada húmeda del 2014 hasta la actualidad predomina una diversidad media en la mayoría de las estaciones. Resalta la diversidad encontrada en la temporada húmeda del 2021 para las estaciones P-12 (río Asana, a la salida del túnel) y QL-CHA-02 (quebrada Charaque) con 4.12 y 4.09 bits/individuos respectivamente. A su vez en la temporada húmeda del 2019 se reportó la diversidad más baja en varias estaciones: río Tumilaca (QL-TUM-01), quebrada Charaque (CH-3, QL-CHA-02), río Asana (AS-1, QL-ASA-02, QL-ASA-03), río Altarani (ALT-1), río Capillune (CAP-1) y río Moquegua (MQ-1). La baja diversidad encontrada en esta temporada no guarda relación al patrón encontrado en monitoreos anteriores y recientes. Adicionalmente, lo en esta temporada se tuvo un periodo de alta precipitación lo cual tuvo un fuerte efecto sobre las comunidades hidrobiológicas dando por resultado la baja diversidad reportada. Para esta campaña se mantiene una diversidad media en todas las estaciones de monitoreo para la zona de operaciones.

Para la zona de abastecimiento se tiene una diversidad media- alta en el total de estaciones evaluadas. Para la temporada húmeda del 2021 se tuvo los registros más altos con para las estaciones ubicadas en la zona de Huachunta, río Chilota y río Vizcachas. Al igual que en la zona de operaciones se registró valores por debajo de la media para la temporada húmeda del 2019, comportamiento que obedece al alto nivel de precipitaciones reportado para esta época.

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.

6.7.2. BENTOS

Para ambas zonas de evaluación se sigue el mismo patrón desde la temporada húmeda del 2014 hasta la presente evaluación con una diversidad media-alta con dos excepciones: La temporada húmeda del 2019 donde producto de las altas precipitaciones producidas previamente al monitoreo en campo se reportó una baja diversidad. La temporada húmeda del 2019 se reporta la diversidad más alta en las estaciones evaluadas con resultados por encima de 3 bits/individuos. Existen variaciones entre temporadas de monitoreo, pero a la vez los resultados varían según los niveles de precipitación de cada año como se ha podido observar con los valores de diversidad reportados en la temporada seca del 2020 y húmeda del 2021, ambas con diversidad media-alta.

6.7.3. PECES

Hasta la campaña de monitoreo del MAP-9 TS 2021 se tenía registro de 3 especies: *Oncorhynchus mykiss* “trucha”, *Orestia aff. Ispi* “Ispi” y *Trichomycterus rivulatus* “bagre” en diferentes niveles de abundancia. En la campaña de monitoreo MAP-10 TH 2022 se tuvo registro de una nueva especie en la estación MQ-1 ubicada en Pte. Montalvo. Esta especie es *Basilichthys semotilus* “pejerrey”, de la cual se encontró un solo individuo. En la presente campaña (MAP-10 TS 2022) se reporta la misma cantidad de especies y adicionalmente la especie *Salvelinus fontinalis* “trucha de arroyo”, también una especie introducida *Poecilia sp.* Con eso se tiene en total seis especies identificadas en la zona siendo tres de ellas introducidas.

Con el incremento en las especies reportadas se tiene también un aumento en la abundancia encontrada por cada especie. En el caso de *Oncorhynchus mykiss* “trucha” la abundancia se ha ido incrementando de 31 en la temporada seca del 2020, el valor más bajo, a 251 ejemplares en la temporada húmeda del 2022. En la presente campaña (MAP-10 Temporada Seca) se reporta 191 ejemplares incluyendo aquellas avistadas.

Para el caso de *Orestias aff. Ispi* “Ispi” y *Trichomycterus rivulatus* “bagre” también se tuvo un incremento en la cantidad de ejemplares reportados.

7. CONCLUSIONES

7.1. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL HÁBITAT

- Las estaciones de operaciones y abastecimiento presentan una calidad de hábitat bueno con algunas excepciones entre temporadas que no obedecen a un patrón continuo. La estación QLTIT-1 presenta calidad de hábitat pobre en los monitoreos realizados hasta la presente temporada.
- Los resultados de calidad de hábitat obtenidos en las temporadas seca 2020, húmeda 2021, seca 2021, húmeda 2022 y seca 2022 mantienen un patrón en cuanto a los resultados obtenidos.
- De acuerdo a la evaluación de calidad de hábitat QBR-And se tiene una calidad intermedia para el presente monitoreo. En temporadas anteriores estos resultados se han mantenido con algunas excepciones como en la temporada seca 2021 en el anexo de Huachunta que reportó calidad muy buena y la temporada húmeda del 2022 que reportó mala calidad en dos puntos del río Vizcachas, resultados que no se han mantenido para esta última evaluación.

7.2. COMUNIDADES ACUÁTICAS

7.2.1. PLANCTON

- Los grupos encontrados de fitoplancton (divisiones) se ha mantenido en las últimas tres últimas evaluaciones (TH 2021, TS 2021 TS 2022).
- En base a la curva de acumulación de especies de fitoplancton el esfuerzo de muestreo fue el idóneo para en las temporadas de evaluación realizadas hasta la fecha.
- Existen dos grupos predominantes en abundancia para ambas zonas de evaluación: Ochrophyta y Cyanobacteria. Los otros grupos presentes mantienen un patrón constante de abundancia pero considerablemente menor a los grupos mencionados.
- El índice de Shannon-Wiener (H') mide la diversidad biótica en los ecosistemas acuáticos y terrestres, para esta temporada se presentó un registro alto (3.35 bits/Individuo).
- La abundancia reportada en el presente monitoreo fue mayor a la temporada del 2021 y temporada húmeda 2022 pero menor a lo máximo reportado hasta la fecha en fitoplancton (TS 2020).

- La relación con respecto a los periodos hidrológicos fue un mayor registro de especies en la temporadas húmedas de evaluación. Aunque en cuanto a la abundancias se tiene que es mayor en las temporadas secas para fitoplancton y de manera inversa para zooplancton.
- En base a los índices evaluados se tiene que este grupo evaluado mantiene un patrón de comportamiento en las últimas temporadas de evaluación.

7.2.2. BENTOS

- En la presente temporada se tiene 41 especies reportadas. Hasta la temporada húmeda 2022 se tenía 112 especies encontradas; la riqueza (cantidad de especies) se ha incrementó en las dos evaluaciones anteriores. En el caso de la Temporada húmeda 2022 se registraron 20 nuevas especies para el área de evaluación
- Se mantiene la distribución de los macroinvertebrados desde la temporada seca 2020 hasta la presente evaluación con cinco phyla siendo los Arthropoda los que registraron una mayor riqueza hasta la actualidad y cuyo comportamiento se mantiene.
- En este monitoreo se ha registrado la mayor abundancia reportada hasta la fecha para este grupo con un total de 40247 Org./ 1.08m²). Sin embargo, la riqueza (cantidad de especies) fue menor a los dos últimos monitoreos.
- 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 desplazaran hacia su etapa terrestre (Díptera, Ephemeroptera, Trichoptera, Coleópteras entre otros).
- El valor de diversidad reportado para este monitoreo fue alto (3.19 bits/individuo) al igual que los de la riqueza de Margalef (3.77 bits/individuo). Estos resultados de diversidad se han mantenido a lo largo de los monitoreos realizados (3.03- 4.51 bits/individuo)

7.2.3. PERIFITON

- La composición acumulada de especies del perifiton hasta la temporada húmeda 2022 incluye 161 especies. Para el presente monitoreo se tiene la menor riqueza reportada hasta la fecha con 79 especies.

- ⑥ Para este monitoreo la composición de especies estuvo distribuida en 12 taxones, 2 menos respecto al total de acumulado hasta la fecha. 5 de ellas corresponde a microinvertebrados (Arthropoda, Ciliophora, Nematoda, Rotifera y Tardigrada) y; 6 a microalgas (Charophyta, Chlorophyta, Cyanobacteria, Bacillariophyta, Euglenozoa y Dinophyta).
- ⑥ Los taxones con mayor riqueza de especies fue Bacillariophyta (o diatomeas) que representa el 41% del total acumulado, seguido de las Chlorophyta (25%), Charophyta (14%), Cyanobacteria (14%), Rotifera 3%. Amoebozoa (2%) y otros con 9%.
- ⑥ En el presente monitoreo se obtuvo 2.94 bits/individuo en el índice de Shannon-Wiener siendo una diversidad intermedia y por debajo de las temporadas anteriores aunque es necesario más datos para poder establecer un patrón de cambio. En cuanto a los valores de riqueza de Margalef varían entre 3.16 y 9.23 bits/individuos siendo un valor alto para todas las temporadas de evaluación hasta el momento, el registro más bajo se dio en la temporada húmeda del 2022.

7.2.4. PECES

- ⑥ En el área de estudio se registraron y colectaron 6 especies de peces, tres de ellas nativas (*Orestias aff. Ispi* “ispi” o “carachi”, *Trichomycterus sp.* “bagre” y *Basilichthys semotilus* “pejerrey andino”) y tres especies introducidas (*Oncorhynchus mykiss* “trucha arcoiris”, *Salvelinus fontinalis* “trucha” y *Poecilia sp.* “guppy”).
- ⑥ Las estaciones ubicadas en la zona de operaciones para ALT-4 y CAP-3 no se tenía registro hasta la temporada seca del 2021. Para la primera campaña del 2022 (MAP-10 TH) se registró 01 individuo de “trucha” en CAP-3 y se avistó en ALT-4. En la presente campaña (MAP-10 TS) se logró 2 capturas en la estación CAP-3. Así mismo, en el punto ALT-4 se capturó por primera vez dos individuos de “trucha” demostrando que en este río también existe población de esta especie.
- ⑥ Se colectaron 4 especies de peces, dos de ella nativas (*Orestias ispi* “ispi” o “carachi” y *Trichomycterus rivulatus* “bagre”) y dos especies introducidas (*Oncorhynchus mykiss* “trucha arcoiris” y *Odontesthes sp.* “pejerrey”).
- ⑥ En la temporada húmeda del 2022 se registra por primera vez en el MAP *Basilichthys semotilus* “pejerrey andino” con la captura de 01 individuo en la estación MQ-1. Para la siguiente temporada MAP-10 TS la abundancia es mayor (56 individuos) con el mismo esfuerzo y metodología.