

# **PRONATURALEZA**



**Pronaturaleza**

Fundación Peruana para la  
Conservación de la Naturaleza

## **MONITOREO BIOLÓGICO**

### **COMPONENTES DE FLORA Y FAUNA SILVESTRE**

**(TEMPORADA HÚMEDA)**

**2019**

## INDICE

I.	GENERALIDADES .....	6
II.	OBJETIVOS.....	7
2.1.	Objetivo general: .....	7
2.2.	Objetivos específicos:.....	7
III.	METODOLOGÍA .....	8
3.1.	ESTACIONES DE MUESTREO .....	8
3.2.	ACTIVIDAD PRE-CAMPO .....	¡Error! Marcador no definido.
3.3.	FLORA SILVESTRE .....	11
3.3.1.	Metodología de muestreo de campo.....	11
3.3.2.	Actividades post-campo .....	¡Error! Marcador no definido.
3.4.	FAUNA SILVESTRE .....	12
3.4.1.	Mastozoología (Mamíferos).....	12
2.4.1.1.	Metodología de muestreo de campo.....	12
2.4.1.2.	Actividades post-campo .....	¡Error! Marcador no definido.
3.4.2.	Ornitología (Aves).....	14
3.4.2.1.	Metodología de muestreo de campo.....	14
3.4.3.	Herpetología (Anfibios y Reptiles) .....	15
3.4.3.1.	Metodología de muestreo de campo.....	15
3.4.3.2.	Actividades post-campo .....	¡Error! Marcador no definido.
IV.	RESULTADOS DE LAS EVALUACIONES .....	17
4.1.	FLORA SILVESTRE .....	17
4.1.1.	Zona de operaciones (ZO) .....	17
4.1.1.1.	Composición florística .....	17
4.1.1.2.	Índices de diversidad .....	21
4.1.1.3.	Análisis de Similitud .....	22
4.1.2.	Zona de abastecimiento de agua (ZAA) .....	23
4.1.2.1.	Composición florística .....	23
4.1.2.2.	Índices de diversidad .....	29
4.1.2.3.	Análisis de Similitud .....	30
4.1.3.	Estado de Conservación de especies.....	31
4.1.4.	Análisis de Concentración de metales .....	32
4.2.	MASTOZOLOGÍA (MAMÍFEROS) .....	32
4.2.1.	Para la Zona de operaciones (ZO) .....	32
4.2.1.1.	Registro de especies capturadas, avistamientos y rastros.....	32
4.2.1.2.	Composición de especies.....	33
4.2.1.3.	Índices de diversidad .....	37

4.2.1.4.	Análisis de Similitud .....	37
4.2.2.	Para la Zona de abastecimiento de agua (ZAA).....	39
4.2.2.1.	Registro de especies capturadas, avistamientos y rastros.....	39
4.2.2.2.	Composición de especies.....	39
4.2.2.3.	Índices de diversidad .....	42
4.2.2.4.	Análisis de Similitud .....	42
4.2.3.	Estado de Conservación .....	44
4.2.4.	Análisis de Concentración de metales .....	44
4.3.	ORNITOLOGÍA (AVES) .....	44
4.3.1.	Para la Zona de operaciones (ZO) .....	44
4.3.1.1.	Composición de especies.....	44
4.3.1.2.	Índices de diversidad .....	49
4.3.1.3.	Análisis de Similitud .....	50
4.3.2.	Para la Zona de abastecimiento de agua (ZAA).....	51
4.3.2.1.	Composición de especies.....	51
4.3.2.2.	Índices de diversidad .....	54
4.3.2.3.	Análisis de Similitud .....	54
4.3.3.	Estado de Conservación .....	56
4.3.4.	Análisis de Concentración de metales .....	57
4.4.	HERPETOLOGÍA (REPTILES).....	57
4.4.1.	Para la Zona de operaciones (ZO) .....	57
4.4.1.1.	Composición de especies.....	57
4.4.1.2.	Índices de diversidad .....	60
4.4.1.3.	Análisis de Similitud .....	61
4.4.2.	Para la Zona de abastecimiento de agua (ZAA).....	62
4.4.2.1.	Composición de especies.....	62
4.4.2.2.	Índices de diversidad .....	64
4.4.2.3.	Análisis de Similitud .....	64
4.4.3.	Estado de Conservación .....	64
4.4.4.	Análisis de Concentración de metales .....	64
V.	CONCLUSIONES.....	65
5.1.	FLORA SILVESTRE .....	65
5.2.	MAMÍFEROS.....	67
5.3.	AVES .....	69
5.4.	REPTILES .....	71

#### Listado de cuadros

Cuadro N° 1. Número de estaciones de muestreo .....	8
---	---

Cuadro N° 2. Coordenadas de ubicación de las estaciones de muestreo por componente .....	8
Cuadro N° 3. Composición de Flora silvestre .....	17
Cuadro N° 4. Riqueza y abundancia .....	18
Cuadro N° 5. Índice de diversidad por cobertura vegetal .....	21
Cuadro N° 6. Índice de diversidad por localidad .....	21
Cuadro N° 7. Composición de Flora silvestre .....	23
Cuadro N° 8. Riqueza y abundancia .....	25
Cuadro N° 9. Índice de diversidad por cobertura vegetal .....	29
Cuadro N° 10. Índice de diversidad por localidad .....	29
Cuadro N° 11. Estado de conservación .....	31
Cuadro N° 12. Resultados de Laboratorio .....	32
Cuadro N° 13. Registro de capturas, avistamientos y rastros de mamíferos en la ZO .....	32
Cuadro N° 14. Composición de mamíferos menores avistados .....	33
Cuadro N° 15. Composición de mamíferos mayores avistados .....	34
Cuadro N° 16. Riqueza taxonómica por puntos de muestreo y localidades .....	34
Cuadro N° 17. Riqueza taxonómica de mamíferos en la ZO .....	35
Cuadro N° 18. Índice de diversidad por cobertura vegetal .....	37
Cuadro N° 19. Índice de diversidad por localidad .....	37
Cuadro N° 20. Registro de capturas, avistamientos y rastros de mamíferos en la ZO .....	39
Cuadro N° 21. Composición de especies avistadas .....	39
Cuadro N° 22. Riqueza taxonómica por puntos de muestreo y localidades .....	40
Cuadro N° 23. Riqueza taxonómica de mamíferos en la ZA .....	40
Cuadro N° 24. Índice de diversidad por cobertura vegetal .....	42
Cuadro N° 25. Índice de diversidad por localidad .....	42
Cuadro N° 26. Estado de conservación .....	44
Cuadro N° 27. Resultados de laboratorio .....	44
Cuadro N° 28. Composición de especies en la ZO .....	45
Cuadro N° 29. Riqueza y abundancia .....	46
Cuadro N° 30. Índice de diversidad por cobertura vegetal .....	49
Cuadro N° 31. Índice de diversidad por localidad .....	49
Cuadro N° 32. Composición de especies en la ZA .....	51
Cuadro N° 33. Riqueza y abundancia .....	52
Cuadro N° 34. Índice de diversidad por cobertura vegetal .....	54
Cuadro N° 35. Índice de diversidad por localidad .....	54
Cuadro N° 36. Estado de conservación .....	56
Cuadro N° 37. Resultados de laboratorio .....	57
Cuadro N° 38. Composición de especies en la ZO .....	58
Cuadro N° 39. Riqueza en la ZO .....	58
Cuadro N° 40. Índice de diversidad por cobertura vegetal .....	60
Cuadro N° 41. Índice de diversidad por localidad .....	60
Cuadro N° 42. Composición de especies en la ZA .....	62
Cuadro N° 43. Riqueza en la ZA .....	63
Cuadro N° 44. Estado de conservación .....	64
Cuadro N° 45. Resultados de laboratorio .....	64

#### Listado de Gráficos

Gráfico N° 1. Representatividad de Familias botánicas .....	20
---	----

Gráfico N° 2. Riqueza de Flora por cobertura vegetal .....	20
Gráfico N° 3. Riqueza de Flora por localidad .....	21
Gráfico N° 4. Análisis de Similitud por Zona de Cobertura (ZO) .....	22
Gráfico N° 5. Análisis de Similitud por localidad (ZO) .....	23
Gráfico N° 6. Representatividad de Familias botánicas .....	28
Gráfico N° 7. Riqueza de Flora por cobertura vegetal .....	28
Gráfico N° 8. Riqueza de flora por localidad .....	29
Gráfico N° 9. Análisis de Similitud por Zona de Cobertura (ZO) .....	30
Gráfico N° 10. Análisis de Similitud por localidad (ZO) .....	31
Gráfico N° 11. Número de especies registradas por orden y familia en la ZO .....	35
Gráfico N° 12. Abundancia de mamíferos observados en la ZO .....	36
Gráfico N° 13. Riqueza y abundancia de roedores por cobertura vegetal en la ZO .....	36
Gráfico N° 14. Riqueza y abundancia de roedores por localidad vegetal en la ZO .....	36
Gráfico N° 15. Análisis de Similitud por Zona de Cobertura (ZO) .....	38
Gráfico N° 16. Análisis de Similitud por localidad (ZO) .....	38
Gráfico N° 17. Número de especies registradas por orden y familia en la ZA .....	40
Gráfico N° 18. Abundancia de mamíferos observados en la ZA .....	41
Gráfico N° 19. Riqueza y abundancia de roedores por cobertura vegetal en la ZA .....	41
Gráfico N° 20. Riqueza y abundancia de roedores por localidad vegetal en la ZO .....	42
Gráfico N° 21. Análisis de Similitud por Zona de Cobertura (ZA) .....	43
Gráfico N° 22. Análisis de Similitud por localidad (ZA) .....	43
Gráfico N° 23. Abundancia de mamíferos observados en la ZO .....	48
Gráfico N° 24. Riqueza por cobertura vegetal en la ZO .....	48
Gráfico N° 25. Riqueza por localidad vegetal en la ZO .....	49
Gráfico N° 26. Análisis de Similitud por Zona de Cobertura (ZO) .....	50
Gráfico N° 27. Análisis de Similitud por localidad (ZO) .....	51
Gráfico N° 28. Abundancia de mamíferos observados en la ZA .....	53
Gráfico N° 29. Riqueza por cobertura vegetal en la ZA .....	53
Gráfico N° 30. Riqueza por localidad vegetal en la ZA .....	54
Gráfico N° 31. Análisis de Similitud por Zona de Cobertura (ZA) .....	55
Gráfico N° 32. Análisis de Similitud por localidad (ZA) .....	55
Gráfico N° 33. Abundancia de especies observadas en la ZO .....	59
Gráfico N° 34. Riqueza por cobertura vegetal en la ZO .....	59
Gráfico N° 35. Riqueza por localidad vegetal en la ZO .....	60
Gráfico N° 36. Análisis de Similitud por Zona de Cobertura (ZO) .....	61
Gráfico N° 37. Análisis de Similitud por localidad (ZO) .....	62
Gráfico N° 38. Riqueza por cobertura vegetal en la ZO .....	63
Gráfico N° 39. Riqueza por localidad vegetal en la ZA .....	63

#### Listado de Figuras

Figura N° 1. Ubicación de las estaciones de muestreo .....	11
Figura N° 2. Representación gráfica del muestreo de cobertura repetida de Mateucci & Colma (1982) .....	12
Figura N° 3. Representación gráfica de las sub-estaciones de muestreo para mamíferos menores .....	13
Figura N° 4. Representación gráfica del punto de conteo de aves a lo largo de un transecto ..	14

## I. GENERALIDADES

---

A solicitud de la empresa QUELLAVECO, desde el 29 de Abril al 15 de Mayo del presente año, personal de la empresa PRONATURALEZA, realizó el Programa de Monitoreo de los Componentes de Flora y Fauna durante la época húmeda.

El Proyecto Quellaveco tiene por finalidad la explotación de una mina de cobre y molibdeno a tajo abierto, y se ubica políticamente en los distritos de Carumas, Torata y Moquegua, en la provincia de Mariscal Nieto, y el distrito de Ilo, en la provincia de Ilo, en el departamento de Moquegua. Esta área no involucra algún Área Natural Protegida (ANP) o su zona de amortiguamiento.

El proyecto Quellaveco abarca una gran área (39279.42 ha; según la Cuarta Modificación del EIA-d), y se extiende desde el nivel del mar hasta los 4500 msnm. Dentro de esta área se puede reconocer diferentes zonas en las que se llevan a cabo diversas operaciones. Estas zonas son: a) la Zona de Abastecimiento de agua, en la cual se instalará la infraestructura para satisfacer la demanda hídrica del proyecto; b) la Zona de operaciones, donde se prevé se instalará la mina y se dispondrán los relaves; y, para efectos de la presente consultoría, c) la zona de los ríos Moquegua y Osmore, por su relevancia para el proceso y el proyecto.

La presente consultoría se basa en el monitoreo de la flora y fauna de las tres grandes áreas del proyecto (zona de abastecimiento de agua, zona de operaciones y zona de los ríos Moquegua y Osmore), y es la continuación de monitoreos ambientales de flora y fauna que se han venido realizando.

### 2.1. Objetivo general:

- Realizar una evaluación de flora y fauna en las áreas: (1) Zona de Abastecimiento de agua y (2) Zona de Operaciones. Dichas áreas abarcan los distritos de Carumas, Torata y Moquegua en la provincia de Mariscal Nieto pertenecientes a la región Moquegua.

### 2.2. Objetivos específicos:

- Monitorear la flora y fauna en las áreas mencionadas.
- Evaluar la composición, abundancia, riqueza específica y diversidad de la flora y fauna en las áreas mencionadas.
- Monitorear las poblaciones de Guanaco (*Lama guanicoe*), Suri (*Rhea pennata*), Vicuña (*Vicugna vicugna*) y Taruca (*Hippocamelus antisensis*) en las localidades específicas donde se han registrado anteriormente.
- Realizar un análisis de concentración de metales en muestras representativas de flora.

#### 3.1. ESTACIONES DE MUESTREO

En el presente servicio, se realizará el monitoreo de flora y fauna en 91 estaciones de muestreo (flora = 63, aves = 24 (20 puntos de conteo y 4 transectos para evaluación de Suri), mamíferos = 27 (20 estaciones de trampeo, 6 transectos para evaluación de Taruca y Vicuña y 1 transecto para evaluación de Guanaco), anfibios y reptiles = 20).

En el cuadro N°1 se puede observar un resumen del número de estaciones de muestreo que se monitorearán por zona (operaciones y abastecimientos) y por componente (flora, aves, mamíferos, anfibios y reptiles).

**Cuadro N° 1. Número de estaciones de muestreo**

Zona de monitoreo	Componente				Total
	Botánica	Ornitología	Mastozoología	Herpetología	
Zona de Operaciones	19	16	16	16	68
Zona de Abastecimiento	44	8	11	4	66
<b>Total</b>	<b>63</b>	<b>24</b>	<b>27</b>	<b>20</b>	<b>134</b>

*Fuente: elaboración propia*

En el cuadro N°2 y la imagen N°1 se observa en detalle la ubicación geográfica en UTM de cada estación de muestreo. Cabe indicar que algunos componentes comparten más de una estación de muestreo, es por ello que, el número total de estaciones del cuadro 1 es diferente al mencionado anteriormente (91 estaciones). Para una mejor comprensión ver el detalle en el cuadro 2.

**Cuadro N° 2. Coordenadas de ubicación de las estaciones de muestreo por componente**

N°	Estación de monitoreo	Coordenada UTM		Zona de monitoreo	Componente			
		Este	Norte		Botánica	Ornitología	Mastozoología	Herpetología
1	06b	329711	8109757	Operaciones	X			
2	Control O3/O03c	322405	8095932	Operaciones	X	X	X	X
3	M-52	323757	8096481	Operaciones		X	X	X
4	O03	320204	8097670	Operaciones	X			
5	O03b	322759	8096128	Operaciones	X			
7	O04	312658	8102471	Operaciones	X			
8	O06	328646	8109057	Operaciones	X			

9	O07	326401	8108181	Operaciones	X			
10	O08	325287	8102263	Operaciones	X			
11	O09	322279	8106665	Operaciones	X			
12	O10	319776	8105518	Operaciones	X			
13	O10	319856	8105528	Operaciones		X	X	X
14	O15	328507	8107158	Operaciones	X			
15	O15	328376	8107245	Operaciones		X	X	X
17	O15bbb	328958	8107004	Operaciones	X			
18	O15PC1	329201	8106785	Operaciones		X	X	X
19	O15PC8/O15a	327991	8107153	Operaciones	X	X	X	X
20	O26	326984	8109914	Operaciones	X			
21	O29	321560	8103698	Operaciones	X			
22	O29	321616	8103827	Operaciones		X	X	X
23	O30	330826	8110787	Operaciones	X			
24	O31	329552	8109863	Operaciones		X	X	X
26	O32/O32	314369	8103762	Operaciones	X	X	X	X
27	O33	315258	8097981	Operaciones	X	X	X	X
28	O34	320252	8100059	Operaciones	X	X	X	X
29	O6	328667	8109072	Operaciones		X	X	X
30	O8	325564	8102309	Operaciones		X	X	X
31	O9	322248	8106663	Operaciones		X	X	X
32	T-14	331006	8107872	Operaciones		X	X	X
33	T-6	328938	8101222	Operaciones		X	X	X
34	A17-T1	354618	8150940	Abastecimiento	X			
35	A17-T2	354592	8150719	Abastecimiento	X			
36	A25-T1	354087	8149698	Abastecimiento	X			
37	A25-T2	354002	8149662	Abastecimiento	X			
38	A34-T2	357406	8159337	Abastecimiento	X			
39	F01-T1	358814	8159076	Abastecimiento	X			
40	F02-T1	358691	8158978	Abastecimiento	X			
41	F02-T2	358649	8158995	Abastecimiento	X			
42	F03-T1	358520	8159015	Abastecimiento	X			
43	F04-T1*	359186	8156875	Abastecimiento	X			
44	F04-T2	359259	8156873	Abastecimiento	X			
45	F05-T1	354680	8159159	Abastecimiento	X			
46	F05-T2	354724	8159124	Abastecimiento	X			
47	F06-T1	356495	8156636	Abastecimiento	X			
48	F07-T1	356986	8157799	Abastecimiento	X			
49	F08-T1	358323	8156377	Abastecimiento	X			
50	F09-T1	358702	8156903	Abastecimiento	X			
51	F10-T1	357682	8158131	Abastecimiento	X			

52	F11-T1	357516	8159363	Abastecimiento	X			
53	F12-T1	354600	8154317	Abastecimiento	X			
54	F13-T1	354489	8154328	Abastecimiento	X			
55	F14-T1	354859	8155870	Abastecimiento	X			
56	F14-T2	354813	8155856	Abastecimiento	X			
57	F15-T1	356783	8154246	Abastecimiento	X			
58	F16-T1	357955	8155101	Abastecimiento	X			
59	F17-T1	357641	8155740	Abastecimiento	X			
60	F18-T1	356135	8158593	Abastecimiento	X			
61	F19-T1	355934	8158655	Abastecimiento	X			
62	F20-T1	356083	8158742	Abastecimiento	X			
63	F21-T1	355266	8158437	Abastecimiento	X			
64	F22-T1	354893	8158456	Abastecimiento	X			
65	F23-T1	356772	8156880	Abastecimiento	X			
66	F24-T1	356996	8157261	Abastecimiento	X			
67	F25-T1	358568	8157196	Abastecimiento	X			
68	F26-T1	357895	8156565	Abastecimiento	X			
69	F27-T1	357626	8158107	Abastecimiento	X			
70	F28-T1	356841	8159484	Abastecimiento	X			
71	F29-T1	355638	8158613	Abastecimiento	X			
72	F30-T1	355991	8157704	Abastecimiento	X			
73	F31-T1	354498	8156278	Abastecimiento	X			
74	F32-T1	354697	8156980	Abastecimiento	X			
75	F33-T1	357127	8156280	Abastecimiento	X			
76	F34-T1	355076	8158018	Abastecimiento	X			
77	F35-T1	357425	8157828	Abastecimiento	X			
78	Ma-01	342251	8140381	Abastecimiento			X	
79	Ma-02	347118	8143130	Abastecimiento			X	
80	Ma-03	355200	8148000	Abastecimiento			X	
81	Ma-04	355282	8159230	Abastecimiento			X	
82	Ma-05	368233	8151054	Abastecimiento			X	
83	Ma-06	354064	8167761	Abastecimiento			X	
84	Suri 01	343781	8139027	Abastecimiento		X		
85	Suri 02	328667	8149738	Abastecimiento		X		
86	Suri 03	351552	8169562	Abastecimiento		X		
87	Suri 04	356364	8159114	Abastecimiento		X		
88	T-15	353628	8149098	Abastecimiento		X	X	X
89	T-16	356038	8154350	Abastecimiento		X	X	X
90	T-20	352757	8170111	Abastecimiento		X	X	X
91	T-6	356352	8158916	Abastecimiento		X	X	X

Fuente: Pronaturaleza

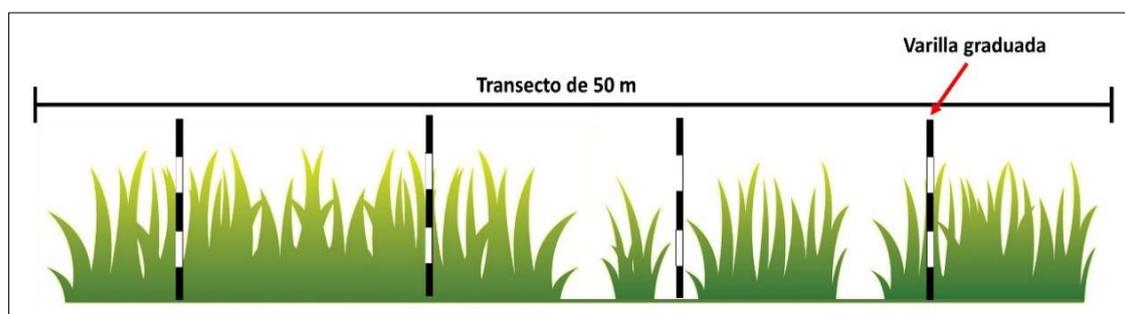


- **Descripción de la metodología de campo**

Previo a las evaluaciones en campo, se planificó el ingreso al área de estudio por medio de cartografía base (INEI, Carta Nacional IGN 1: 100,000, red vial MTC) y temática (Mapa de cobertura vegetal del MINAM, entre otros).

Se evaluó la flora y vegetación en 63 estaciones de muestreo (44 en la Zona de Abastecimiento y 19 en la Zona de Operaciones; Cuadro 2). En cada estación de muestreo, se realizó un transecto de 50 m, siguiendo la metodología de cobertura repetida de Mateucci & Colma (1982), que consiste en contar el número de veces en que una varilla contacta a cada especie de planta en puntos ubicados a lo largo del transecto, al descender a través de la vegetación hasta el suelo, lo que permitió obtener valores, tanto de cobertura repetida como de cobertura porcentual de las especies (Fig. N°2).

**Figura N° 2. Representación gráfica del muestreo de cobertura repetida de Mateucci & Colma (1982)**



Fuente: Pronaturaleza

En los transectos se evaluó también la cobertura del suelo, considerando las siguientes categorías: cobertura vegetal (total), suelo desnudo, agua, mantillo (materia orgánica en descomposición, hojarasca), musgo, entre otros, y se realizó registro de todas las especies de plantas que se encuentren en las estaciones de muestreo.

Por último, se seleccionó 4 muestras de diferentes individuos de las especies vegetales de mayor abundancia, para realizar análisis de concentración de metales (Plomo, Mercurio, Arsénico y Cadmio). La colecta solo se realizó en las estaciones de muestreo de la Zona de Operaciones. Dichas muestras fueron conservadas para su envío a laboratorio.

### **3.3. FAUNA SILVESTRE**

#### **3.3.1. Mastozoología (Mamíferos)**

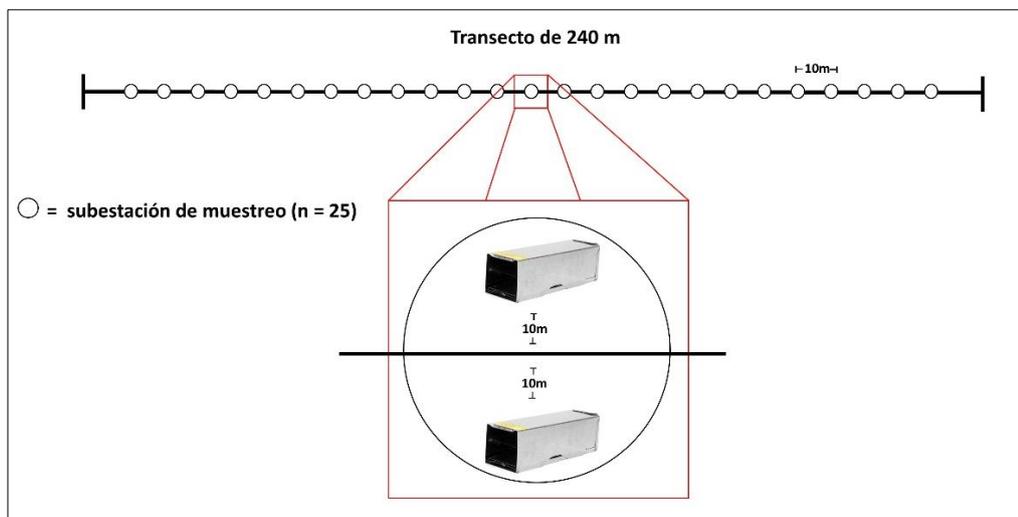
La evaluación del monitoreo se realizó desde el 29 de abril al 15 de mayo del presente año.

#### **2.4.1.1. Metodología de muestreo de campo**

### a. Monitoreo de mamíferos menores no voladores

Se evaluó la riqueza, diversidad y abundancia de mamíferos menores en 20 estaciones de muestreo (16 en la Zona de Operaciones y 4 en la Zona de Abastecimientos; Cuadro 2). En cada estación de muestreo, se estableció un transecto de 240 m, el cual será dividido en 25 subestaciones separadas 10 m entre sí. En cada subestación se colocó 02 trampas de captura viva, tipo Sherman, separadas 10 m del transecto principal (Fig. N°3). Las trampas se colocaron durante el día y se revisaron y recolectaron durante la mañana siguiente. Como cebo se utilizó una mezcla de mantequilla de maní, avena y esencia de vainilla.

**Figura N° 3. Representación gráfica de las sub-estaciones de muestreo para mamíferos menores**



Fuente: Pronaturaleza

Los individuos capturados fueron inmovilizados y se les tomó los siguientes datos: edad, sexo, peso, condición reproductiva y medidas externas.

Por último, se colectaron 2 individuos, de las especies más abundantes, para realizar análisis de concentración de metales. La colecta solo se realizó en las estaciones de muestreo de la Zona de Operaciones.

### b. Monitoreo de mamíferos en general

Se realizó búsquedas oportunistas de evidencias de presencia de mamíferos (p.e. heces, huellas, madrigueras, pelos, restos, olor, orina, o algún otro tipo de rastro). Estas búsquedas se realizaron en los traslados entre estaciones de muestreo.

### c. Monitoreo de Guanaco (*Lama guanicoe*)

Se realizó un censo simultáneo de Guanaco, con el fin de evitar recuentos y datos inexactos que pudieran sobreestimar la población de esta especie en la

zona de evaluación. Los datos que se registrados incluyen: avistamientos y registros indirectos de la especie, tales como revolcaderos, estercoleros, huellas, caminos, entre otros. Los recorridos se realizaron a pie y/o en camioneta (según el acceso). El censo se realizó en las siguientes zonas: Pampa Tolar, quebrada Lloquene, río Capillune y en la cabecera de quebrada Cortadera.

#### d. Monitoreo de Vicuña (*Vicugna vicugna*) y Taruca (*Hippocamelus antisensis*)

Se realizaron transectos a pie o en camioneta a una velocidad constante de 20 km/h a lo largo de caminos y carreteras (según el acceso), teniendo como referencia los puntos de monitoreo Taruca y Vicuña (Cuadro 2). Los transectos tuvieron un ancho de banda de 1 km a ambos lados de la línea de transecto. De manera complementaría, se realizaron registros oportunistas mientras se hizo el desplazamiento entre estaciones de monitoreo.

### 3.3.2. Ornitología (Aves)

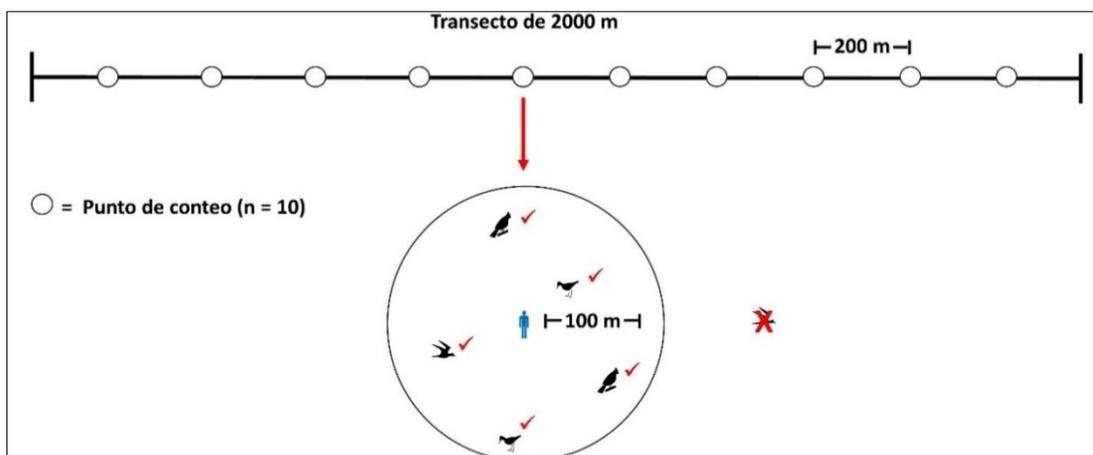
La evaluación del monitoreo se realizó desde el 29 de abril al 09 de mayo del presente año.

#### 3.3.2.1. Metodología de muestreo de campo

##### a. Monitoreo de aves en general

Se realizó monitoreo de aves en 20 estaciones de muestreo (16 en la Zona de Operaciones y 4 en la Zona de Abastecimientos). En cada estación de muestreo, se estableció un transecto de 2000 m, el cual fue dividido en 10 puntos de conteo separados 200 m entre sí. En cada punto de conteo se realizó dos conteos de 5 minutos, uno después de otro (Bibby et al. 2000). La determinación de especies se basó en la detección visual, utilizando binoculares 10 x 42, y por medio del reconocimiento de cantos de las diferentes especies de aves que se encuentren dentro de un radio de 100 m. (Fig. N°4)

Figura N° 4. Representación gráfica del punto de conteo de aves a lo largo de un transecto



Fuente: Pronaturaleza

Por último, se colectó 2 individuos, de las especies más abundantes, para realizar análisis de concentración de metales. La colecta solo se realizó en las estaciones de muestreo de la Zona de Operaciones.

**b. Monitoreo de Suri (*Rhea pennata*)**

Se realizó transectos o recorridos en camioneta a una velocidad constante de 25 km/h, a lo largo de caminos y carreteras, teniendo como referencia los puntos de monitoreo de Suri, en los tramos que corresponden a Túnel Jachacuesta – Quebrada Vallecito – Pampa Chilota (un total aproximado de 15 km), Canal Pasto Grande – Embalse Pasto Grande (33 km), los alrededores del futuro embalse Vizcachas (20 km), y el tramo Humajalso – Titire (49 km), vías que corresponden al área de abastecimiento de agua. De manera complementaria, se realizó registros oportunistas mientras se hizo el desplazamiento entre estaciones de monitoreo.

**3.3.3. Herpetología (Anfibios y Reptiles)**

La evaluación del monitoreo se realizó desde el 29 de abril al 08 de mayo del presente año.

**3.3.3.1. Metodología de muestreo de campo**

**a. Monitoreo de reptiles y anfibios en general**

Se evaluó la riqueza, diversidad y abundancia de reptiles y anfibios en 20 estaciones de muestreo (16 en la Zona de Operaciones y 4 en la Zona de Abastecimientos). En cada estación de muestreo, se estableció un transecto lineal de 100 m de longitud, donde se hizo búsquedas de reptiles y anfibios. Estos transectos fueron recorridos por un periodo aproximado de 20 minutos. En cada estación de muestreo también se realizó VES intensivos (Visual Encounter Survey, por sus siglas en inglés; Crump & Scott, 1994), que consisten en búsquedas de reptiles y anfibios en la vegetación, rocas, piedras, entre otros. Los VES tuvieron también una duración de 20 minutos.

Por último, se colectó 2 individuos, de las especies más abundantes, para realizar análisis de concentración de metales. La colecta solo se hizo en las estaciones de muestreo de la Zona de Operaciones.

**b. Monitoreo de *Liolaemus tacnae* (lagartija)**

En las estaciones de muestreo de la Zona de Operaciones, se realizó búsquedas intensivas de la lagartija *Liolaemus tacnae*.

**c. Monitoreo del Sapo peruano (*Telmatobius peruvianus*) y el Sapo espinuloso (*Rhinella spinulosa*)**

En todas las estaciones de muestreo, se realizó búsquedas intensivas del Sapo peruano (*Telmatobius peruvianus*) y el Sapo espinuloso (*Rhinella spinulosa*).

## IV. RESULTADOS DE LAS EVALUACIONES

### 4.1. FLORA SILVESTRE

#### 4.1.1. Zona de operaciones (ZO)

##### 4.1.1.1. Composición florística

De los resultados obtenidos en los transectos, en esta zona se registró un total de 3 081 individuos, distribuidos en 70 especies y agrupadas en 22 familias, en el siguiente cuadro se puede observar lo indicado por cobertura vegetal y punto de monitoreo.

**Cuadro N° 3. Composición de Flora silvestre**

Zona	Punto	Cobertura vegetal	Número de familia	Número de especie	Total de individuos
Operaciones	Control 03/O03c	Matorral	10	13	122
Operaciones	O03	Matorral	7	11	77
Operaciones	O030	Bosque de Polylepis	5	9	231
Operaciones	O03b	Matorral	7	8	52
Operaciones	O06	Bosque de Polylepis	7	16	191
Operaciones	O06b	Bosque de Polylepis	6	10	149
Operaciones	O07	NR	0	0	0
Operaciones	O08	Matorral	9	16	357
Operaciones	O09	Matorral	7	8	256
Operaciones	O10	Matorral	6	10	180
Operaciones	O15	Bosque de Polylepis	7	12	158
Operaciones	O15bbb	Bosque de Polylepis	6	10	283
Operaciones	O15PC8/O15a	Bosque de Polylepis	7	11	146
Operaciones	O26	Matorral	8	13	225
Operaciones	O29	Matorral	8	11	207
Operaciones	O32/O32	Matorral	6	7	164
Operaciones	O33	Matorral	12	14	283
Operaciones	O34	NR	0	0	0
<b>Total</b>			<b>22</b>	<b>70</b>	<b>3 081</b>

NR: No Registra

Fuente: Pronaturaleza

- **Riqueza y abundancia**

En el siguiente Cuadro se presenta el listado de diversidad de especies observadas en campo y con esto obtenemos la riqueza y la abundancia

**Cuadro N° 4. Riqueza y abundancia**

Especie	Matorral										Bosque de Polylepis					NR		TOTAL	
	Control O3/O03c	O03	O03b	O08	O09	O10	O26	O29	O32/O32	O33	O030	O06	O06b	O15	O15bbb	O15PC8/O15a	O07		O34
<i>Adesmia spinosissima</i>							6							18	3				27
<i>Ambrosia artemisioides</i>	34	12	34	3		56		57	93	96									385
<i>Amsinckia calycina</i>										17									17
<i>Baccharis boliviensis</i>														13					13
<i>Baccharis genistelloides</i>											2								2
<i>Baccharis scandens</i>				73															73
<i>Baccharis sp.</i>					111														111
<i>Baccharis tricuneata</i>							4												4
<i>Balbisia meyeniana</i>	5		3	13				73		91									185
<i>Bartsia melampyroides</i>							1				1		1						3
<i>Belloa schultzi</i>												2							2
<i>Belloa sp.</i>								1											1
<i>Calamagrostis sp.</i>												6	8	5	2	3			24
<i>Calamagrostis vicunarum</i>							1				59	34		1					95
<i>Calceolaria inamoena</i>												10							10
<i>Calceolaria sp.</i>				19															19
<i>Chenopodium petiolare</i>	8	33	5																46
<i>Chersodoma jodopappa</i>												27	25	5	14				71
<i>Chuquiraga rotundifolia</i>												20		21	72				113
<i>Corryocactus sp.</i>								2											2
<i>Cryptantha parviflora</i>		8																	8
<i>Cryptantha peruviana</i>		3																	3
<i>Cumulopuntia boliviana</i>											2								2
<i>Cumulopuntia unguispina</i>		1	2	1		5		2											11
<i>Cuscuta af. corymbosa</i>	2					4		17		3									26
<i>Diplostephium meyenii</i>				22															22
<i>Diplostephium tacorense</i>					101	73	5									12			191
<i>Distichlis humilis</i>												3		9					12
<i>Dunalia spinosa</i>				33															33
<i>Ephedra rupestris</i>										7									7
<i>Ephedra breana</i>							4	7											11
<i>Ephedra rupestris</i>																1			1
<i>Erodium cicutarium</i>	2		2							2									6

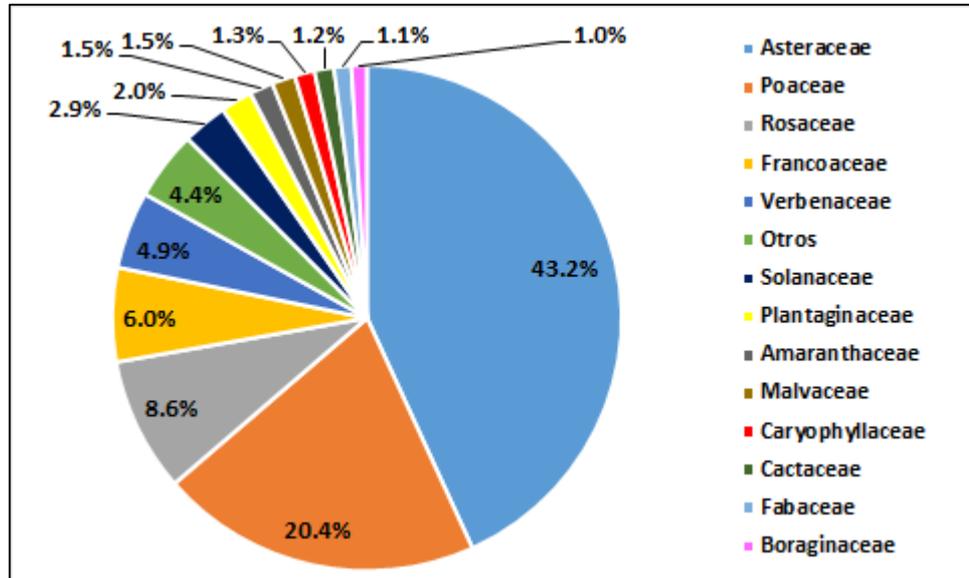
<i>Exhalimolobos arabioides</i>									2										2
<i>Fabiana densa</i>			7		11		3												21
<i>Festuca dolichophylla</i>										81						6			87
<i>Festuca orthophylla</i>													110						110
<i>Grindelia boliviana</i>		1																	1
<i>Hoffmannseggia prostrata</i>								4											4
<i>Hypochaeris meyeniana</i>												2				1			3
<i>Jarava ichu</i>			3	10	5	101		16	18		17		21		32				223
<i>Junellia juniperina</i>	4		21	14		49					4		4	4	52				152
<i>Ligaria cuneifolia</i>			18						2										20
<i>Lobivia pampana</i>						1					1								2
<i>Lucilicline longifolia</i>						3				4									7
<i>Lucilicline piptolepis</i>										5		8							13
<i>Lupinus paniculatus</i>											1					2			3
<i>Mirabilis prostrata</i>				14															14
<i>Mutisia acuminata</i>									9										9
<i>Ophryosporus heptanthus</i>			108																108
<i>Oxalis sp.</i>			3						13										16
<i>Parastrephia lepidophylla</i>										17	10	3	20	5	7				62
<i>Plantago sericea</i>				3			3					6			2				14
<i>Plantago sericea</i>		2																	2
<i>Plantago sericea var. lanuginosa</i>	2		2						6		27		9						46
<i>Poa sp.</i>			2			2													4
<i>Polylepis besseri</i>										60		74	43	59	28				264
<i>Polypogon interruptus</i>											8	21							29
<i>Quinchamalium procumbens</i>												1	2						3
<i>Senecio rudbeckiifolius</i>	3		31								9								43
<i>Senecio sp.</i>						16													16
<i>Solanum peruvianum</i>						33		1											34
<i>Spergularia fasciculata</i>				1	13		25												39
<i>Tagetes multiflora</i>	6		2	1		1	17	26	16		12								81
<i>Terasa operculata</i>	10	9						23						1					43
<i>Trichocereus schoenni</i>					10				1										11
<i>Trichocereus tulhuayacensis</i>		1							1										2
<i>Trichocereus uyupampensis</i>	3	1		1	2	1													8
<i>Urocarpidium peruvianum</i>	3																		3
<i>Vulpia myuros</i>	40	6																	46
<b>Total</b>	<b>122</b>	<b>77</b>	<b>52</b>	<b>357</b>	<b>256</b>	<b>180</b>	<b>225</b>	<b>207</b>	<b>164</b>	<b>283</b>	<b>231</b>	<b>191</b>	<b>149</b>	<b>158</b>	<b>283</b>	<b>146</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3081</b>

NR: No Registra

Fuente: Pronaturaleza

En el siguiente gráfico se observa la abundancia relativa observada en campo, donde las familias que presentaron mayor diversidad fueron: Asteraceae (43.2%) y Poaceae (20.4%).

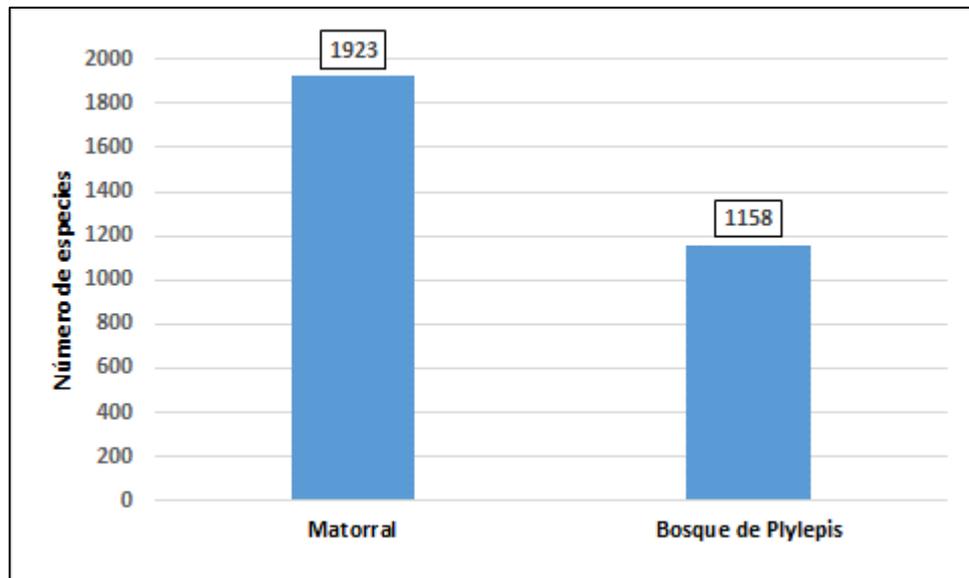
**Gráfico N° 1. Representatividad de Familias botánicas**



Fuente: Pronaturaleza

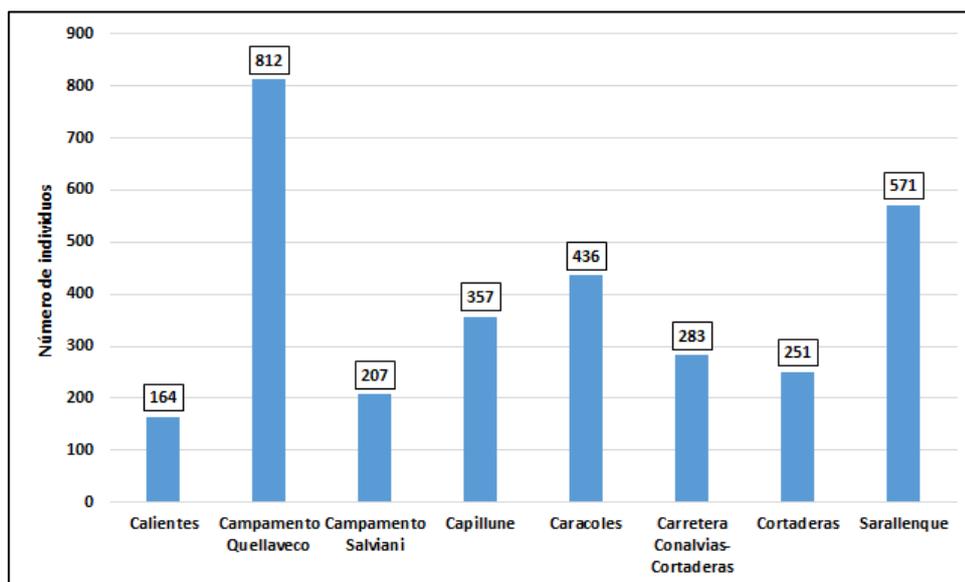
En los gráficos N° 2 y 3 se pueden observar la riqueza de especies (número de individuos) por cobertura vegetal y por localidad.

**Gráfico N° 2. Riqueza de Flora por cobertura vegetal**



Fuente: Pronaturaleza

**Gráfico N° 3. Riqueza de Flora por localidad**



Fuente: Pronaturaleza

#### 4.1.1.2. Índices de diversidad

La diversidad fue calculada por cobertura vegetal (Matorral y Bosque de Polylepis) y por localidad (Calientes, Campamento Quellaveco, Campamento Salviani, Capillune, Caracoles, Carretera Conalvias, Cortaderas, Pampa Tolar, Sarallenne) mediante el índice de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ), se calculó también el índice de Pielou ( $J'$ ), el índice de Margalef ( $d$ ) y el índice de Simpson ( $1-D$ ), cuyos valores se presentan en el Cuadro N° 5 y 6.

**Cuadro N° 5. Índice de diversidad por cobertura vegetal**

Cobertura vegetal	$H'$	$J'$	$d$	(1-D)
Matorral	3.02	0.77	6.48	0.92
Bosque de Polylepis	2.65	0.77	4.39	0.90

$H'$  = Shannon-Wiener (nats/individuo),  $J'$  = Pielou,  $d$  = Margalef, Simpson (1-D)

Fuente: Pronaturaleza

**Cuadro N° 6. Índice de diversidad por localidad**

Localidad	$H'$	$J'$	$d$	1-D
Calientes	1.27	0.65	1.18	0.62
Campamento Quellaveco	2.45	0.73	4.18	0.88
Campamento Salviani	1.74	0.73	1.88	0.77
Capillune	2.13	0.77	2.55	0.84
Caracoles	1.79	0.68	2.14	0.75
Carretera Conalvias- Cortaderas	1.84	0.70	2.30	0.77

Cortaderas	2.15	0.72	3.44	0.82
Pampa Tolar	NR	NR	NR	NR
Sarallenque	2.48	0.76	3.94	0.88

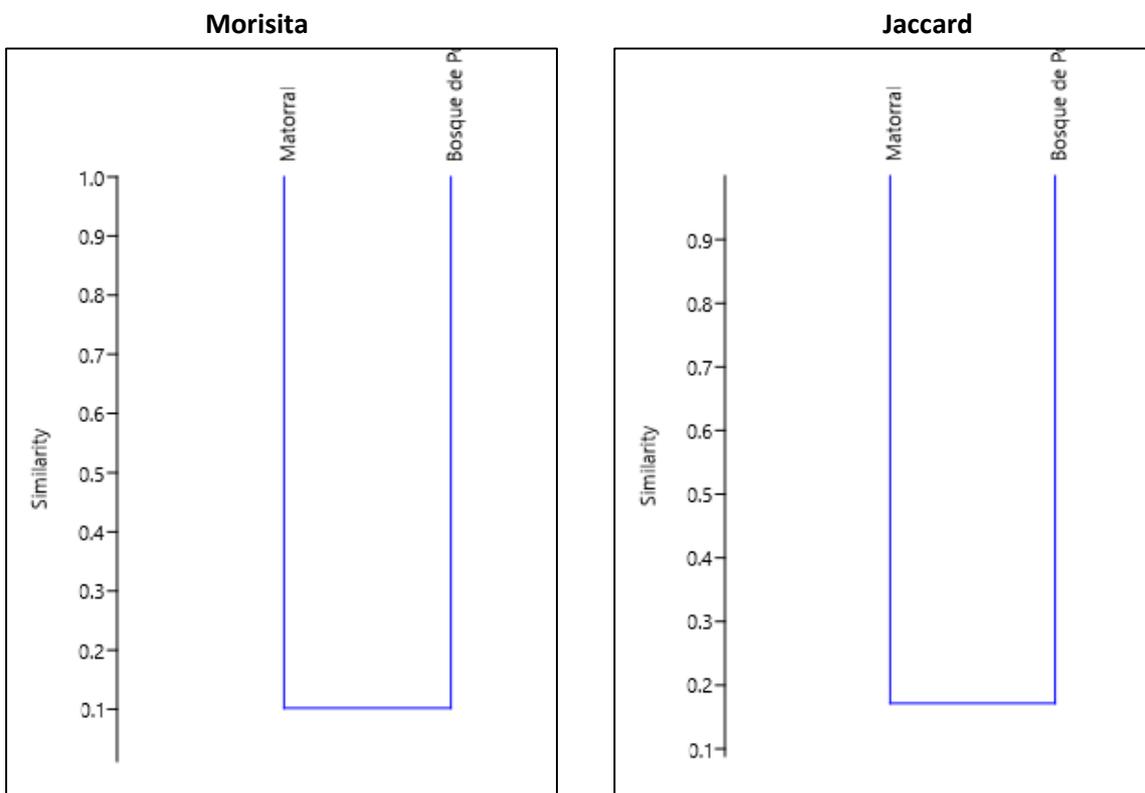
$H'$  = Shannon-Wiener (nats/individuo),  $J'$  = Pielou,  $d$  = Margalef, Simpson (1-D)

Fuente: Pronaturaleza

#### 4.1.1.3. Análisis de Similitud

En los siguientes gráficos se observa el análisis de similitud según criterios de Jaccard y Morisita entre coberturas vegetales (Matorral y Bosque de Polylepis)

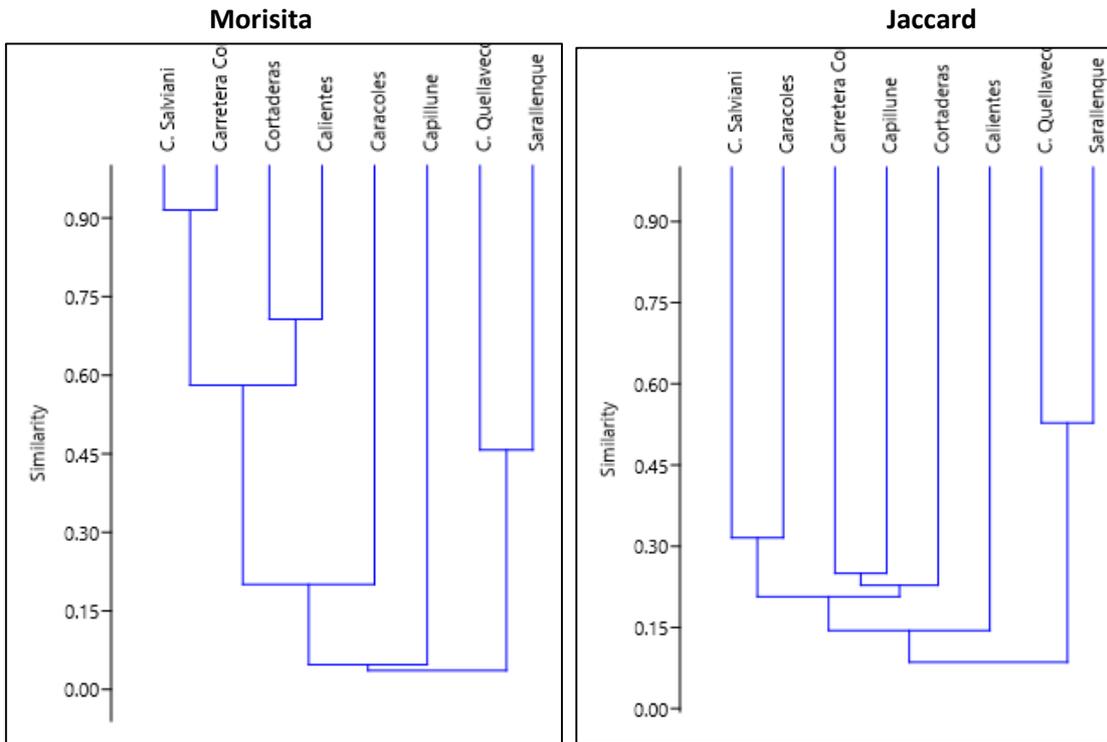
Gráfico N° 4. Análisis de Similitud por Zona de Cobertura (ZO)



Fuente: Pronaturaleza

En el siguiente gráfico se observa el análisis de similitud según criterios de Jaccard y Morisita entre localidades (Calientes, Campamento Quellaveco, Campamento Salviani, Capillune, Caracoles, Carretera Conalvias, Cortaderas, Pampa Tolar, Sarallenque)

**Gráfico N° 5. Análisis de Similitud por localidad (ZO)**



Fuente: Pronaturaleza

#### 4.1.2. Zona de abastecimiento de agua (ZAA)

##### 4.1.2.1. Composición florística

De los resultados obtenidos en los transectos, en esta zona se registró un total de 7 429 individuos, distribuidos en 50 especies y agrupadas en 17 familias, en el siguiente cuadro se puede observar lo indicado por cobertura vegetal y punto de monitoreo.

**Cuadro N° 7. Composición de Flora silvestre**

Zona	Punto	Cobertura vegetal	Número de familia	Número de especie	Total de individuos
Abastecimiento	A17-T1	Bofedal	7	9	192
Abastecimiento	A17-T2	Bofedal	7	9	252
Abastecimiento	A25-T1	Bofedal	6	11	183
Abastecimiento	A25-T2	Bofedal	8	13	146
Abastecimiento	A34-T2	Bofedal	7	12	213
Abastecimiento	F01-T1	Cesped de Puna	6	7	93
Abastecimiento	F02-T1	Bofedal	7	14	244
Abastecimiento	F02-T2	Bofedal	8	17	190
Abastecimiento	F03-T1	Cesped de Puna	5	6	99
Abastecimiento	F04-T1*	Bofedal	7	11	192

Abastecimiento	F04-T2	Bofedal	7	10	194
Abastecimiento	F05-T1	Cesped de Puna	6	8	37
Abastecimiento	F05-T2	Cesped de Puna	4	6	66
Abastecimiento	F06-T1	Cesped de Puna	6	9	103
Abastecimiento	F07-T1	Cesped de Puna	7	11	45
Abastecimiento	F08-T1	Cesped de Puna	6	8	132
Abastecimiento	F09-T1	Cesped de Puna	5	6	134
Abastecimiento	F10-T1	Tolar	6	8	107
Abastecimiento	F11-T1	Bofedal	8	13	225
Abastecimiento	F12-T1	Cesped de Puna	5	7	74
Abastecimiento	F13-T1	Bofedal	7	11	266
Abastecimiento	F14-T1	Cesped de Puna	5	10	93
Abastecimiento	F14-T2	Cesped de Puna	4	9	85
Abastecimiento	F15-T1	Cesped de Puna	5	10	99
Abastecimiento	F16-T1	Bofedal	8	13	249
Abastecimiento	F17-T1	Bofedal	8	14	342
Abastecimiento	F18-T1	Matorral	4	5	192
Abastecimiento	F19-T1	Bofedal	5	12	61
Abastecimiento	F20-T1	Pajonal andino	5	10	190
Abastecimiento	F21-T1	Cesped de Puna	4	9	147
Abastecimiento	F22-T1	Tolar	6	9	139
Abastecimiento	F23-T1	Cesped de Puna	4	7	140
Abastecimiento	F24-T1	Cesped de Puna	4	8	221
Abastecimiento	F25-T1	Bofedal	5	8	198
Abastecimiento	F26-T1	Cesped de Puna	5	8	195
Abastecimiento	F27-T1	Bofedal	6	16	194
Abastecimiento	F28-T1	Bofedal	5	10	205
Abastecimiento	F29-T1	Cesped de puna	6	10	341
Abastecimiento	F30-T1	Cesped de Puna	3	8	138
Abastecimiento	F31-T1	Bofedal	6	11	261
Abastecimiento	F32-T1	Cesped de Puna	3	5	222
Abastecimiento	F33-T1	Cesped de Puna	4	10	137
Abastecimiento	F34-T1	Cesped de Puna	5	11	262
Abastecimiento	F35-T1	Cesped de puna	5	11	131
<b>Total</b>			<b>17</b>	<b>50</b>	<b>7429</b>

NR: No Registra

Fuente: Pronaturaleza

- **Riqueza y abundancia**

En el siguiente Cuadro se presenta el listado de diversidad de especies observadas en campo y con esto obtenemos la riqueza y la abundancia

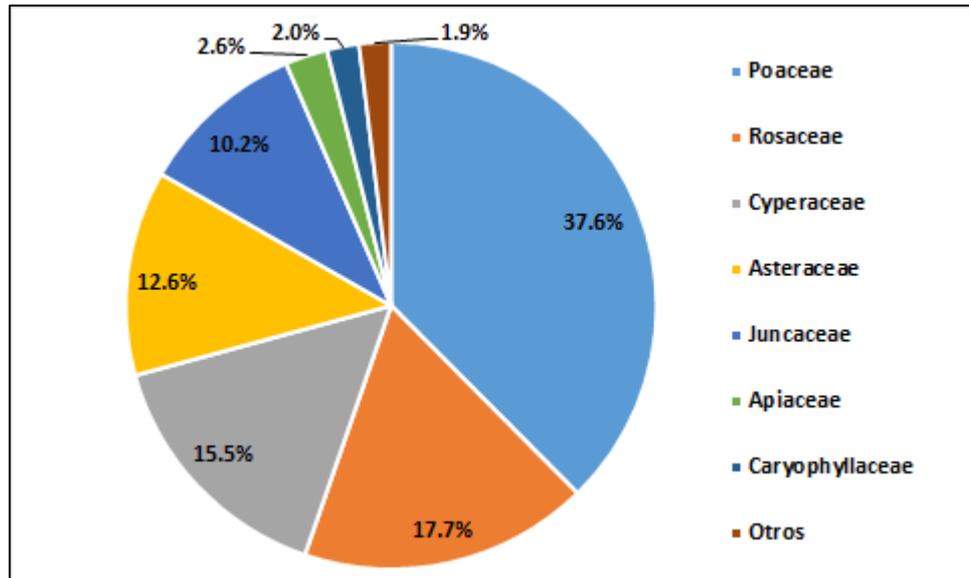






En el siguiente gráfico se observa el porcentaje de las familias observadas en campo, donde las familias que presentaron mayor diversidad fueron: Poaceae (37.6%), Rosaceae (17.7%), Cyperaceae (15.5%) y Asteraceae (12.6%).

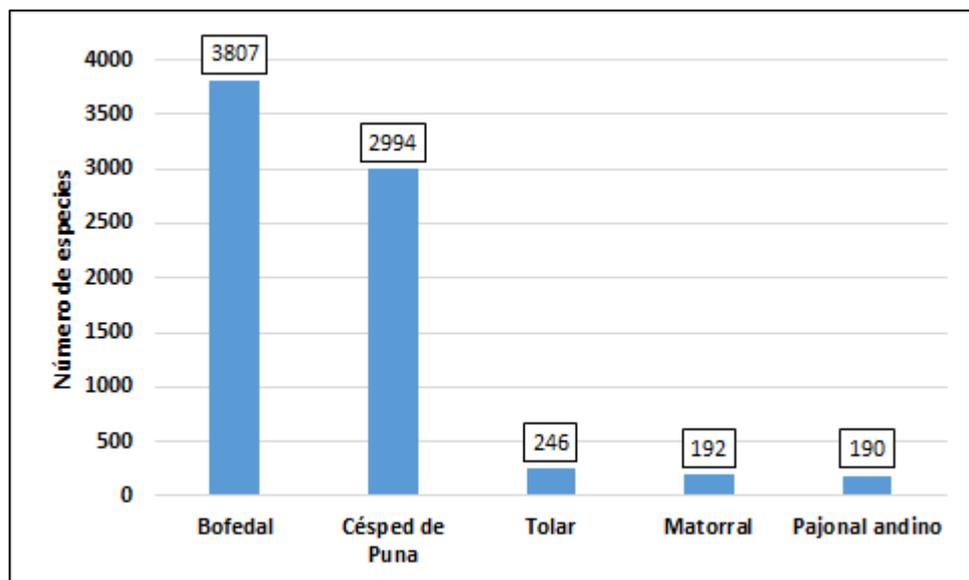
**Gráfico N° 6. Representatividad de Familias botánicas**



Fuente: Pronaturaleza

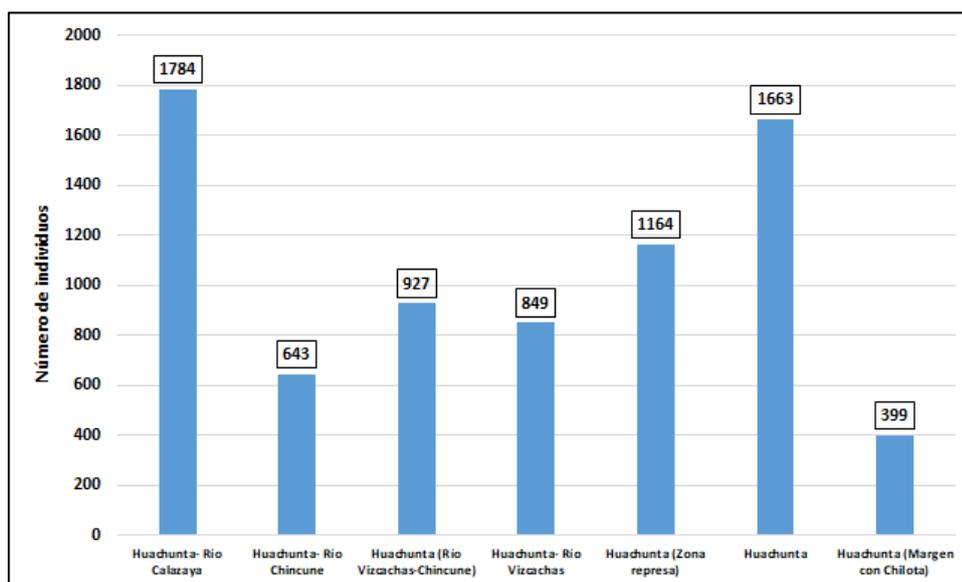
En los gráficos N° 7 y 8 se pueden observar la riqueza de especies (número de individuos) por cobertura vegetal y por localidad.

**Gráfico N° 7. Riqueza de Flora por cobertura vegetal**



Fuente: Pronaturaleza

**Gráfico N° 8. Riqueza de flora por localidad**



Fuente: Pronaturaleza

#### 4.1.2.2. Índices de diversidad

La diversidad fue calculada por cobertura vegetal (Bofedal, Césped de Puna, Tolar, Matorral y Pajonal andino) mediante el índice de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ), se calculó también el índice de Pielou ( $J'$ ), el índice de Margalef ( $d$ ) y el índice de Simpson ( $1-D$ ), cuyos valores se presentan en el Cuadro N° 9 y 10.

**Cuadro N° 9. Índice de diversidad por cobertura vegetal**

Estación	$H'$	$J'$	$d$	(1-D)
Bofedal	2.60	0.74	3.88	0.90
Césped de Puna	2.67	0.72	5.00	0.96
Tolar	1.63	0.71	1.63	0.74
Matorral	1.17	0.73	0.76	0.65
Pajonal Andino	1.34	0.58	1.72	0.99

$H'$  = Shannon-Wiener (nats/individuo),  $J'$  = Pielou,  $d$  = Margalef, Simpson (1-D)

Fuente: Pronaturaleza

**Cuadro N° 10. Índice de diversidad por localidad**

Localidad	$H'$	$J'$	$d$	(1-D)
Huachunta- Río Calazaya	2.54	0.78	3.34	0.89
Huachunta- Río Chincune	2.21	0.82	2.17	0.85
Huachunta (Río Vizcachas-Chincune)	2.87	0.84	4.24	0.92
Huachunta- Río Vizcachas	2.77	0.86	3.56	0.92
Huachunta (Zona represa)	2.47	0.75	3.68	0.98

Huachunta	2.74	0.77	4.60	0.75
Huachunta (Margen con Chilota)	2.00	0.71	2.67	0.80

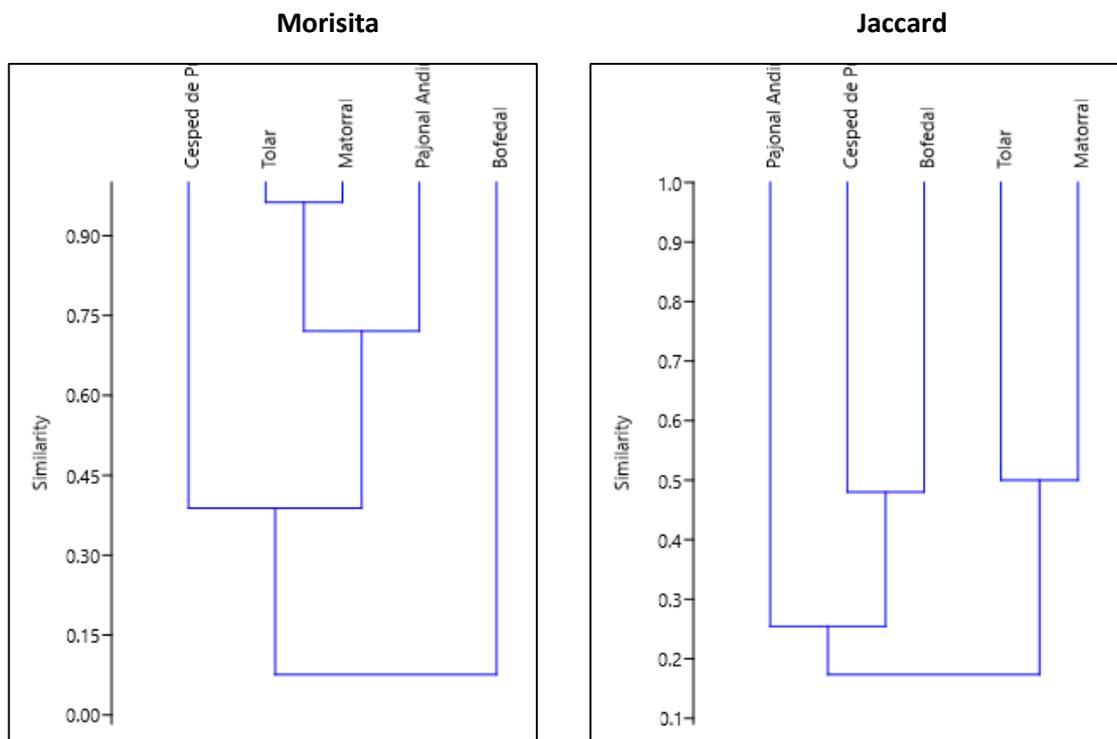
$H'$  = Shannon-Wiener (nats/individuo),  $J'$  = Pielou,  $d$  = Margalef

Fuente: Pronaturaleza

#### 4.1.2.3. Análisis de Similitud

En el siguiente gráfico se observa el análisis de similitud según criterios de Jaccard y Morisita entre coberturas vegetales (Bofedal, Césped de Puna, Tolar, Matorral y Pajonal andino)

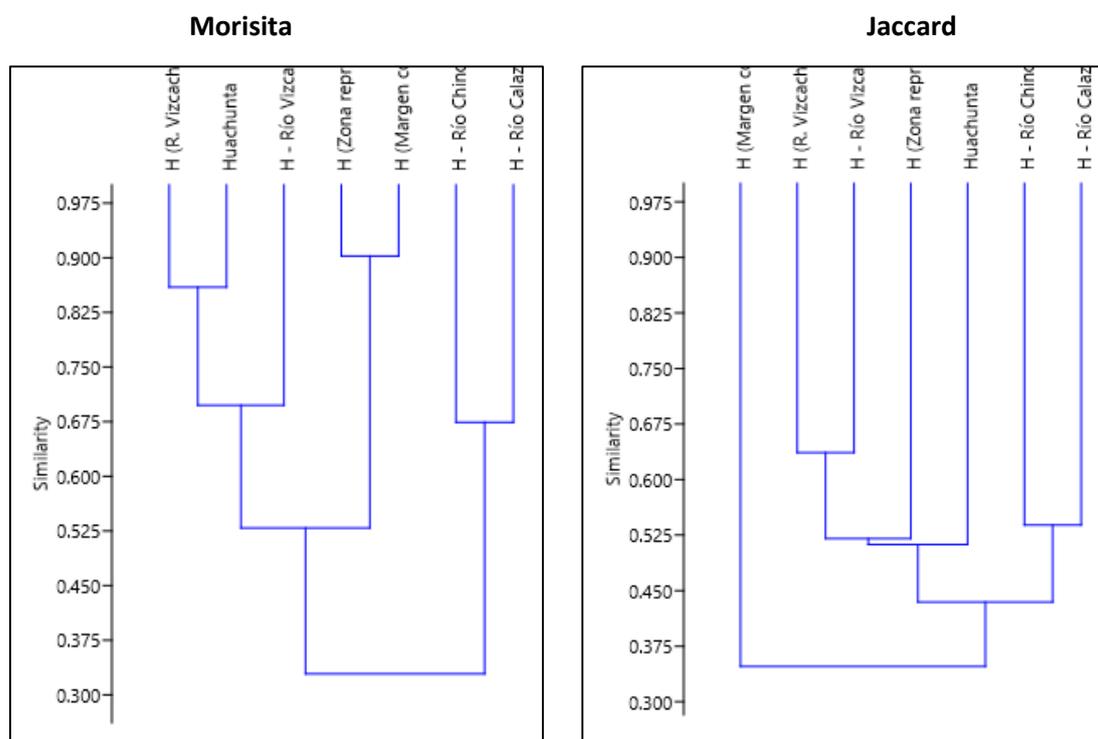
Gráfico N° 9. Análisis de Similitud por Zona de Cobertura (ZO)



Fuente: Pronaturaleza

En el siguiente gráfico se observa el análisis de similitud según criterios de Jaccard y Morisita entre localidades (Huachunta- Río Calazaya, Huachunta- Río Chincune, Huachunta (Río Vizcachas-Chincune), Huachunta- Río Vizcachas, Huachunta (Zona represa), Huachunta y Huachunta (Margen con Chilota))

Gráfico N° 10. Análisis de Similitud por localidad (ZO)



Fuente: Pronaturaleza

#### 4.1.3. Estado de Conservación de especies

En el siguiente cuadro se observa el estado de conservación de las especies observadas en la Zona de Operación y en la Zona de Abastecimiento, según Normativa nacional e internacional.

Cuadro N° 11. Estado de conservación

ORDEN	Familia	Especie	IUCN <sup>(1)</sup>	CITES <sup>(2)</sup>	D.S. N° 043-2006-AG <sup>(3)</sup>
Apiales	Apiaceae	<i>Azorella compacta</i>	VU	---	VU
Asterales	Asteraceae	<i>Baccharis genistelloides</i>	---	---	NT
Asterales	Asteraceae	<i>Chuquiraga rotundifolia</i>	---	---	NT
Asterales	Asteraceae	<i>Mutisia acuminata</i>	---	---	NT
Asterales	Asteraceae	<i>Parastrephia lepidophylla</i>	---	---	VU
Caryophyllales	Cactaceae	<i>Cumulopuntia boliviana subsp. Ignescens</i>	LC	Apendice II	---
Ephedrales	Ephedraceae	<i>Ephedra rupestris</i>	LC	---	CR
Ephedrales	Ephedraceae	<i>Ephedra breana</i>	LC	---	CR
Rosales	Rosaceae	<i>Polylepis besseri</i>	VU	---	VU

(1) IUCN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

(2) CITES: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (2011)

(3) DECRETO SUPREMO N° 043-2006-AG, Categorización de especies amenazadas de Flora Silvestre.

LC: Preocupación menor NT: Casi amenazado VU: Vulnerable CR: En peligro crítico

Fuente: Pronaturaleza

#### 4.1.4. Análisis de Concentración de metales

En el siguiente cuadro se puede observar los resultados obtenidos por laboratorio de las especies colectadas en campo de Plomo, Mercurio, Arsénico y Cadmio, en el Anexo I se observa los resultados de laboratorio de la corrida de metales completo.

**Cuadro N° 12. Resultados de Laboratorio**

Metales totales	L.D.M.	unidades	Flora
Arsenic / Arsénico (As)	0.1	mg/kg	0.2
Cadmium / Cadmio (Cd)	0.04	mg/kg	<0.04
Mercury / Mercurio (Hg)	0.1	mg/kg	<0.1
Lead / Plomo(Pb)	0.06	mg/kg	0.25

L.D.M.: Límite de detección del método

Fuente: Pronaturaleza

## 4.2. MASTOZOLOGÍA (MAMÍFEROS)

### 4.2.1. Para la Zona de operaciones (ZO)

#### 4.2.1.1. Registro de especies capturadas, avistamientos y rastros

En el siguiente cuadro se puede observar que especies fueron avistadas, capturadas y de cuales se obtuvieron rastros.

**Cuadro N° 13. Registro de capturas, avistamientos y rastros de mamíferos en la ZO**

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	Control O3/O03c	M-52	T-6	O8	O31	O6	O10	O9	O29	O32/O32	O33	O15PC1	O15PC8/O15a	O15	T-14	O34
			Cortaderas	Capillune	Sarallénque	Caracoles	Campamento Salviani	Calientes (parte alta)	Carretera a Cortaderas	Campamento (parte alta)	Asana	Pampa Tolar						
Rodentia	Cricetidae	<i>Abrothrix jelskii</i>																C
Rodentia	Cricetidae	<i>Akodon albiventer</i>	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Rodentia	Cricetidae	<i>Calomys lepidus</i>												C				
Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis limatus</i>							C	C	C		C		C			C
Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis magister</i>	C	C	C			C	C	C		C		C		C		
Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis xanthopygus</i>				C		C	C	C	C			C	C	C	C	C
Rodentia	Chinchillidae	<i>Lagidium peruanum</i>	R	A	A	R		R		R			R	R	R	A	A	
Carnívora	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>		A	R	R								R	R	R	R	R
Cetartiodactyla	Camelidae	<i>Lama guanicoe</i>	A			R				R								

Cetartiodactyla	Camelidae	<i>Vicugna vicugna</i>								R									
Cetartiodactyla	Cervidae	<i>hippocamelus antisensis</i>								R									

**C** Captura    **A** Avistamiento    **R** Rastro (huellas, revolcaderos, estiércol, referencias)  
Fuente: Pronaturaleza

### Censo de Guanaco (Lama guanicoe)

El día del censo se logró observar 3 guanacos (2 adultos y 1 cría) en la zona de Cortaderas. Así mismo se halló rastros (huellas, revolcaderos, estiércol, referencias) en Capillune y cercanías a la Quebrada Lloquene. Además, se tiene referencias de que se les suele ver por la localidad de Papujune.

#### 4.2.1.2. Composición de especies

De los resultados obtenidos, en esta zona se registró un total de 142 especies divididas en 6 especies y agrupadas en una sola familia, en el siguiente cuadro se observa lo indicado.

**Cuadro N° 14. Composición de mamíferos menores avistados**

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	Control O3/O03c	M-52	T-6	O8	O15	O15PC1	T-14	O15PC8/O15a	O6	O31	O10	O9	O29	O32/O32	O33	O34
Rodentia	Cricetidae	<i>Abrothrix jelskii</i>	Ketocui							1									
Rodentia	Cricetidae	<i>Akodon albiventer</i> (Thomas, 1897)	Ratón de pajonal de vientre blanco; Ratón de vientre blanco	3	6	8	4	8	10	2	5	6	4	5	4	1	2	4	
Rodentia	Cricetidae	<i>Calomys lepidus</i>	Lauchita crepuscular andina						1										
Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis limatus</i>	Lauchón orejudo limeño							2	2			1	1	3		2	
Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis magister</i>	El ratón de orejas de hoja maestro; ratón orejón andino	2	2	4		2	3			2		3	3		4		
Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis xanthopygus</i>	Pericote panza gris; lauchón orejudo amarillento; pericote austral				2	5	6	6	3	3		3	2	2			

Sin acceso

Fuente: Pronaturaleza

**Cuadro N° 15. Composición de mamíferos mayores avistados**

Puntos Vicuñas y Taruca	Vicuñas					Taruca
	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Grupo 1
Ma-01	7	-	-	-	-	-
Ma-02	5	-	-	-	-	-
Ma-03	Huellas, referencias	-	-	-	-	12
Ma-04	Huellas, referencias	-	-	-	-	-
Ma-05	10	7	12	8	15	-
Ma-06	Huellas, referencias, Avistamientos a kilómetros del punto (≈8 manadas)	-	-	-	-	-

Fuente: Pronaturaleza

- Riqueza y abundancia**

En el Cuadro N° 16 se presenta el listado de diversidad de especies observadas en campo y con esto obtenemos los datos del Cuadro N° 17 la riqueza taxonómica.

**Cuadro N° 16. Riqueza taxonómica por puntos de muestreo y localidades**

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	Control O3/O03c	M-52	T-6	O8	O31	O6	O10	O9	O29	O32/O32	O33	O15PC1	O15PC8/O15a	O15	T-14	O34
			Cortaderas	Capillune	Sarallenne	Caracoles	Campamento Salviani	Calientes (parte alta)	Carretera a Cortaderas	Campamento (parte alta)	Asana	Pampa Tolar						
Cricetidae	<i>Abrothrix jelskii</i>	Ketocui																x
Cricetidae	<i>Akodon albiventer</i>	Ratón de pajonal de vientre blanco; Ratón de vientre blanco	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Cricetidae	<i>Calomys lepidus</i>	Lauchita crepuscular andina												x				
Cricetidae	<i>Phyllotis limatus</i>	Lauchón orejudo limeño							x	x	x		x		x		x	
Cricetidae	<i>Phyllotis magister</i>	El ratón de orejas de hoja maestro; ratón orejón andino	x	x	x			x	x	x		x		x		x		

Cricetidae	<i>Phyllotis xanthopygus</i>	Pericote panza gris; lauchón orejudo amarillento; pericote austral					x		x	x	x	x				x	x	x	x
Chinchillidae	<i>Lagidium peruanum</i>	Vizcacha	x	x	x	x			x		x					x	x	x	x
Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro		x	x	x										x	x	x	x
Camelidae	<i>Lama guanicoe</i>	Guanaco	x			x					x								
Camelidae	<i>Vicugna vicugna</i>	Vicuña							x										
Cervidae	<i>hippocamelus antisensis</i>	Venado, Taruca							x										

\* Para mamíferos mayores se consideró avistamientos y rastros

Fuente: Pronaturaleza

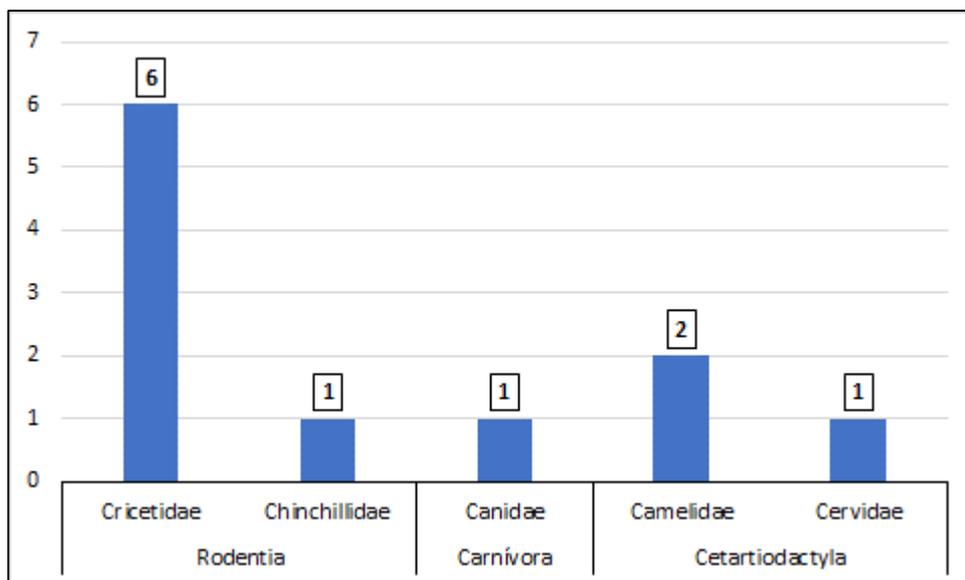
**Cuadro N° 17. Riqueza taxonómica de mamíferos en la ZO**

Ordenes	Familias	Espécies
Rodentia	Cricetidae	6
	Chinchillidae	1
Carnívora	Canidae	1
Cetartiodactyla	Camelidae	2
	Cervidae	1

Fuente: Pronaturaleza

En el siguiente gráfico se observa el número de especies observadas por orden y familia en la Zona de Operación.

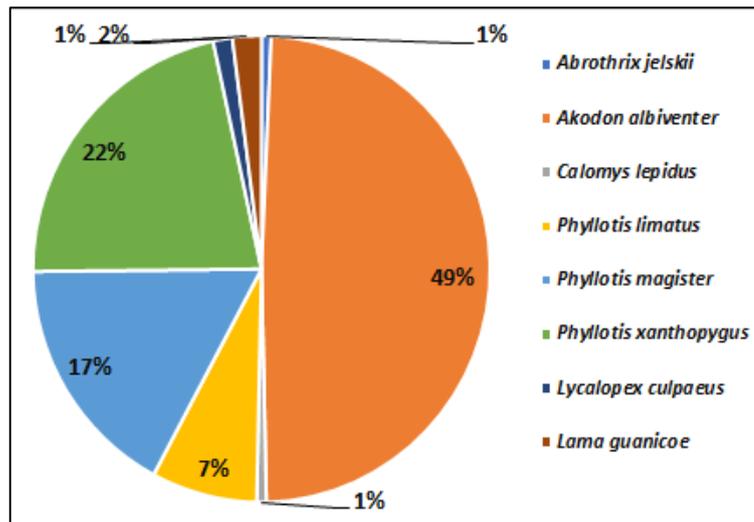
**Gráfico N° 11. Número de especies registradas por orden y familia en la ZO**



Fuente: Pronaturaleza

En el siguiente gráfico se observa el número de especies observadas por orden y familia en la Zona de operación.

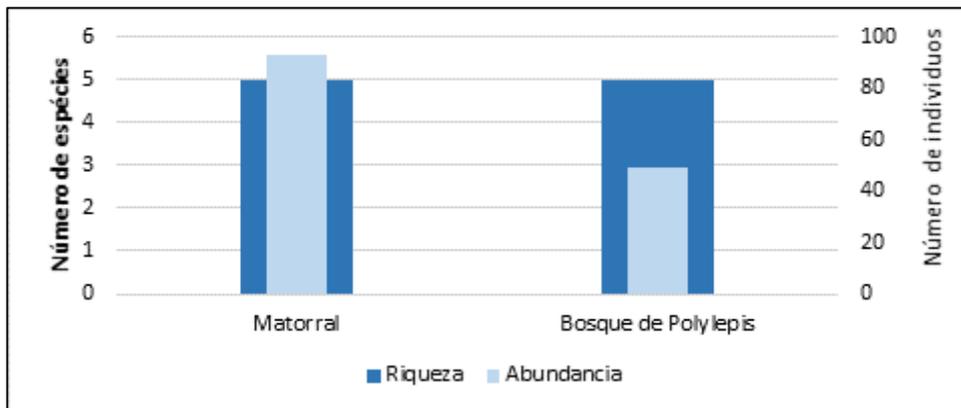
**Gráfico N° 12. Abundancia de mamíferos observados en la ZO**



Fuente: Pronaturaleza

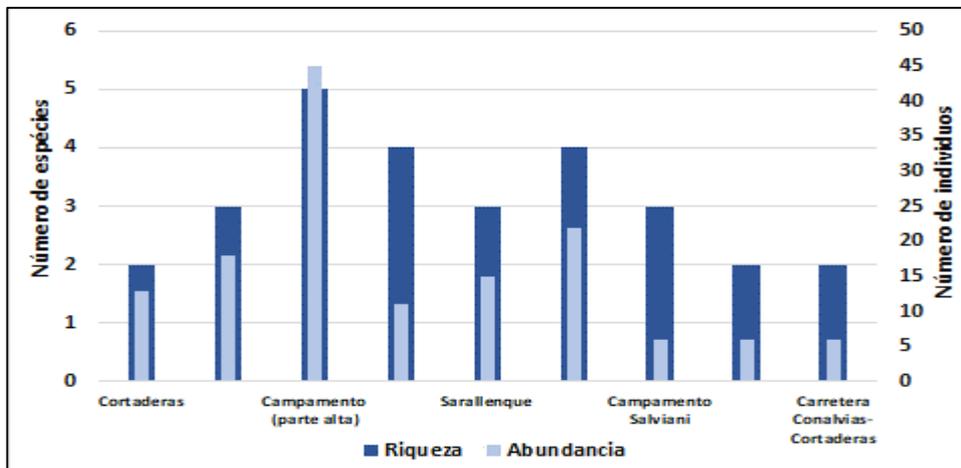
En los gráficos N° 13 y 14 se observa la riqueza y abundancia de roedores por cobertura vegetal y por localidad de la Zona de operación.

**Gráfico N° 13. Riqueza y abundancia de roedores por cobertura vegetal en la ZO**



Fuente: Pronaturaleza

**Gráfico N° 14. Riqueza y abundancia de roedores por localidad vegetal en la ZO**



Fuente: Pronaturaleza

#### 4.2.1.3. Índices de diversidad

La diversidad fue calculada por cobertura vegetal (Matorral y Bosque de Polylepis) y por localidad (Cortaderas, Capillune, Campamento (parte alta), Asana, Sarallenque, Caracoles, Campamento Salviani, Calientes (parte alta) y carretera de Cortaderas) mediante el índice de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ), se calculó también el índice de Pielou ( $J'$ ) y el índice de Margalef ( $d$ ).

**Cuadro N° 18. Índice de diversidad por cobertura vegetal**

Cobertura vegetal	$H'$	$J'$	$d$
Matorral	1.29	0.80	0.88
Bosque de Polylepis	1.13	0.70	1.03

$H'$  = Shannon-Wiener (nats/individuo),  $J'$  = Pielou,  $d$  = Margalef

Fuente: Pronaturaleza

**Cuadro N° 19. Índice de diversidad por localidad**

Estación	$H'$	$J'$	$d$
Cortaderas	0.56	0.81	0.39
Capillune	0.85	0.77	0.69
Campamento (parte alta)	1.17	0.73	1.05
Asana	1.17	0.84	1.25
Sarallenque	0.86	0.78	0.74
Caracoles	1.27	0.92	0.97
Campamento Salviani	1.01	0.92	1.12
Calientes (parte alta)	0.64	0.92	0.56
Carretera a Cortaderas	0.64	0.92	0.56

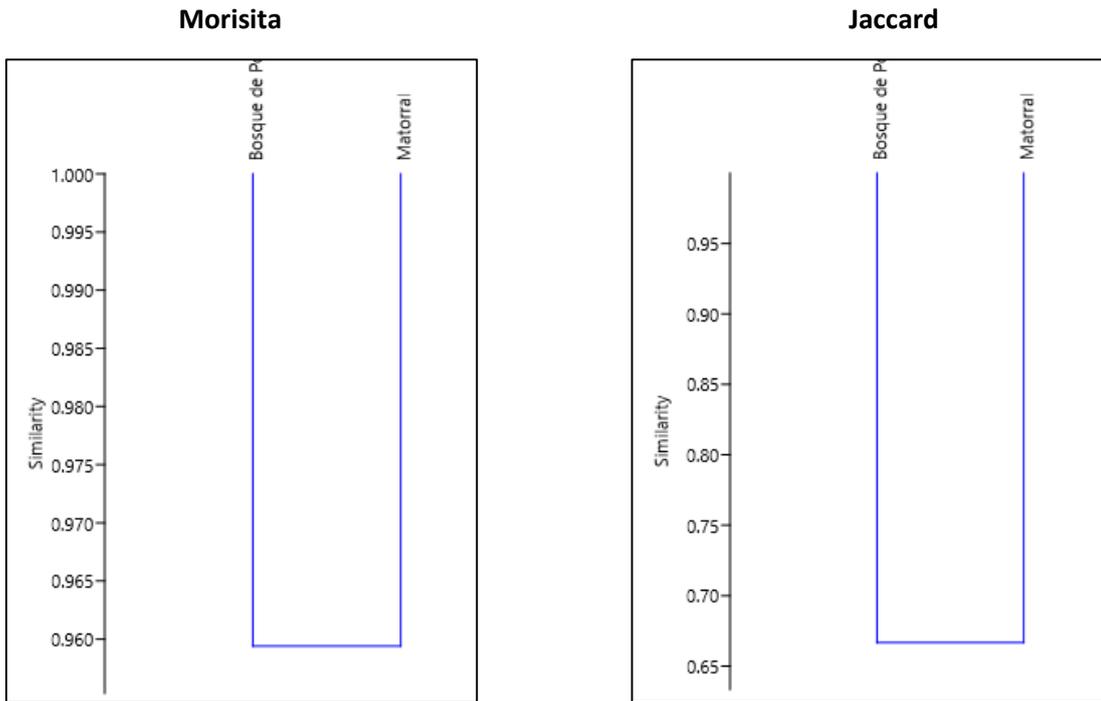
$H'$  = Shannon-Wiener (nats/individuo),  $J'$  = Pielou,  $d$  = Margalef, Simpson (1-D)

Fuente: Pronaturaleza

#### 4.2.1.4. Análisis de Similitud

En los siguientes gráficos se observa el análisis de similitud según criterios de Jaccard y Morisitia entre coberturas vegetales (Matorral y Bosque de Polylepis).

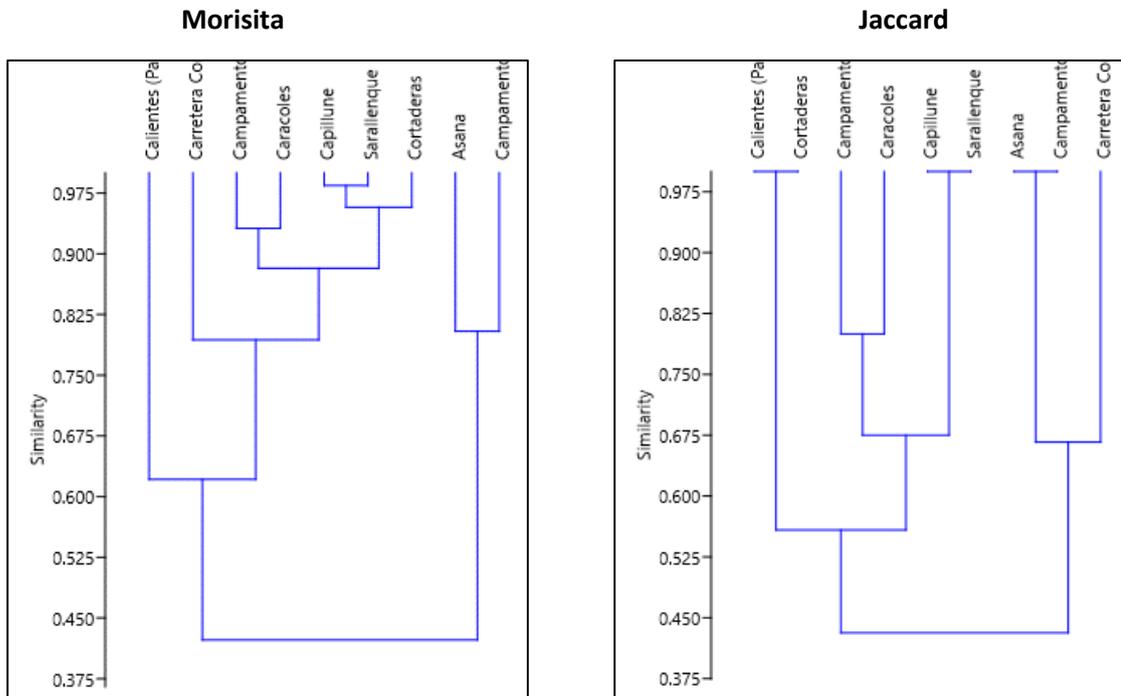
**Gráfico N° 15. Análisis de Similitud por Zona de Cobertura (ZO)**



Fuente: Pronaturaleza

En el gráfico N°16 se observa el análisis de similitud según Jaccard y Morisita entre localidades (Cortaderas, Capillune, Campamento (parte alta), Asana, Sarallénque, Caracoles, Campamento Salviani, Calientes (parte alta) y carretera de Cortaderas)

**Gráfico N° 16. Análisis de Similitud por localidad (ZO)**



Fuente: Pronaturaleza

#### 4.2.2. Para la Zona de abastecimiento de agua (ZAA)

##### 4.2.2.1. Registro de especies capturadas, avistamientos y rastros

En el siguiente cuadro se puede observar que especies fueron avistadas, capturadas y de cuales se obtuvieron rastros.

**Cuadro N° 20. Registro de capturas, avistamientos y rastros de mamíferos en la ZO**

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	T-20	T-6	T-16	T-15
Rodentia	Cricetidae	<i>Akodon albiventer</i>	C	C	C	
Rodentia	Cricetidae	<i>Auliscomys pictus</i>			C	C
Rodentia	Cricetidae	<i>Auliscomys sublimis</i>			C	C
Rodentia	Cricetidae	<i>Calomys lepidus</i>			C	C
Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis xanthopygus</i>	C	C	C	C
Rodentia	Chinchillidae	<i>Lagidium peruanum</i>	R		R	A
Carnívora	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>				R
Cetartiodactyla	Camelidae	<i>Vicugna vicugna</i>			R	R
Cetartiodactyla	Cervidae	<i>hippocamelus antisensis</i>				A

C Captura   
 A Avistamiento   
 R Rastro (huellas, revolcaderos, estiércol, referencias)

Fuente: Pronaturaleza

##### 4.2.2.2. Composición de especies

De los resultados obtenidos, en esta zona se registró un total de 33 especies divididas en 5 especies y agrupadas en 2 familias, en el siguiente cuadro se observa lo indicado.

**Cuadro N° 21. Composición de especies avistadas**

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	T-20	T-6	T-16	T-15
Rodentia	Cricetidae	<i>Auliscomys pictus</i>	<i>pericote orejudo pintado</i>	1	2	1	
Rodentia	Cricetidae	<i>Auliscomys sublimis</i>	<i>Pericote de la puna o raton orejon sblime</i>			2	1
Rodentia	Cricetidae	<i>Calomys lepidus</i>	<i>Lauchita crepuscular andina</i>			3	2
Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis xanthopygus</i>	<i>Pericote panza gris; lauchón orejudo amarillento; pericote austral</i>			6	2
Cetartiodactyla	Camelidae	<i>Vicugna vicugna</i>	Vicuña	3	1	5	4

Fuente: Pronaturaleza

- **Riqueza y abundancia**

En el Cuadro N° 21 se presenta el listado de diversidad de especies observadas en campo y con esto obtenemos los datos del Cuadro N° 22 la riqueza taxonómica.

**Cuadro N° 22. Riqueza taxonómica por puntos de muestreo y localidades**

ABASTECIMIENTO							
ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	T-20	T-6	T-16	T-15
				Pajonal andino	Tolar	Pajonal andino	Tolar
Rodentia	Cricetidae	<i>Auliscomys pictus</i>	<i>pericote orejudo pintado</i>	x	x	x	
Rodentia	Cricetidae	<i>Auliscomys sublimis</i>	<i>Pericote de la puna o raton orejon sblime</i>			x	x
Rodentia	Cricetidae	<i>Calomys lepidus</i>	<i>Lauchita crepuscular andina</i>			x	x
Rodentia	Cricetidae	<i>Phyllotis xanthopygus</i>	<i>Pericote panza gris; lauchón orejudo amarillento; pericote austral</i>			x	x
Cetartiodactyla	Camelidae	<i>Vicugna vicugna</i>	Vicuña	x	x	x	x

Fuente: Pronaturaleza

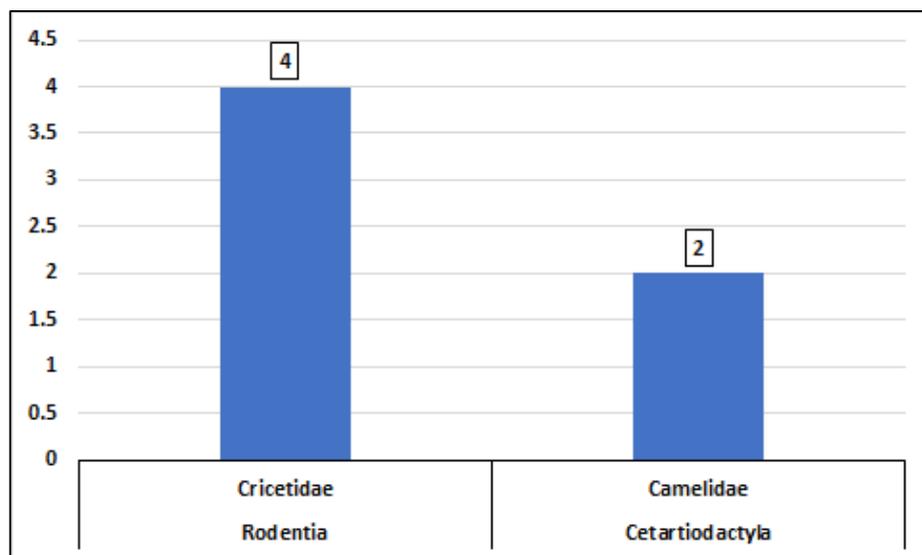
**Cuadro N° 23. Riqueza taxonómica de mamíferos en la ZA**

Ordenes	Familias	Espécies
Rodentia	Cricetidae	4
Cetartiodactyla	Camelidae	2

Fuente: Pronaturaleza

En el siguiente gráfico se observa el número de especies observadas por orden y familia en la Zona de Abastecimiento.

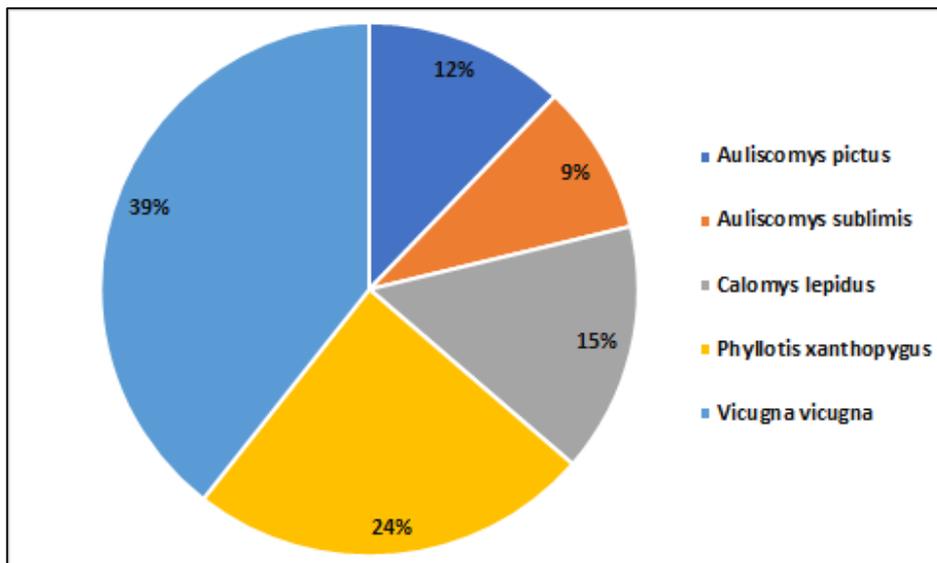
**Gráfico N° 17. Número de especies registradas por orden y familia en la ZA**



Fuente: Pronaturaleza

En el siguiente gráfico se observa el número de especies observadas por orden y familia en la Zona de operación.

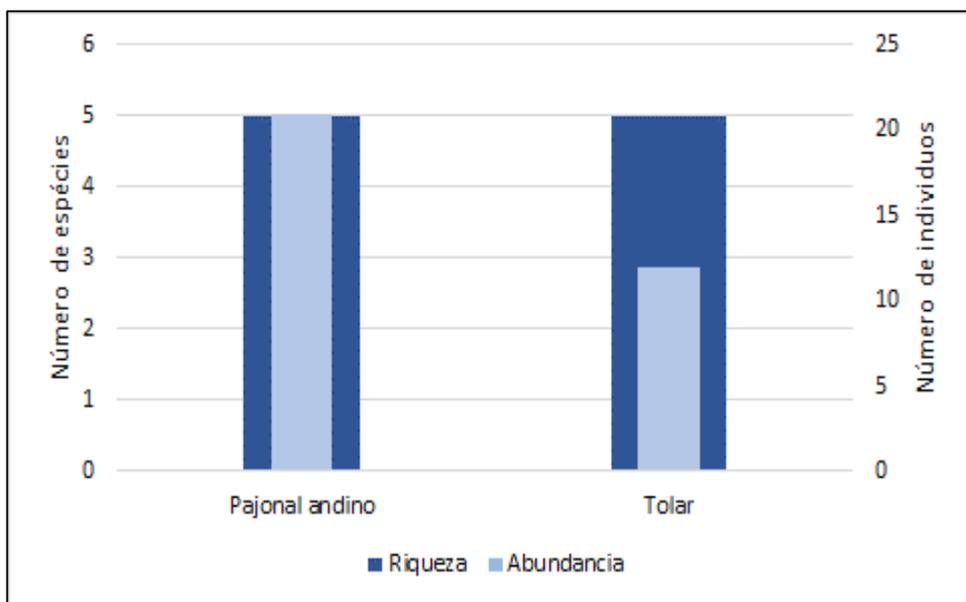
**Gráfico N° 18. Abundancia de mamíferos observados en la ZA**



Fuente: Pronaturaleza

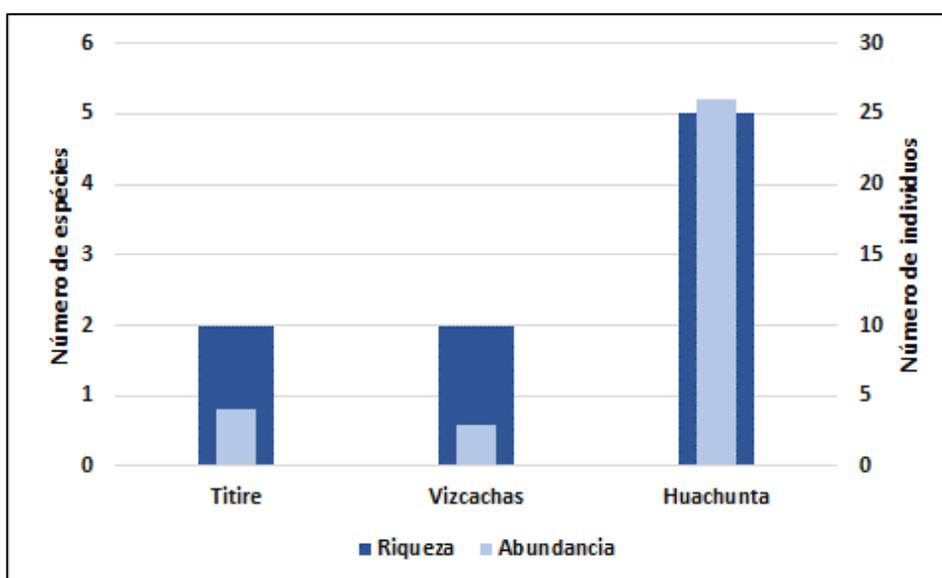
En los gráficos N° 19 y 20 se observa la riqueza y abundancia de roedores por cobertura vegetal y por localidad de la Zona de Abastecimiento.

**Gráfico N° 19. Riqueza y abundancia de roedores por cobertura vegetal en la ZA**



Fuente: Pronaturaleza

Gráfico N° 20. Riqueza y abundancia de roedores por localidad vegetal en la ZO



Fuente: Pronaturaleza

#### 4.2.2.3. Índices de diversidad

La diversidad fue calculada por cobertura vegetal (Pajonal andino y Tolar) y por localidad (Titire, Vizcachas y Huachunta) mediante el índice de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ), se calculó también el índice de Pielou ( $J'$ ) y el índice de Margalef ( $d$ ).

Cuadro N° 24. Índice de diversidad por cobertura vegetal

Cobertura vegetal	$H'$	$J'$	$d$
Pajonal andino	1.45	0.90	1.31
Tolar	1.49	0.93	1.67

$H'$  = Shannon-Wiener (nats/individuo),  $J'$  = Pielou,  $d$  = Margalef

Fuente: Pronaturaleza

Cuadro N° 25. Índice de diversidad por localidad

Estación	$H'$	$J'$	$d$
Titire	0.56	0.81	0.72
Vizcachas	0.64	0.92	0.91
Huachunta	1.42	0.88	1.23

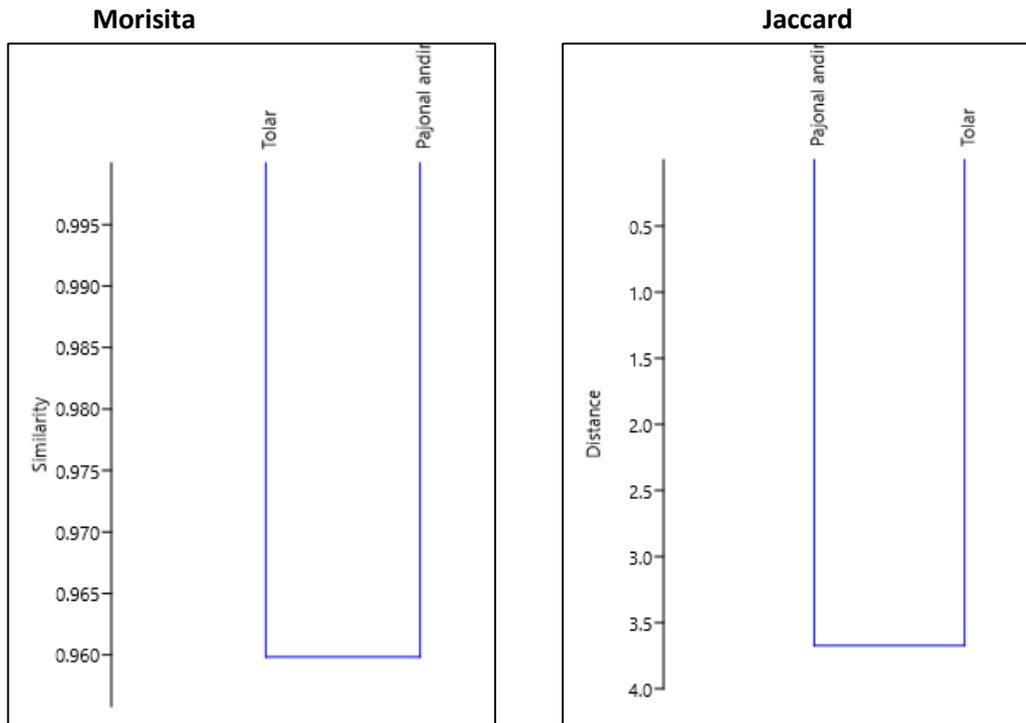
$H'$  = Shannon-Wiener (nats/individuo),  $J'$  = Pielou,  $d$  = Margalef

Fuente: Pronaturaleza

#### 4.2.2.4. Análisis de Similitud

En los siguientes gráficos se observa el análisis de similitud según criterios de Jaccard y Morisita entre coberturas vegetales (Pajonal andino y Tolar)

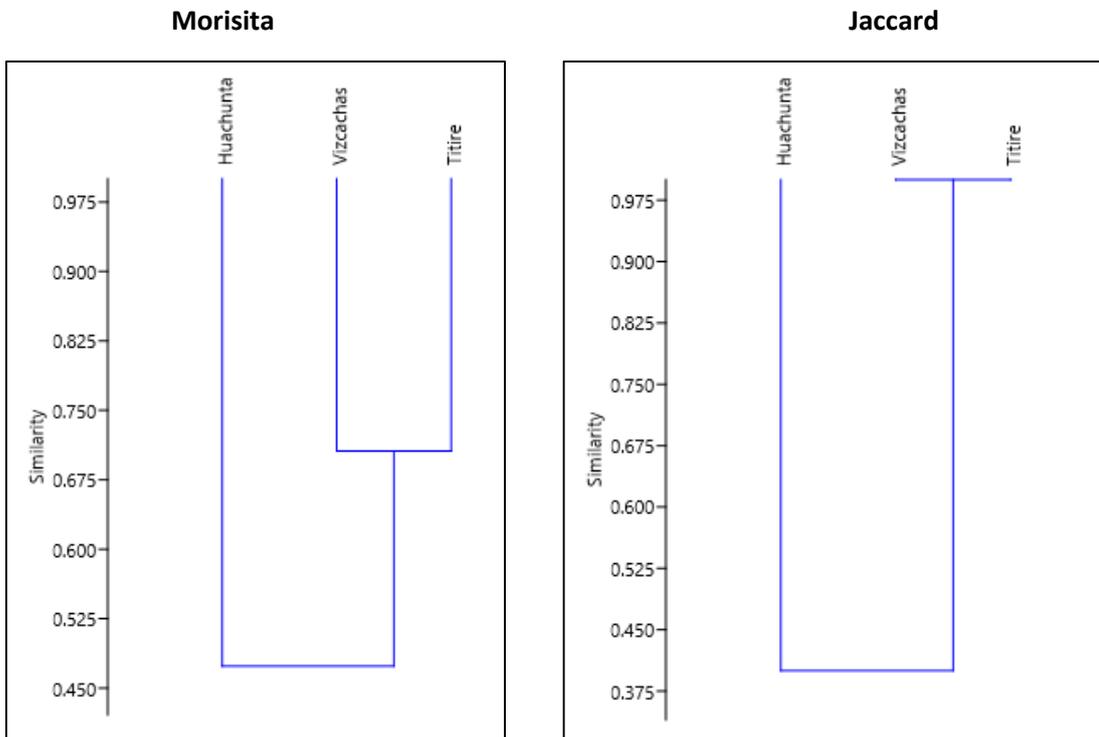
**Gráfico N° 21. Análisis de Similitud por Zona de Cobertura (ZA)**



Fuente: Pronaturaleza

En el gráfico N°22 se observa el análisis de similitud según Jaccard y Morisita entre localidades (Titire, Vizcachas y Huachunta).

**Gráfico N° 22. Análisis de Similitud por localidad (ZA)**



Fuente: Pronaturaleza

### 4.2.3. Estado de Conservación

En el siguiente cuadro se observa el estado de conservación de las especies observadas en la Zona de Operación y en la Zona de Abastecimiento, según Normativa nacional e internacional.

**Cuadro N° 26. Estado de conservación**

CLASE	ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	IUCN <sup>(1)</sup>	CITES <sup>(2)</sup>	D.S. N° 004-2014-MINAGRI <sup>(3)</sup>
Mammalia	Carnívora	Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	LC	Apéndice II	---
	Cetartiodactyla	Camelidae	<i>Lama guanicoe</i>	LC	Apéndice II	CR
			<i>Vicugna vicugna</i>	LC	Apéndice II	NT
		Cervidae	<i>Hippocamelus antisensis</i>	VU	Apéndice I	---

(1) IUCN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

(2) CITES: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (2011)

(3) DECRETO SUPREMO N° 004-2014-MINAGRI, Categorización de especies amenazadas de Fauna Silvestre.

LC: Preocupación menor NT: Casi amenazado VU: Vulnerable CR: En peligro crítico

Fuente: Pronaturaleza

### 4.2.4. Análisis de Concentración de metales

En el siguiente cuadro se puede observar los resultados obtenidos por laboratorio de las especies colectadas en campo de Plomo, Mercurio, Arsénico y Cadmio, en el Anexo I se observa los resultados de laboratorio de la corrida de metales completo.

**Cuadro N° 27. Resultados de laboratorio**

Metales totales	L.D.M.	unidades	Mamíferos
Arsenic / Arsénico (As)	0.1	mg/kg	0.6
Cadmium / Cadmio (Cd)	0.04	mg/kg	0.06
Mercury / Mercurio (Hg)	0.1	mg/kg	<0.1
Lead / Plomo(Pb)	0.06	mg/kg	0.46

L.D.M.: Límite de detección del método

Fuente: Pronaturaleza

## 4.3. ORNITOLOGÍA (AVES)

### 4.3.1. Para la Zona de operaciones (ZO)

#### 4.3.1.1. Composición de especies

De los resultados obtenidos en esta zona se registró un total de 644 individuos, distribuidos en 31 especies y agrupadas en 14 familias, en el siguiente cuadro se puede observar lo indicado por cobertura vegetal (Matorral y Bosque de

Polylepis) y localidad (Cortaderas, Capillune, Caracoles, Salviani, Calientes, Carretera Conalvias – Cortaderas, Río Asana, Sarallenque, Campamento (parte alta)).

**Cuadro N° 28. Composición de especies en la ZO**

Riqueza		Órdenes	Familias	Espécies
<b>ZO</b>	<b>Zona Operaciones</b>	9	14	31
<b>Por Cobertura Vegetal</b>	<b>Matorral</b>	9	13	30
	<b>Bosque de Polylepis</b>	6	10	20
<b>Por Localidad</b>	<b>Cortaderas</b>	3	4	7
	<b>Capillune</b>	4	6	13
	<b>Caracoles</b>	6	10	18
	<b>Salviani</b>	2	4	6
	<b>Calientes</b>	4	7	10
	<b>Carretera Conalvias-Cortaderas</b>	2	5	10
	<b>Río Asana</b>	2	6	13
	<b>Sarallenque</b>	1	4	10
	<b>Campamento (Parte alta)</b>	6	10	18

*Fuente: Pronaturaleza*

- **Riqueza y abundancia**

En el siguiente Cuadro se presenta el listado de diversidad de especies observadas en campo y con esto obtenemos la riqueza y la abundancia

Cuadro N° 29. Riqueza y abundancia

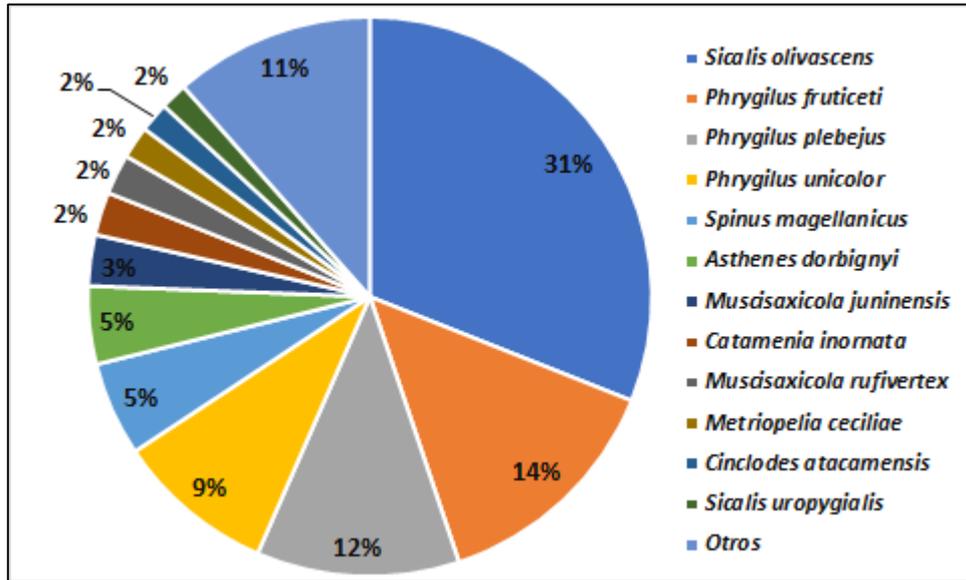
ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	Control O3/O03c	M-52	T-6	O8	O10	O9	O29	O32/O32	O33	T-14	O6	O31	O15	O15PC1	O15PC8/O15	O34	TOTAL	
			Matorral											Bosque de Polylepis						
			Cortaderas	Capillune	Caracoles	Salviani	Calientes	Carretera Conalvias- Cortaderas	Río asana	Sarallenne	Campamento (parte alta)		Pampa Tolar							
ACCIPITRIFORMES	ACCIPITRIDAE	<i>Geranoaetus polyosoma</i>		1			3									1			5	
APODIFORMES	TROCHILIDAE	<i>Colibri coruscans</i>					1												1	
		<i>Oreotrochilus estella</i>					2								2					4
		<i>Patagona gigas</i>			1								1							2
CATHARTIFORMES	CATHARTIDAE	<i>Cathartes aura</i>		1	1															2
		<i>Coragyps atratus</i>						1												
COLUMBIFORMES	COLUMBIDAE	<i>Metriopelia aymara</i>			9															9
		<i>Metriopelia ceciliae</i>				5				6								1		
FALCONIFORMES	FALCONIDAE	<i>Falco peregrinus</i>					1	1		1	1					1				5
		<i>Phalcoboenus megalopterus</i>						2												
PASSERIFORMES	TYRANNIDAE	<i>Anairetes flavirostris</i>								3						1				4
	FURNARIIDAE	<i>Asthenes dorbignyi</i>			3		6			1	1	1	1	9	2		5			29
		<i>Cinclodes atacamensis</i>			6								3				2			

		<i>Muscisaxicola juninensis</i>	2					1	2			1				13		19	
	TYRANNIDAE	<i>Muscisaxicola rufivertex</i>	7	4			2									2		15	
		<i>Ochthoeca leucophrys</i>								1			4		1			6	
		<i>Ochthoeca oenanthoides</i>					2						1	1	3			7	
		<i>Catamenia inornata</i>				6		1		3	2		2	2				16	
		<i>Conirostrum cinereum</i>								3								3	
		<i>Phrygilus atriceps</i>							1			2		2				5	
		<i>Phrygilus fruticeti</i>	4	3	13	10	14	23		5	3	2			1	4	7	89	
	THRAUPIDAE	<i>Phrygilus plebejus</i>	3	5	9	5	1	9	1	3	12	7	9	6	2	3		75	
		<i>Phrygilus punensis</i>			4							2						6	
		<i>Phrygilus unicolor</i>			11	4	9	4	2	9	3	3		4	5	2	3	59	
		<i>Sicalis olivascens</i>	36	14	29	9	21	10		17	21		3		12	19	9	200	
		<i>Sicalis uropygialis</i>							6			2		2				10	
	FRINGILLIDAE	<i>Spinus magellanicus</i>			13	5	2	2		10	1	2						35	
	TURDIDAE	<i>Turdus fuscater</i>						1				2						3	
	EMBERIZIDAE	<i>Zonotrichia capensis</i>												1		1	1	3	
PSITTACIFORMES	PSITTACIDAE	<i>Forpus coelestis</i>						4										4	
TINAMIFORMES	TINAMIDAE	<i>Nothoprocta ornata</i>								1							1	2	
TOTAL			52	28	99	44	64	59	12	56	49	30	13	31	28	52	27	0	644

Fuente: Pronaturaleza

En el siguiente gráfico se observa la abundancia relativa observada en campo, donde las especies más abundantes fueron: *Sicalis olivascens* con 200 individuos (31%), *Phrygilus fruticeti* con 89 individuos (14%).

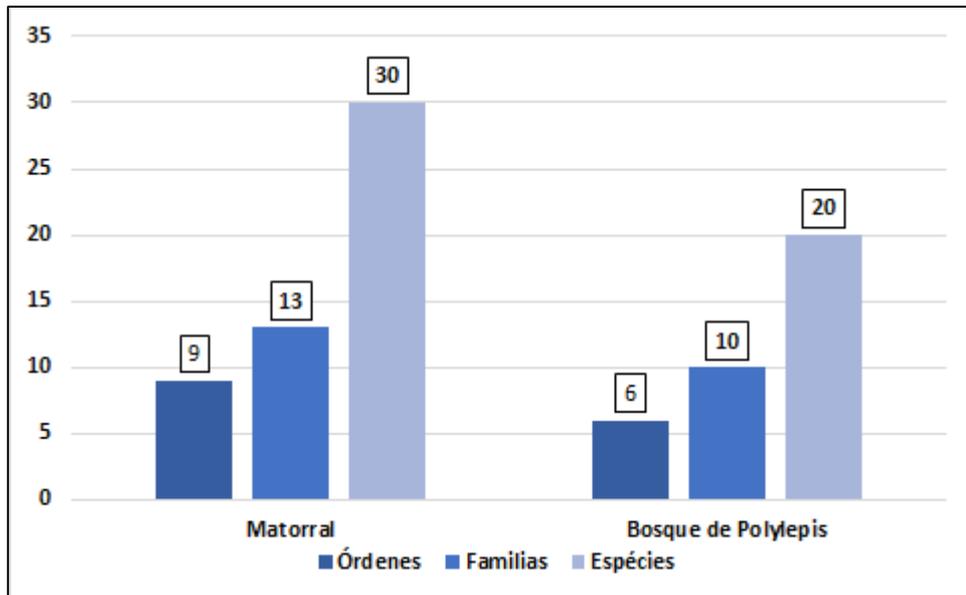
**Gráfico N° 23. Abundancia de mamíferos observados en la ZO**



Fuente: Pronaturaleza

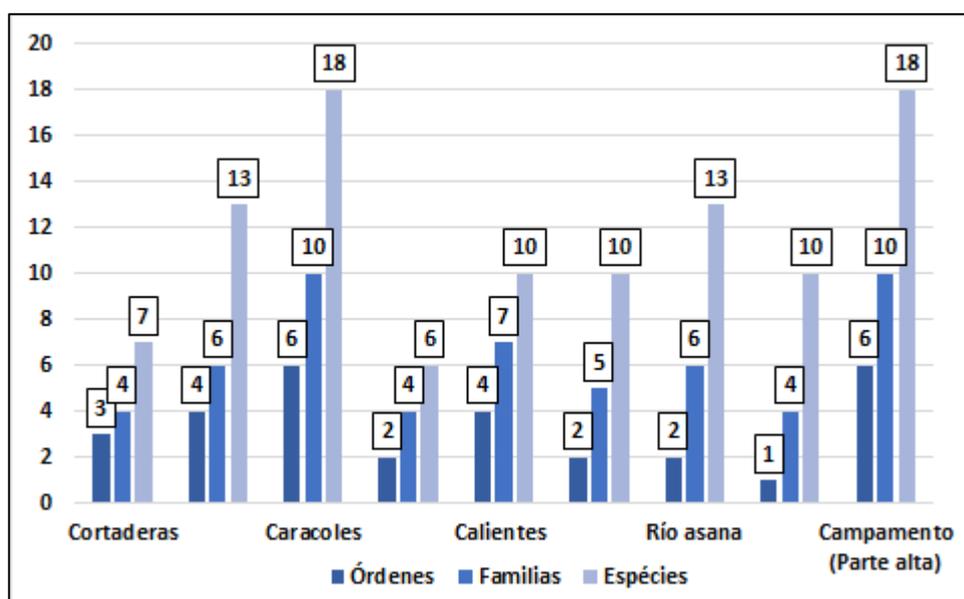
En los gráficos N° 24 y 25 se observa la riqueza y abundancia de especies por cobertura vegetal y por localidad de la Zona de operación.

**Gráfico N° 24. Riqueza por cobertura vegetal en la ZO**



Fuente: Pronaturaleza

Gráfico N° 25. Riqueza por localidad vegetal en la ZO



Fuente: Pronaturaleza

#### 4.3.1.2. Índices de diversidad

La diversidad fue calculada por cobertura vegetal (Matorral y Bosque de Polylepis) y por localidad (Cortaderas, Capillune, Caracoles, Salviani, Calientes, Carretera Conalvias – Cortaderas, Río Asana, Sarallénque y Camoamento (parte alta)) mediante el índice de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ), se calculó también el índice de Pielou ( $J'$ ) y el índice de Margalef ( $d$ ).

Cuadro N° 30. Índice de diversidad por cobertura vegetal

Cobertura vegetal	$H'$	$J'$	$d$
Matorral	2.38	0.7	4.66
Bosque de Polylepis	2.39	0.8	3.86

$H'$  = Shannon-Wiener (nats/individuo),  $J'$  = Pielou,  $d$  = Margalef

Fuente: Pronaturaleza

Cuadro N° 31. Índice de diversidad por localidad

Localidad	$H'$	$J'$	$d$
Cortaderas	1.21	0.62	1.37
Capillune	2.18	0.85	2.42
Caracoles	2.14	0.74	3.53
Salviani	1.36	0.84	1.61
Calientes	1.95	0.85	2.24
Carretera Conalvias- Cortaderas	1.71	0.74	2.31

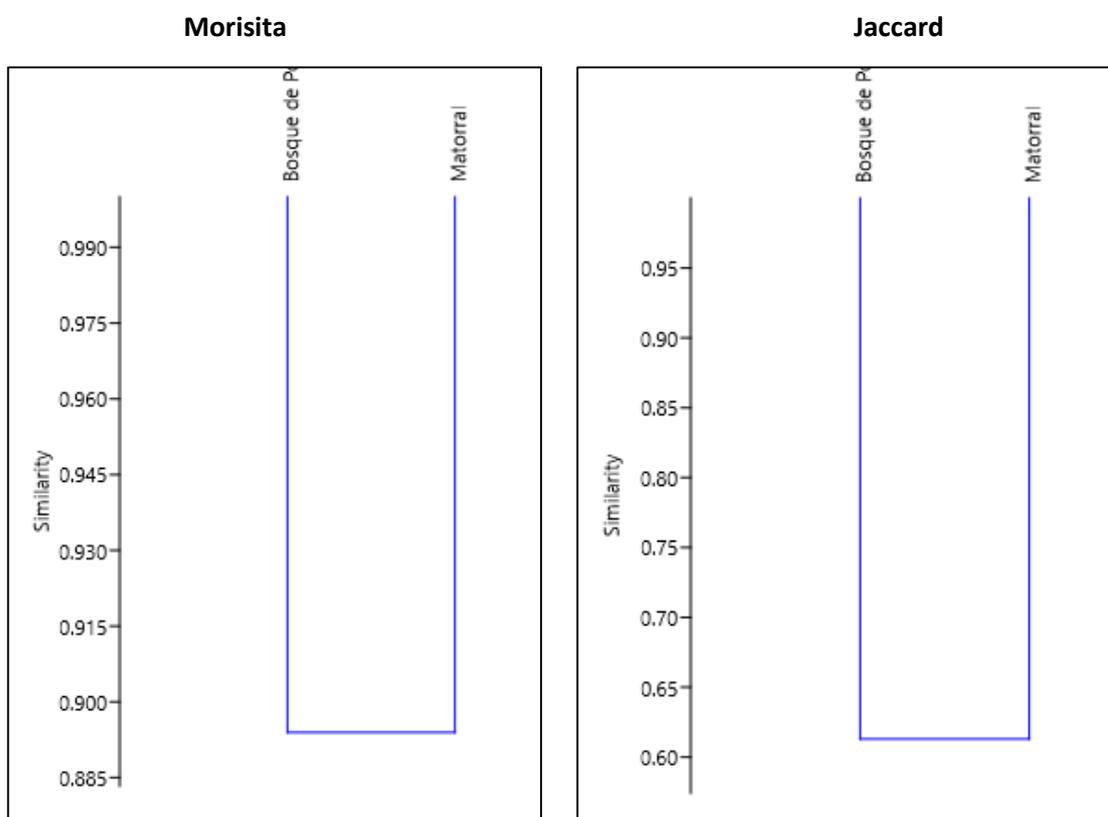
Río asana	2.40	0.94	3.53
Sarallenne	1.92	0.83	2.38
Campamento (Parte alta)	2.17	0.75	3.64

$H'$  = Shannon-Wiener (nats/individuo),  $J'$  = Pielou,  $d$  = Margalef  
Fuente: Pronaturaleza

#### 4.3.1.3. Análisis de Similitud

En los siguientes gráficos se observa el análisis de similitud según criterios de Jaccard y Morisita entre coberturas vegetales (Matorral y Bosque de Polylepis)

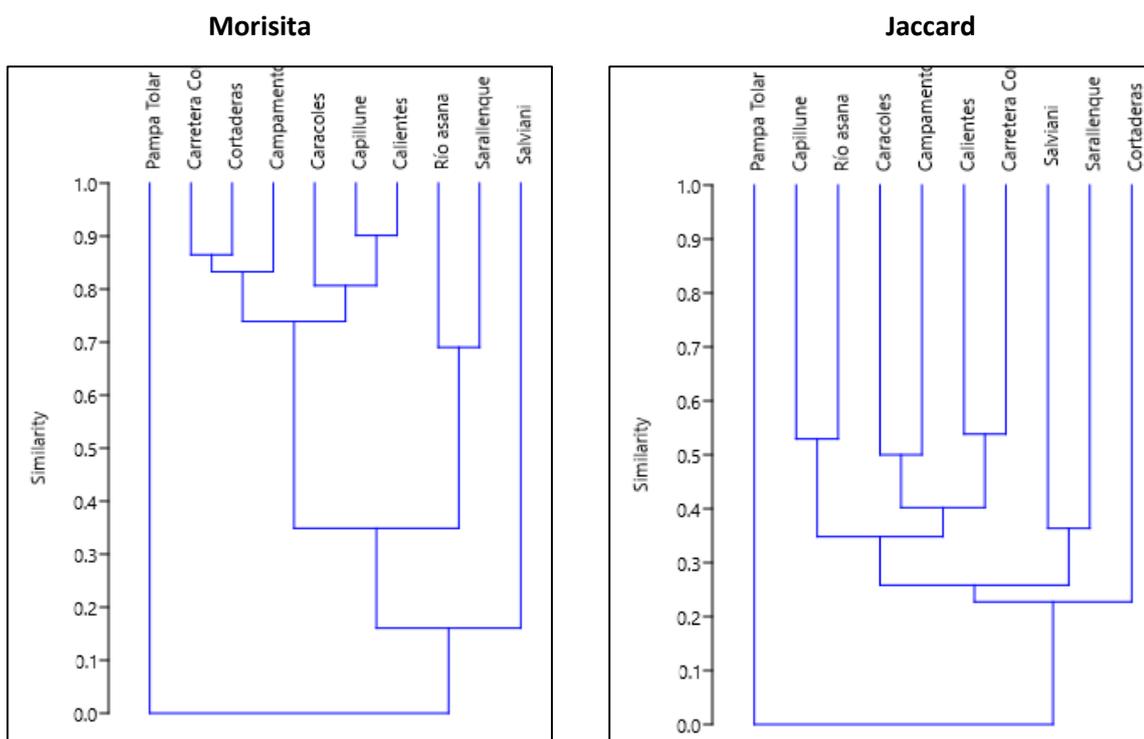
Gráfico N° 26. Análisis de Similitud por Zona de Cobertura (ZO)



Fuente: Pronaturaleza

En el gráfico N°16 se observa el análisis de similitud según Jaccard y Morisita entre localidades (Cortaderas, Capillune, Caracoles, Salviani, Calientes, Carretera Conalvias – Cortaderas, Río Asana, Sarallenne y Camoamento (parte alta))

**Gráfico N° 27. Análisis de Similitud por localidad (ZO)**



Fuente: Pronaturaleza

#### 4.3.2. Para la Zona de abastecimiento de agua (ZAA)

##### 4.3.2.1. Composición de especies

De los resultados obtenidos en esta zona se registró un total de 164 individuos, distribuidos en 23 especies y agrupadas en 11 familias, en el siguiente cuadro se puede observar lo indicado por cobertura vegetal (Pajonal andino y Tolar) y localidad (Pte. Bello (Titire), Huachunta y Vizcachas).

**Cuadro N° 32. Composición de especies en la ZA**

Riqueza		Órdenes	Familias	Espécies
<b>ZA</b>	<b>Zona Abastecimiento</b>	8	11	23
<b>Por Cobertura Vegetal</b>	<b>Pajonal andino</b>	6	7	17
	<b>Tolar</b>	6	9	15
<b>Por Localidad</b>	<b>Pte. Bello (Titire)</b>	3	4	9
	<b>Huachunta</b>	8	10	19
	<b>Vizcachas</b>	4	7	7

Fuente: Pronaturaleza

- **Riqueza y abundancia**

En el siguiente Cuadro se presenta el listado de diversidad de especies observadas en campo y con esto obtenemos la riqueza y la abundancia.

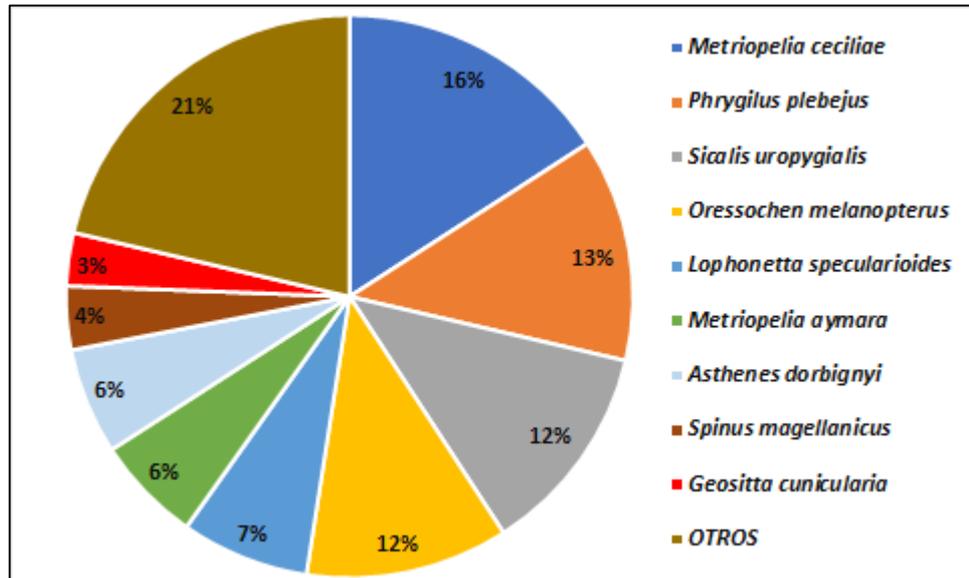
**Cuadro N° 33. Riqueza y abundancia**

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	T-20	T-16	T-15	T-6	TOTAL
			Pajonal andino		Tolar		
			Pte. Bello-Titire	Huachunta	Vizcachas		
ACCIPITRIFORMES	ACCIPITRIDAE	<i>Geranoaetus polyosoma</i>		2			2
		<i>Parabuteo unicinctus</i>		2		1	3
ANSERIFORMES	ANATIDAE	<i>Lophonetta specularioides</i>		12			12
		<i>Oressochen melanopterus</i>	8		11		19
CHARADRIIFORMES	THINOCORIDAE	<i>Thinocorus orbignyianus</i>			4		4
COLUMBIFORMES	COLUMBIDAE	<i>Metriopelia aymara</i>		6	2	2	10
		<i>Metriopelia ceciliae</i>	6	20			26
FALCONIFORMES	FALCONIDAE	<i>Falco peregrinus</i>		1			1
		<i>Phalcoboenus megalopterus</i>		1			1
PASSERIFORMES	FURNARIIDAE	<i>Asthenes dorbignyi</i>	3		7		10
		<i>Cinclodes atacamensis</i>			1		1
		<i>Geositta cunicularia</i>		3		2	5
		<i>Leptasthenura striata</i>			4		4
	TYRANNIDAE	<i>Muscisaxicola juninensis</i>				2	2
		<i>Muscisaxicola rufivertex</i>			1		1
	THRAUPIDAE	<i>Conirostrum cinereum</i>	1				1
		<i>Diuca speculifera</i>	1		3		4
		<i>Phrygilus plebejus</i>	6		7	8	21
		<i>Phrygilus unicolor</i>	2				2
		<i>Sicalis olivascens</i>	3				3
<i>Sicalis uropygialis</i>		11		9		20	
FRINGILLIDAE	<i>Spinus magellanicus</i>				6	6	
PICIFORMES	PICIDAE	<i>Colaptes rupicola</i>			1	2	3
RHEIFORMES	RHEIDAE	<i>Rhea pennata</i>		3			3
TOTAL			41	50	50	23	164

Fuente: Pronaturaleza

En el siguiente gráfico se observa la abundancia relativa observada en campo, donde las especies más abundantes fueron: *Sicalis olivascens* con 200 individuos (31%), *Phrygilus fruticeti* con 89 individuos (14%).

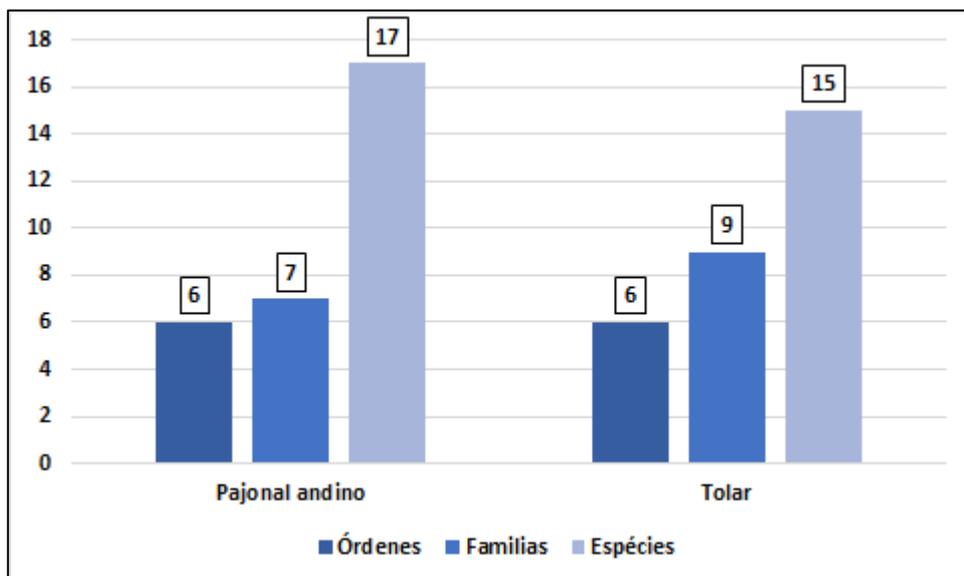
**Gráfico N° 28. Abundancia de mamíferos observados en la ZA**



Fuente: Pronaturaleza

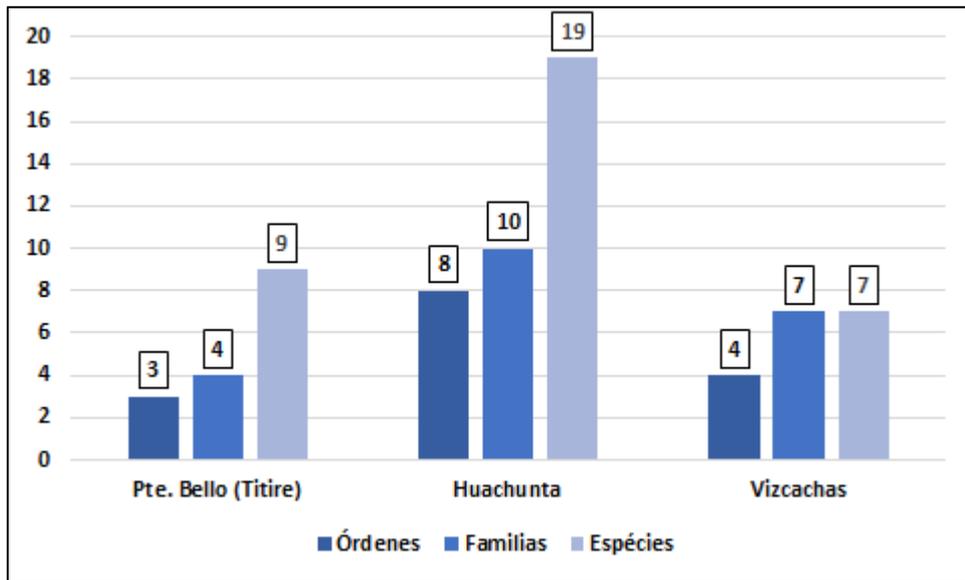
En los gráficos N° 29 y 30 se observa la riqueza y abundancia de roedores por cobertura vegetal y por localidad de la Zona de operación.

**Gráfico N° 29. Riqueza por cobertura vegetal en la ZA**



Fuente: Pronaturaleza

Gráfico N° 30. Riqueza por localidad vegetal en la ZA



Fuente: Pronaturaleza

#### 4.3.2.2. Índices de diversidad

La diversidad fue calculada por cobertura vegetal (Pajonal andino y Tolar) y por localidad (Pte. Bello (Titire), Huachunta y Vizcachas) mediante el índice de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ), se calculó también el índice de Pielou ( $J'$ ) y el índice de Margalef ( $d$ ).

Cuadro N° 34. Índice de diversidad por cobertura vegetal

Cobertura vegetal	$H'$	$J'$	$d$
Pajonal andino	2.35	0.83	3.55
Tolar	2.41	0.89	3.26

$H'$  = Shannon-Wiener (nats/individuo),  $J'$  = Pielou,  $d$  = Margalef

Fuente: Pronaturaleza

Cuadro N° 35. Índice de diversidad por localidad

Localidad	$H'$	$J'$	$d$
Pte. Bello (Titire)	1.95	0.89	2.15
Huachunta	2.57	0.87	3.91
Vizcachas	1.70	0.88	1.91

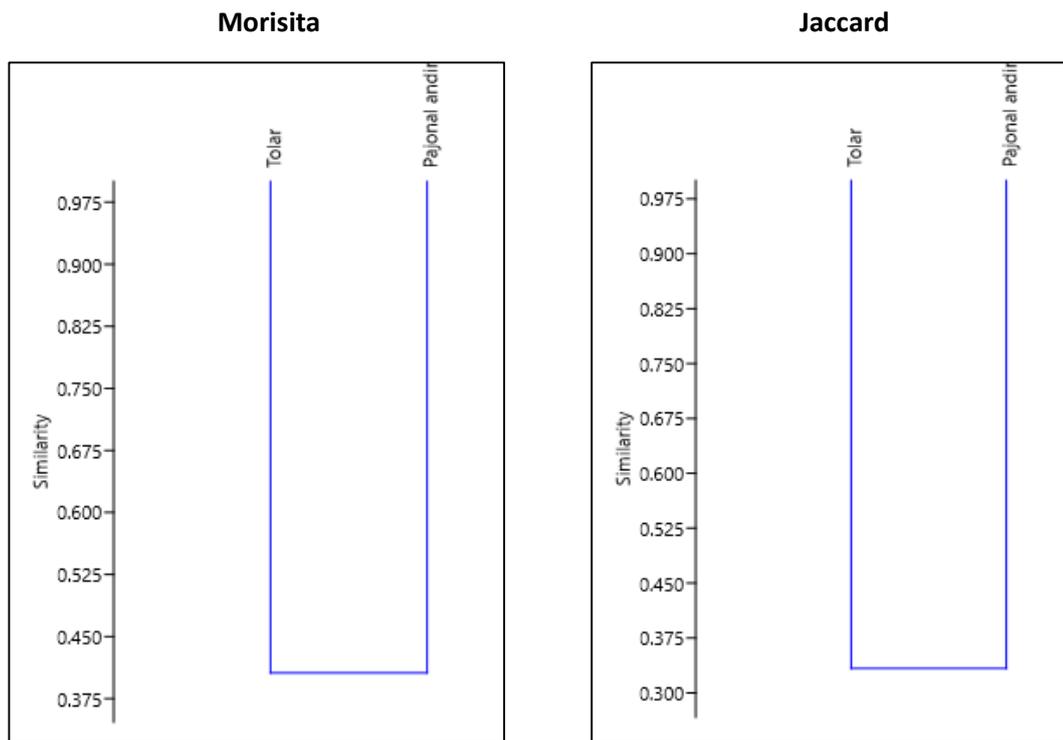
$H'$  = Shannon-Wiener (nats/individuo),  $J'$  = Pielou,  $d$  = Margalef

Fuente: Pronaturaleza

#### 4.3.2.3. Análisis de Similitud

En los siguientes gráficos se observa el análisis de similitud según criterios de Jaccard y Morisita entre coberturas vegetales (Pajonal andino y tolar)

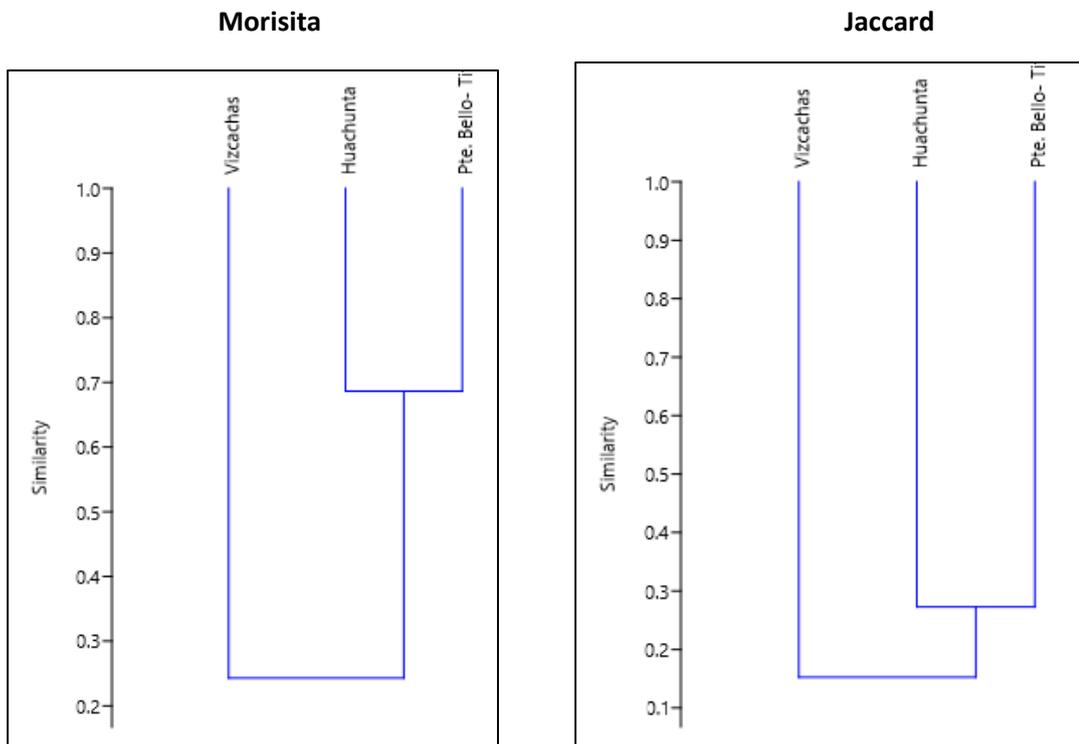
**Gráfico N° 31. Análisis de Similitud por Zona de Cobertura (ZA)**



Fuente: Pronaturaleza

En el gráfico N°32 se observa el análisis de similitud según Jaccard y Morisita entre localidades (Vizcachas, Huachunta y Pte. Bello (Titire))

**Gráfico N° 32. Análisis de Similitud por localidad (ZA)**



Fuente: Pronaturaleza

### 4.3.3. Estado de Conservación

En el siguiente cuadro se observa el estado de conservación de las especies observadas en la Zona de Operación y en la Zona de Abastecimiento, según Normativa nacional e internacional.

**Cuadro N° 36. Estado de conservación**

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	IUCN <sup>(1)</sup>	CITES <sup>(2)</sup>	D.S. N° 004-2014-MINAGRI <sup>(3)</sup>
ACCIPITRIFORMES	ACCIPITRIDAE	<i>Geranoaetus polyosoma</i>	LC	II	---
		<i>Parabuteo unicinctus</i>	LC	II	---
ANSERIFORMES	ANATIDAE	<i>Lophonetta specularioides</i>	LC	---	---
		<i>Oressochen melanoptera</i>	LC	---	---
CATHARTIFORMES	CATHARTIDAE	<i>Cathartes aura</i>	LC	---	---
		<i>Coragyps atratus</i>	LC	---	---
COLUMBIFORMES	COLUMBIDAE	<i>Metriopelia aymara</i>	LC	---	---
		<i>Metriopelia ceciliae</i>	LC	---	---
PICIFORMES	PICIDAE	<i>Colaptes rupicola</i>	LC	---	---
PSITTACIFORMES	PSITTACIDAE	<i>Forpus coelestis</i>	LC	II	---
RHEIFORMES	RHEIDAE	<i>Rhea pennata</i>	NT	I	CR
CHARADRIIFORMES	THINOCORIDAE	<i>Thinocorus orbignyianus</i>	LC	---	---
TINAMIFORMES	TINAMIDAE	<i>Nothoprocta ornata</i>	LC	---	---
APODIFORMES	TROCHILIDAE	<i>Colibri coruscans</i>	LC	II	---
		<i>Oreotrochilus estella</i>	LC	II	---
		<i>Patagona gigas</i>	LC	II	---
PASSERIFORMES	EMBERIZIDAE	<i>Zonotrichia capensis</i>	LC	---	---
	FALCONIDAE	<i>Falco peregrinus</i>	LC	I	NT
		<i>Phalcoboenus megalopterus</i>	LC	II	---
	FRINGILLIDAE	<i>Spinus magellanicus</i>	LC	---	---
	FURNARIIDAE	<i>Asthenes dorbignyi</i>	LC	---	---
		<i>Cinclodes atacamensis</i>	LC	---	---
		<i>Geositta cunicularia</i>	LC	---	---
		<i>Leptasthenura striata</i>	LC	---	---
	THRAUPIDAE	<i>Catamenia inornata</i>	LC	---	---
		<i>Conirostrum cinereum</i>	LC	---	---
		<i>Diuca speculifera</i>	LC	---	---
		<i>Phrygilus atriceps</i>	LC	---	---
<i>Phrygilus fruticeti</i>		LC	---	---	

		Phrygilus plebejus	LC	---	---
		Phrygilus punensis	LC	---	---
		Phrygilus unicolor	LC	---	---
		Sicalis olivascens	LC	---	---
		Sicalis uropygialis	LC	---	---
	TURDIDAE	Turdus fuscater	LC	---	---
	TYRANNIDAE	Anairetes flavirostris	LC	---	---
		Muscisaxicola juninensis	LC	---	---
		Muscisaxicola rufivertex	LC	---	---
		Ochthoeca leucophrys	LC	---	---
		Ochthoeca oenanthoides	LC	---	---

(1) IUCN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

(2) CITES: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (2011)

(3) DECRETO SUPREMO N° 004-2014-MINAGRI, Categorización de especies amenazadas de Fauna Silvestre.

LC: Preocupación menor NT: Casi amenazado CR: En peligro crítico

Fuente: Pronaturaleza

#### 4.3.4. Análisis de Concentración de metales

En el siguiente cuadro se puede observar los resultados obtenidos por laboratorio de las especies colectadas en campo de Plomo, Mercurio, Arsénico y Cadmio, en el Anexo I se observa los resultados de laboratorio de la corrida de metales completo.

**Cuadro N° 37. Resultados de laboratorio**

Metales totales	L.D.M.	unidades	Aves
Arsenic / Arsénico (As)	0.1	mg/kg	0.4
Cadmium / Cadmio (Cd)	0.04	mg/kg	0.56
Mercury / Mercurio (Hg)	0.1	mg/kg	<0.1
Lead / Plomo(Pb)	0.06	mg/kg	0.81

L.D.M.: Límite de detección del método

Fuente: Pronaturaleza

#### 4.4. HERPETOLOGÍA (REPTILES)

##### 4.4.1. Para la Zona de operaciones (ZO)

##### 4.4.1.1. Composición de especies

En el siguiente cuadro se puede observar que especies fueron avistadas, capturadas y de cuales se obtuvieron rastros.

**Cuadro N° 38. Composición de especies en la ZO**

ZO	Zona Operaciones	Órdenes	Familias	Especies
		2	4	4
Por Cobertura Vegetal	Matorral	2	4	4
	Bosque de Polylepis	1	1	1
Por Localidad	Cortaderas	1	1	1
	Capillune	2	3	3
	Caracoles	1	1	1
	Salviani	1	1	1
	Calientes	1	1	1
	Carretera Conalvias- Cortaderas	1	1	1
	Río asana	0	0	0
	Sarallenne	1	1	1
	Campamento (Parte alta)	1	1	1

Fuente: Pronaturaleza

- Riqueza y abundancia**

En el siguiente Cuadro se presenta el listado de diversidad de especies observadas en campo y con esto obtenemos la riqueza

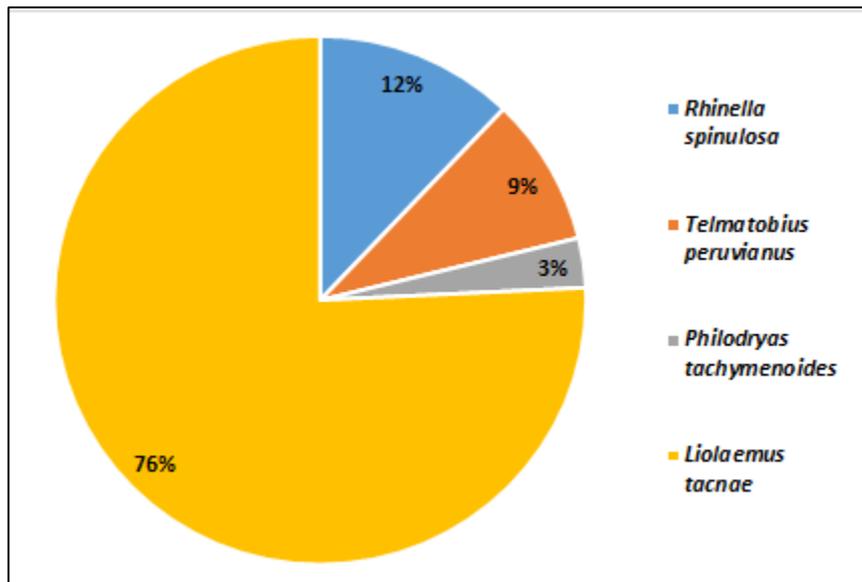
**Cuadro N° 39. Riqueza en la ZO**

Clase	Orden	Familia	Especie	Control O3/O03c	M-52	T-6	O8	O10	O9	O29	O32/O32	O33	T-14	O6	O31	O15	O15PC1	O15PC8/O15a	
				Matorral												Bosque de Polylepis			
				Cortaderas	Capillune	Caracoles	Salviani	Calientes	Carretera Conalvias	Río asana	Sarallenne	Campamento (parte alta)							
Anfibia	Anura	Bufoidea	<i>Rhinella spinulosa</i>	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Anfibia	Anura	Telmatobiidae	<i>Telmatobius peruvianus</i>	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Reptilia	Squamata	Dipsadidae	<i>Philodryas tachymenoides</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
Reptilia	Squamata	Liolaemidae	<i>Liolaemus tacnae</i>	2	1	1	7	1	2	1	0	1	0	1	1	4	2	1	

Fuente: Pronaturaleza

En el siguiente gráfico se observa la abundancia relativa observada en campo, donde las especies más abundantes fueron: *Liolaemus tacnae* con 25 individuos.

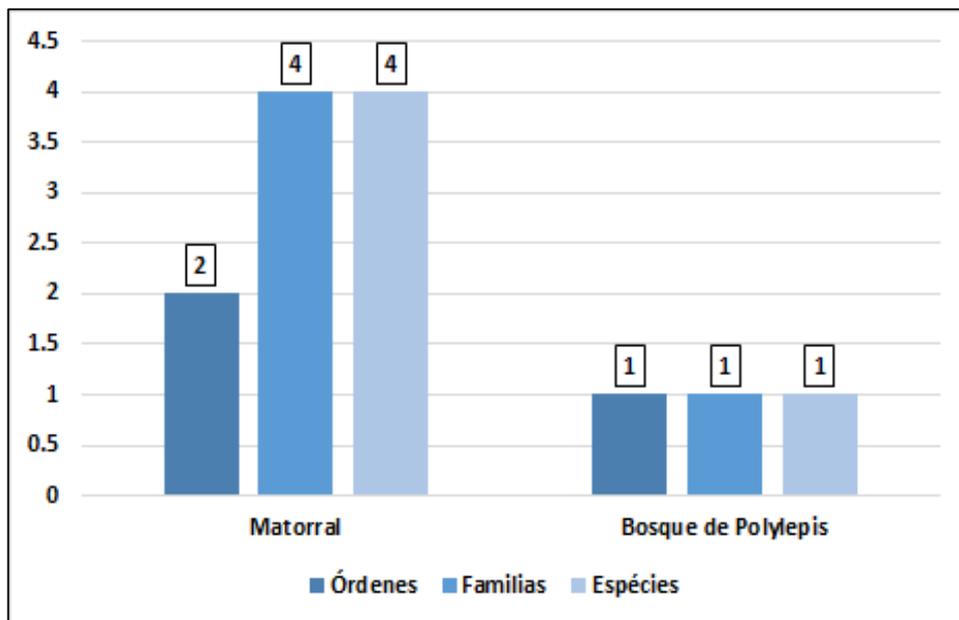
Gráfico N° 33. Abundancia de especies observadas en la ZO



Fuente: Pronaturaleza

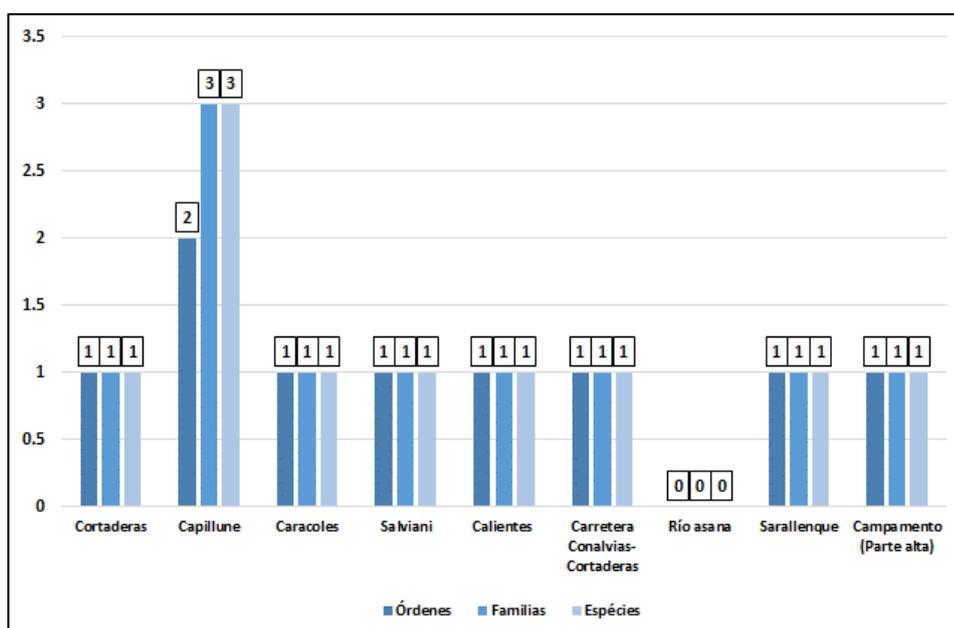
En los gráficos N° 34 y 35 se observa la riqueza de especies por cobertura vegetal y por localidad de la Zona de operación.

Gráfico N° 34. Riqueza por cobertura vegetal en la ZO



Fuente: Pronaturaleza

Gráfico N° 35. Riqueza por localidad vegetal en la ZO



Fuente: Pronaturaleza

#### 4.4.1.2. Índices de diversidad

La diversidad fue calculada por cobertura vegetal (Matorral y Bosque de Polylepis) y por localidad (Cortaderas, Capillune, Caracoles, Salviani, Calientes, Carretera Conalvias – Cortaderas, Río Asana, Sarallénque y Camoamento (parte alta)) mediante el índice de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ), se calculó también el índice de Pielou ( $J'$ ) y el índice de Margalef ( $d$ ).

Cuadro N° 40. Índice de diversidad por cobertura vegetal

Índices		$H'$	$J'$	$d$
Por Cobertura Vegetal	Matorral	0.94	0.68	0.93
	Bosque de Polylepis	-	-	-

$H'$  = Shannon-Wiener (nats/individuo),  $J'$  = Pielou,  $d$  = Margalef

Fuente: Pronaturaleza

Cuadro N° 41. Índice de diversidad por localidad

Índices		$H'$	$J'$	$d$
Por Localidad	Cortaderas	-	-	-
	Capillune	0.97	0.89	0.96
	Caracoles	-	-	-
	Salviani	-	-	-
	Calientes	-	-	-

	<b>Carretera Conalvias-Cortaderas</b>	-	-	-
	<b>Río Asana</b>	-	-	-
	<b>Sarallénque</b>	-	-	-
	<b>Campamento (Parte alta)</b>	-	-	-

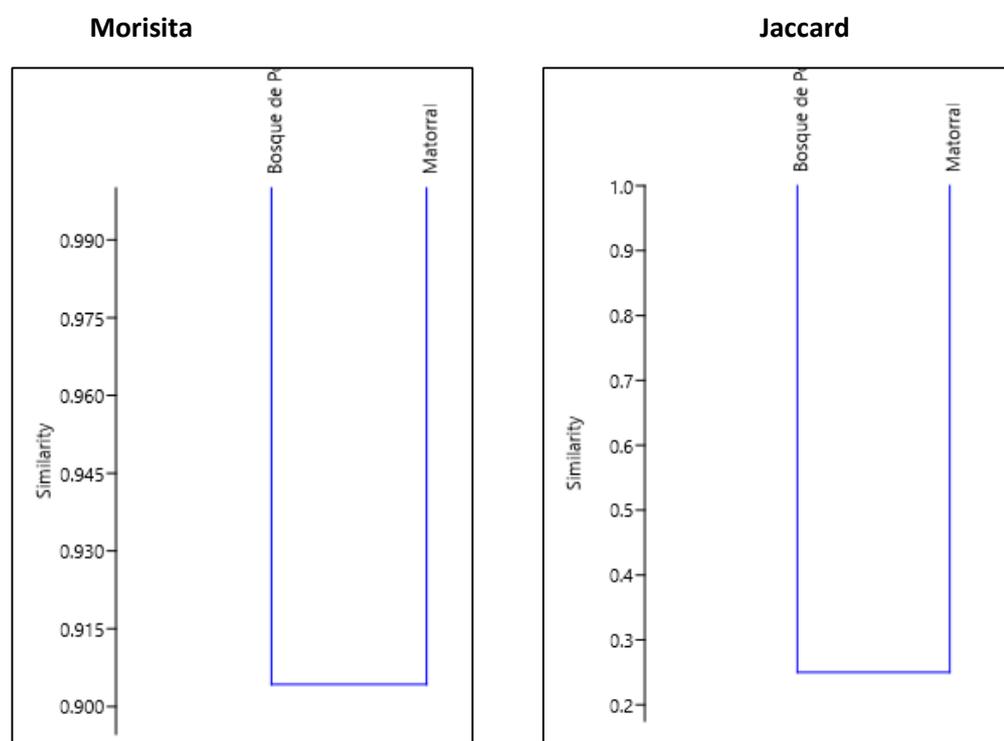
$H'$  = Shannon-Wiener (nats/individuo),  $J'$  = Pielou,  $d$  = Margalef

Fuente: Pronaturaleza

#### 4.4.1.3. Análisis de Similitud

En los siguientes gráficos se observa el análisis de similitud según criterios de Jaccard y Morisita entre coberturas vegetales (Matorral y Bosque de Polylepis)

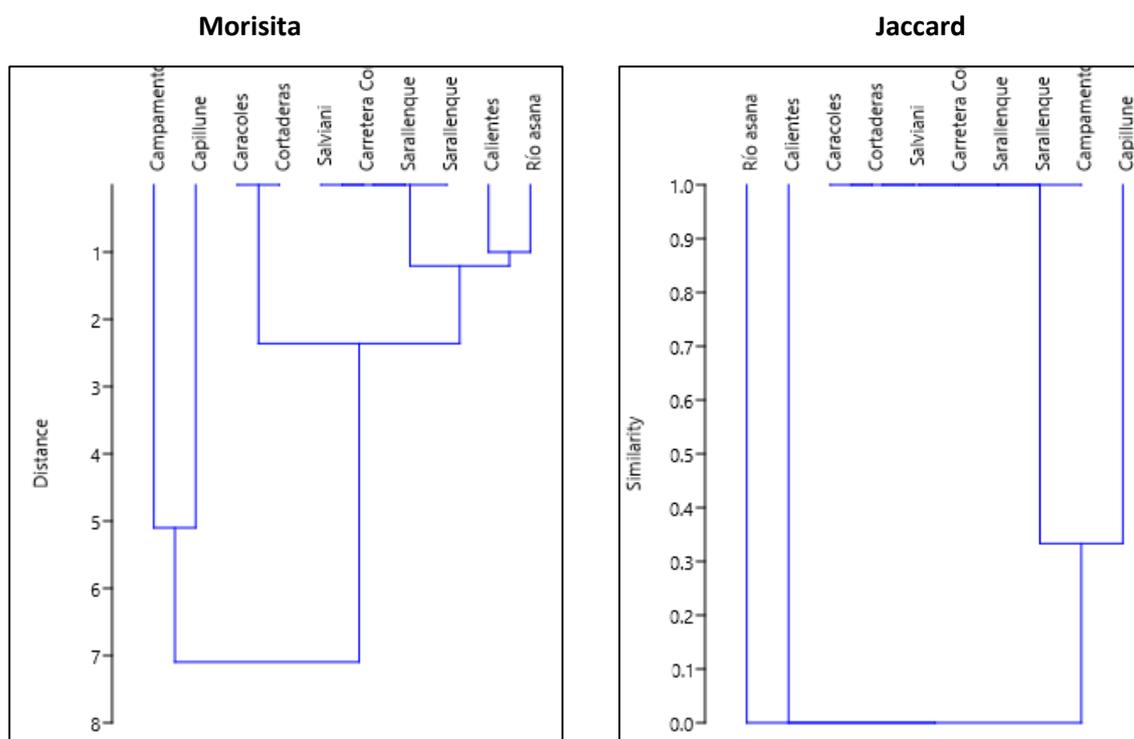
**Gráfico N° 36. Análisis de Similitud por Zona de Cobertura (ZO)**



Fuente: Pronaturaleza

En el gráfico N°16 se observa el análisis de similitud según Jaccard y Morisita entre localidades (Cortaderas, Capillune, Caracoles, Salviani, Calientes, Carretera Conalvias – Cortaderas, Río Asana, Sarallénque y Camoamento (parte alta))

**Gráfico N° 37. Análisis de Similitud por localidad (ZO)**



Fuente: Pronaturaleza

#### 4.4.2. Para la Zona de abastecimiento de agua (ZAA)

##### 4.4.2.1. Composición de especies

En el siguiente cuadro se puede observar que especies fueron avistadas, capturadas y de cuales se obtuvieron rastros.

**Cuadro N° 42. Composición de especies en la ZA**

ZA	Zona Abastecimiento	Órdenes	Familias	Espécies
		1	1	1
Por Cobertura Vegetal	Pajonal andino	1	1	1
	Tolar	1	1	1
Por Localidad	Pte. Bello (Titire)	1	1	1
	Huachunta	1	1	1
	Vizcachas	1	1	1

Fuente: Pronaturaleza

- **Riqueza**

En el siguiente Cuadro se presenta el listado de diversidad de especies observadas en campo y con esto obtenemos la riqueza

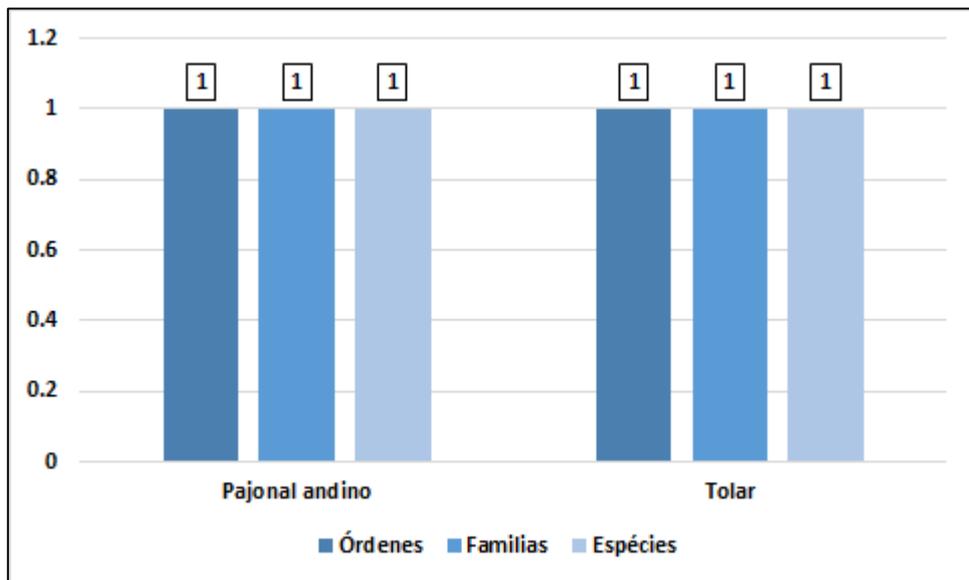
**Cuadro N° 43. Riqueza en la ZA**

Clase	Orden	Familia	Especie	T-20	T-16	T-15	T-6	
				Pajonal andino		Tolar		
				Titire	Huachunta		Vizcachas	
Reptilia	Squamata	Liolaemidae	<i>Liolaemus annectens</i>	3	6	0	3	

Fuente: Pronaturaleza

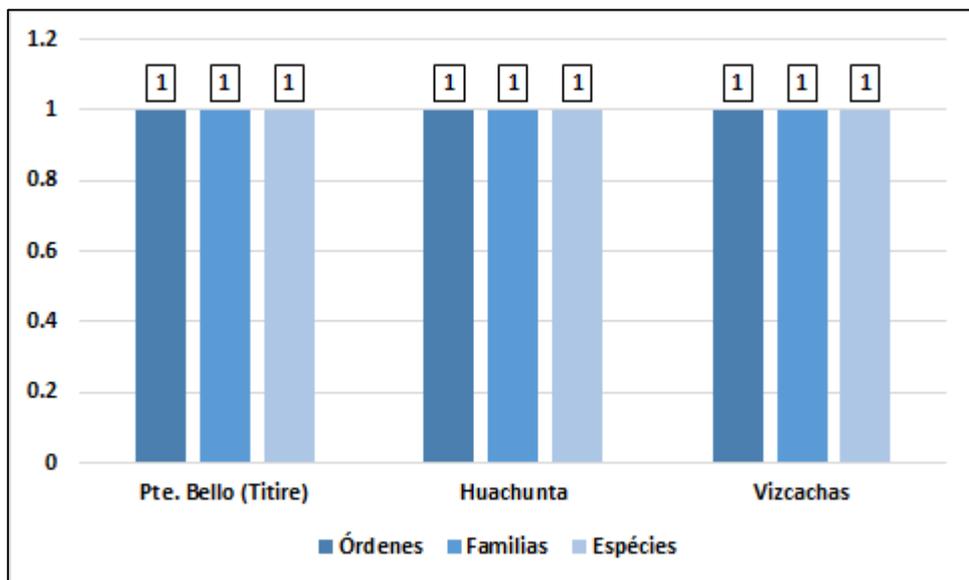
En los gráficos N° 38 y 39 se observa la riqueza de especies por cobertura vegetal y por localidad de la Zona de operación.

**Gráfico N° 38. Riqueza por cobertura vegetal en la ZO**



Fuente: Pronaturaleza

**Gráfico N° 39. Riqueza por localidad vegetal en la ZA**



Fuente: Pronaturaleza

#### 4.4.2.2. Índices de diversidad

No se puede calcular los índices de diversidad ya que sólo se obtuvo 1 individuo por especie.

#### 4.4.2.3. Análisis de Similitud

No se puede calcular el análisis de similitud ya que sólo se obtuvo 1 individuo por especie.

#### 4.4.3. Estado de Conservación

En el siguiente cuadro se observa el estado de conservación de las especies observadas en la Zona de Operación y en la Zona de Abastecimiento, según Normativa nacional e internacional.

**Cuadro N° 44. Estado de conservación**

Orden	Familia	Nombre científico	IUCN <sup>(1)</sup>	CITES <sup>(2)</sup>	D.S. N° 004-2014-MINAGRI <sup>(3)</sup>
Anura	Bufoidea	<i>Rhinella spinulosa</i>	LC	---	---
Anura	Telmatobiidae	<i>Telmatobius peruvianus</i>	VU	---	VU
Squamata	Liolaemidae	<i>Liolaemus tacnae</i>	---	---	VU

(1) IUCN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

(2) CITES: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (2011)

(3) DECRETO SUPREMO N° 043-2006-AG, Categorización de especies amenazadas de Flora Silvestre.

LC: Preocupación menor VU: Vulnerable

Fuente: Pronaturaleza

#### 4.4.4. Análisis de Concentración de metales

En el siguiente cuadro se puede observar los resultados obtenidos por laboratorio de las especies colectadas en campo de Plomo, Mercurio, Arsénico y Cadmio, en el Anexo I se observa los resultados de laboratorio de la corrida de metales completo.

**Cuadro N° 45. Resultados de laboratorio**

Metales totales	L.D.M.	unidades	Reptiles 032	Reptiles 033
Arsenic / Arsénico (As)	0.1	mg/kg	0.6	0.8
Cadmium / Cadmio (Cd)	0.04	mg/kg	0.10	0.10
Mercury / Mercurio (Hg)	0.1	mg/kg	<0.1	<0.1
Lead / Plomo(Pb)	0.06	mg/kg	0.55	0.59

L.D.M.: Límite de detección del método

Fuente: Pronaturaleza

### 5.1. FLORA SILVESTRE

El área de estudio concentra una gran cantidad de especies propias de ecosistemas asociadas a zonas rurales tanto en la zona de operaciones como en la zona de abastecimiento; registrando un total de 70 especies de flora en la zona de operaciones y 50 especies para la zona de abastecimiento, en su composición se encuentran especies de amplia distribución.

Tomando en cuenta los resultados finales, para la zona de operaciones, la familia Asteraceae fue la familia con mayor riqueza y la especie con mayor abundancia fue *Ambrosia artemisioides* con 385 individuos, y para la zona de abastecimiento la familia poaceae fue la familia con mayor riqueza y la especie con mayor abundancia fue *Calamagrostis breviaristata* con 1 109 individuos.

Para la zona de operaciones, el punto de monitoreo con mayor riqueza y abundancia fue el punto O08 y en la zona de abastecimiento el punto con mayor riqueza y abundancia fue F17-T1; según cobertura vegetal la mayor riqueza pertenece al matorral para la zona de operaciones y bofedal para la zona de abastecimiento; según la localidad la mayor riqueza para la zona de operaciones es Campamento Quellaveco y para la zona de abastecimiento es Huachunta – Río Calazaya.

Para la Zona de operaciones, la formación vegetal con mayor diversidad ( $H'$ ) fue Matorral, con un índice de 3.02; según el índice de Pielou tanto matorral como bosque de Polylepis tienen un índice de 0.77 lo que indica que muchas de las especies son igualmente abundantes; según el índice de Margalef, el matorral tiene un índice de 6.48 lo que nos indica muy alta biodiversidad mayor que Bosque de Polylepis; según el índice de Simpson tanto matorral como Bosque de Polylepis poseen una alta dominancia. Para la localidad según el índice de Shannon-Wiener, Sarallenne fue el punto con mayor diversidad con un índice de 2.48; según el índice de Pielou, Capillune tiene un índice de 0.77, mayor que los demás lo que indica que la mayor cantidad de sus especies son igualmente abundantes; según el índice de Margalef, Campamento Quellaveco tiene un índice de 4.18 lo que nos indica una biodiversidad alta; según el índice de Simpson tanto Campamento Quellaveco como Sarallenne poseen una alta dominancia.

Para la Zona de abastecimiento, la formación vegetal con mayor diversidad ( $H'$ ) fue Césped de la Puna, con un índice de 2.67; según el índice de Pielou, bofedal tienen un índice de 0.74 lo que indica que muchas de sus especies son igualmente abundantes; según el índice de Margalef, Césped de Puna tiene un índice de 5.00 lo que nos indica muy alta biodiversidad; según el índice de Simpson, Pajonal

Andino poseen una alta dominancia al igual que Bofedal y Césped de Puna. Para la localidad según el índice de Shannon-Wiener, Huachunta (Río Vizcachas-Chincune) fue el punto con mayor diversidad con un índice de 2.87; según el índice de Pielou, Huachunta (Río Vizcachas) tiene un índice de 0.86, mayor que los demás lo que indica que la mayor cantidad de sus especies son igualmente abundantes; según el índice de Margalef, Huachunta tiene un índice de 4.60 lo que nos indica una biodiversidad alta; según el índice de Simpson, Huachunta (Zona de represa) poseen una alta dominancia.

Para la Zona de Operaciones, el análisis de Similitud según Morisita y Jaccard por cobertura vegetal nos indica que hay poca similitud entre matorral y Bosque de *Polylepis*; en cuanto la localidad, según morisita Campamento Salviani y Carretera Conalvias tienen mayor similitud de especies entre ellos y según Jaccard, Campamento Quellaveco y Sarallenque tienen mayor número de especies compartidas, mientras más se alejan del índice 1 menor especies compraten.

Para la Zona de Abastecimiento, el análisis de Similitud según Morisita por cobertura vegetal nos indica que tolar y matorral tienen mayor similitud entre ellos y según Jaccard, Césped de Puna y Bofedal comparten mayor cantidad de especies al igual que tolar y matorral; en cuanto la localidad, según morisita, Huachunta (zona represa) y Huachunta (margen chilota) tienen mayor similitud de especies entre ellos y según Jaccard, Huachunta (Río Vizcacha-Chincune) y Huachunta - Río Vizcachas, tienen mayor número de especies compartidas, mientras más se alejan del índice 1 menor especies comparten.

Según el estado de conservación para ambas zonas, la especie *Azorella compacta* y *Polylepis besseri* se encuentran como VU (vulnerable) tanto en la IUCN y el D.S. N° 004-2014-MINAGRI, una especie es vulnerable cuando no está en peligro crítico o en peligro de extinción, pero se enfrenta a un alto riesgo de extinción en el medio silvestre en un futuro o a mediano plazo, esto aplica también a la especie *Parastrephia lepidophylla* que se encuentra como vulnerable solo en el D.S. N° 043-2006-AG; en cuanto a *Baccharis genistelloides*, *Chuquiraga rotundifolia* y *Mutisia acuminata* se encuentran en la categoría de NT (casi amenazado) esto indica que si su población sigue en descenso esta especie estaría próxima a pasar a la categoría de vulnerable o crítico; la especie *Ephedra rupestri* y *Ephedra breana* se encuentra como LC (preocupación menor) tras ser evaluada por la UICN, no cumple ninguno de los criterios de las categorías en peligro, en peligro crítico, vulnerable o casi amenazado de la Lista Roja elaborada por la organización. En consecuencia, la categoría *preocupación menor* de la lista incluye a todos los taxones abundantes y de amplia distribución, que no se encuentran bajo amenaza de desaparecer en un futuro próximo, siendo por lo tanto el de menor riesgo en la lista, sin embargo según el D.S. N° 043-2006-AG; *Cumulopuntia boliviana subsp. Ignescens* se encuentra como LC (preocupación menor) según la IUCN, y según la CITES se

encuentra en el apéndice II que no están necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo a menos que se controle estrictamente su comercio. En este Apéndice figuran también las llamadas "especies semejantes", es decir, especies cuyos especímenes objeto de comercio son semejantes a los de las especies incluidas por motivos de conservación.

Según la corrida de metales, se puede observar que los valores de Cadmio y mercurio se encuentran por debajo del límite de detección del laboratorio, más los resultados de arsénico fueron 0.2 mg/kg y el de plomo 0.25 mg/kg.

## 5.2. MAMÍFEROS

En la zona de operaciones se registró un total de 142 individuos de mamíferos menores distribuidos en 6 especies, pertenecientes a 1 sola familia y 57 individuos de mamíferos mayores distribuidos en 3 especies (guanacos, vicuñas y tarucas); para la zona de abastecimiento se registró 33 individuos de mamíferos menores divididos en 5 especies y agrupadas en 2 familias y 13 individuos de mamíferos mayores.

Tomando en cuenta los resultados finales, para la zona de operaciones, *Akodon albiventer* fue la especie con mayor abundancia el 49% del total de individuos observados, en cuanto a la zona de abastecimiento, *Vicugna vicugna* fue la especie con mayor abundancia el 39% del total de individuos.

Para la zona de operaciones, según la riqueza por cobertura vegetal tanto en matorral como bosque de *Polylepis* es la misma, sin embargo la abundancia es mayor en matorral; por localidad el punto de Campamento (parte alta) tiene mayor riqueza y abundancia sobre las otras localidades. Para la zona de abastecimiento, según la riqueza por cobertura vegetal tanto pajonal andino como tolar es la misma, sin embargo la abundancia es mayor en pajonal andino; por localidad el punto de Huachunta tiene mayor riqueza y abundancia sobre las otras localidades.

Para la Zona de operaciones, por formación vegetal según el índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ) tanto Matorral como Bosque de *Polylepis*, poseen un valor menor a 2 lo que nos indica baja diversidad; según el índice de Pielou, matorral tienen un valor de 0.80, mayor al bosque de *Polylepis*, lo que indica que muchas de sus especies son igualmente abundantes; según el índice de Margalef, tanto matorral como bosque de *Polylepis* tiene un valor menor a 2 lo que nos indica muy baja biodiversidad. Para la localidad, según Shannon-Wiener todos los puntos poseen valores menores a 2, lo que indica una diversidad baja; según Pielou, las localidades Caracoles, Campamento Salviani, Calientes (parte alta) y Carretera a Cortaderas tiene un índice de 0.92, lo que nos indica que muchas de sus especies son igual de abundantes; según Margalef, todas las localidades poseen valores menores a 2 lo que nos indica una biodiversidad baja. Para la Zona de Abastecimiento, por

formación vegetal según el índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ) tanto pajonal andino como tolar, poseen un valor menor a 2 lo que nos indica baja diversidad; según el índice de Pielou, Pajonal andino y tolar poseen un valor cerca de 1, lo que indica que sus especies son igualmente abundantes; según el índice de Margalef, tanto pajonal andino como tolar tiene un valor menor a 2 lo que nos indica muy baja biodiversidad. Para la localidad, según Shannon-Wiener todos los puntos poseen valores menores a 2, lo que indica una diversidad baja; según Pielou, las 3 localidades poseen valores cerca de 1, lo que nos indica que muchas de sus especies son igual de abundantes; según Margalef, todas las localidades poseen valores menores a 2 lo que nos indica una biodiversidad baja.

Para la Zona de Operaciones, el análisis de Similitud según Morisita por cobertura vegetal nos indica que hay muy alta similitud entre matorral y Bosque de Polylepis, en cuanto Jaccard nos indica que no poseen muchas especies compartidas; en cuanto la localidad, según morisita Capillune y Sarallenne comparten mayor similitud de especies entre ellos, y según Jaccard, las localidades de Calientes y cortaderas, tienen mayor número de especies compartidas, al igual que Capillune y Sarallenne, y Asana y campamento, las otras localidades mientras más se alejan del valor de 1, menor especies comparten. En cuanto a la zona de abastecimiento, el análisis de Similitud según Morisita por cobertura vegetal nos indica que hay muy alta similitud entre pajonal andino y tolar, en cuanto Jaccard nos indica que poseen algunas especies compartidas; en cuanto la localidad, según morisita vizcachas y Titire comparten similitud de especies entre ellos, y según Jaccard, las localidades de vizcachas y titire, tienen mayor número de especies compartidas, la otra localidad se alejan del valor de 1, menor especies compartidas.

Según el estado de conservación para ambas zonas, la especie *Hippocamelus antisensis* se encuentran como VU (vulnerable) en la IUCN, una especie es vulnerable cuando no está en peligro crítico o en peligro de extinción, pero se enfrenta a un alto riesgo de extinción en el medio silvestre en un futuro o a mediano plazo; en cuanto a *Vicugna vicugna* se encuentra en la categoría de NT (casi amenazado) según el D.S. N° 004-2014-MINAGRI, esto indica que si su población sigue en descenso esta especie estaría próxima a pasar a la categoría de vulnerable o crítico; la especie *Lama guanicoe* se encuentra como CR (peligro crítico) dentro del D.S. N° 004-2014-MINAGRI, lo que nos indica que enfrenta un riesgo extremadamente alto de extinción en estado silvestre, por lo que esta especie se encuentra protegida en el país, las especies *Lycalopex culpaeus*, *Lama guanicoe* y *Vicugna vicugna* se encuentra como LC (preocupación menor) tras ser evaluada por la UICN, no cumple ninguno de los criterios de las categorías en peligro, en peligro crítico, vulnerable o casi amenazado de la Lista Roja elaborada por la organización, sin embargo estas mismas especies según la CITES se encuentra en el apéndice II que no están necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo a menos que se contrale estrictamente su comercio. En este Apéndice

figuran también las llamadas "especies semejantes", es decir, especies cuyos especímenes objeto de comercio son semejantes a los de las especies incluidas por motivos de conservación.

Según la corrida de metales, se puede observar que el valor del mercurio se encuentran por debajo del límite de detección del laboratorio, más los resultados de arsénico fue de 0.6 mg/kg, de cadmio fue 0.06 mg/kg y el de plomo 0.46 mg/kg.

### 5.3. AVES

En la zona de operaciones se registró un total de 644 individuos de aves distribuidos en 31 especies, divididas en 14 familias; para la zona de abastecimiento se registró 164 individuos distribuidas en 23 especies y agrupadas en 11 familias.

Tomando en cuenta los resultados para la zona de operaciones, *Sicalis olivascens* fue la especie con mayor abundancia con el 31% del total de individuos observados, en cuanto a la zona de abastecimiento, *Metriopelia ceciliae* fue la especie con mayor abundancia con el 16% del total de individuos.

Para la zona de operaciones, por cobertura vegetal, matorral posee mayor riqueza sobre bosque de Polylepis; por localidad el punto de Caracoles y Campamento (parte alta) poseen mayor riqueza sobre las otras localidades. Para la zona de abastecimiento, por cobertura vegetal, pajonal andino posee mayor riqueza que tolar; por localidad el punto de Huachunta tiene mayor riqueza sobre las otras localidades.

Para la Zona de operaciones, por formación vegetal según el índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ) tanto Matorral como Bosque de Polylepis, poseen un valor entre 2 y 3 por lo que nos indica diversidad media; según el índice de Pielou, bosque de Polylepis tienen un valor de 0.80, mayor al matorral, lo que indica que muchas de sus especies son igualmente abundantes; según el índice de Margalef, tanto matorral como bosque de Polylepis tiene un valor mayor a 2 pero menor a 5, lo que nos indica biodiversidad media; para la localidad, según Shannon-Wiener cuatro de los nueve puntos (Capillune, Caracoles, Río Asana y Campamento) poseen valores mayor a 2 y menor a 3, lo que indica una diversidad media; según Pielou, las localidades Capillune y Calientes tiene un índice de 0.85, lo que nos indica que muchas de sus especies son igual de abundantes; según Margalef, siete de las nueve localidades poseen valores mayores a 2 y menores a 5 lo que nos indica una biodiversidad media. Para la Zona de Abastecimiento, por formación vegetal según el índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ) tanto pajonal andino como tolar, poseen un valor entre 2 y 3 lo que nos indica diversidad media; según el índice de Pielou, Pajonal andino y tolar poseen un valor cerca de 1, lo que indica que sus especies son igualmente abundantes; según el índice de Margalef, tanto pajonal andino como tolar tiene un valor entre 2 y 5 lo que nos indica biodiversidad media. Para la

localidad, según Shannon-Wiener el punto de Huachunta posee un valor de 2.57, lo que indica una diversidad media; según Pielou, las 3 localidades poseen valores cerca de 1, lo que nos indica que muchas de sus especies son igual de abundantes; según Margalef, puente Bello y Huachunta poseen valores entre 2 y 5 lo que nos indica una biodiversidad media.

Para la Zona de Operaciones, el análisis de Similitud según Morisita por cobertura vegetal nos indica que hay muy alta similitud entre matorral y Bosque de Polylepis, en cuanto Jaccard nos indica que no poseen muchas especies compartidas; en cuanto la localidad, según morisita Capillune y Calientes comparten mayor similitud de especies entre ellos, y según Jaccard, las localidades de Capillune y Río Asana, tienen mayor número de especies compartidas, al igual que Calientes y Carretera Conavias, las otras localidades mientras más se alejan del valor de 1, menor especies comparten. En cuanto a la zona de abastecimiento, el análisis de Similitud según Morisita por cobertura vegetal nos indica que hay similitud entre pajonal andino y tolar, en cuanto Jaccard nos indica que poseen algunas especies compartidas; en cuanto la localidad, según morisita Huachunta y puente Bello comparten similitud de especies entre ellos, y según Jaccard, las localidades de Huachunta y puente Bello, poseen pocas especies compartidas, la otra localidad se alejan del valor de 1, menor especies compartidas.

Según el estado de conservación para ambas zonas, la especie *Falco peregrinus* se encuentra en la categoría de NT (casi amenazado) según el D.S. N° 004-2014-MINAGRI y la especie *Rhea pennata* se encuentra en la misma categoría según la IUCN, esto indica que si su población sigue en descenso esta especie estaría próxima a pasar a la categoría de vulnerable o crítico; sin embargo la misma especie *Rhea pennata* se encuentra como CR (peligro crítico) dentro del D.S. N° 004-2014-MINAGRI, lo que nos indica que enfrenta un riesgo extremadamente alto de extinción en estado silvestre, por lo que esta especie se encuentra protegida en el país; según la CITES siete de las especies se encuentra en el apéndice II que no están necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo a menos que se controle estrictamente su comercio. En este Apéndice figuran también las llamadas "especies semejantes", es decir, especies cuyos especímenes objeto de comercio son semejantes a los de las especies incluidas por motivos de conservación; todas las demás especies se encuentra como LC (preocupación menor) tras ser evaluada por la UICN, no cumple ninguno de los criterios de las categorías en peligro, en peligro crítico, vulnerable o casi amenazado de la Lista Roja elaborada por la organización, sin embargo estas mismas especies

Según la corrida de metales, se puede observar que el valor del mercurio se encuentran por debajo del límite de detección del laboratorio, más los resultados de arsénico fue de 0.4 mg/kg, de cadmio fue 0.56 mg/kg y el de plomo 0.81 mg/kg.

#### 5.4. REPTILES

En la zona de operaciones se registró un total de 7 individuos de anfibios distribuidos en 2 especies (*Rhinella spinulosa* y *Telmatobius peruvianus*), pertenecientes a dos familias diferentes y 26 individuos de reptiles distribuidos en 2 especies (*Philodryas tachymenoides* y *Liolaemus tacnae*), pertenecientes a 2 familias; para la zona de abastecimiento se registró 12 individuos pertenecientes a una sola especie (*Liolaemus annectens*) de la clase reptilia.

Tomando en cuenta los resultados finales, para la zona de operaciones, *Liolaemus tacnae* fue la especie con mayor abundancia el 76% del total de individuos observados (25 individuos), en cuanto a la zona de abastecimiento se observó solo 1 especie.

Para la zona de operaciones, según la cobertura vegetal la mayor riqueza fue en el matorral con 4 especies, distribuidas en 4 familia, divididas en 2 órdenes y según la localidad la mayor riqueza fue Capillune con 3 especies, distribuidas en 3 familia, perteneciente a 1 sola orden; en la zona de abastecimiento, según la cobertura vegetal tanto pajonal como tolar cuentan con la misma riqueza 1 especies, distribuidas en 1 familia, perteneciente a 1 sola orden y según su localidad tanto Puente Bello (Titire), Huachunta y Vizcachas poseen la misma riqueza 1 especie, distribuidas en 1 familia, perteneciente a 1 sola orden

Para la Zona de operaciones, la formación vegetal del Matorral, cuenta con un índice de 0.94, lo que nos indica una biodiversidad baja según el índice de Shannon-Wiener; según el índice de Pielou tienen un índice de 0.68 lo que indica que no todas las especies son abundantes; según el índice de Margalef, el matorral tiene un índice de 0.93 lo que nos indica muy baja biodiversidad, en cuanto al Bosque de *Polylepis*, no se registra índices de diversidad. Para la localidad sólo Capillune posee índices de diversidad, según Shannon-Wiener, posee un índice de 0.97, lo que indica una biodiversidad baja; según Pielou, tiene un índice de 0.89, lo que nos indica que muchas de sus especies son igual de abundantes; según Margalef, tiene un índice de 0.96 lo que nos indica una biodiversidad baja. Para la Zona de Abastecimiento, no se registró índices de diversidad ni para cobertura vegetal ni para la localidad.

Para la Zona de Operaciones, el análisis de Similitud según Morisita por cobertura vegetal nos indica que hay muy alta similitud entre matorral y Bosque de *Polylepis*, en cuanto Jaccard nos indica que no poseen muchas especies compartidas; en cuanto la localidad, según morisita Caracoles y Cortaderas poseen mayor similitud de especies entre ellos, al igual que Salviani, Carretera Conalvias y Sarallenque, y según Jaccard, Caracoles, Cortaderas, Salviani, Carretera Conalvias, Sarallenque y Campamento tienen mayor número de especies compartidas, las otras localidades mientras más se alejan del índice 1 menor especies comparten. En cuanto a la zona

de abastecimiento, no se detecta índices de similitud, ni por cobertura vegetal ni por localidad, ya que solo se registró 1 sola especie.

Según el estado de conservación para ambas zonas, la especie *Telmatobius peruvianus* se encuentran como VU (vulnerable) tanto en la IUCN y el D.S. N° 004-2014-MINAGRI, una especie es vulnerable cuando no está en peligro crítico o en peligro de extinción, pero se enfrenta a un alto riesgo de extinción en el medio silvestre en un futuro o a mediano plazo, esto aplica también a la especie *Liolaemus tacnae* que se encuentra como vulnerable solo en el D.S. N° 043-2006-AG; en cuanto a *Rhinella spinulosa* se encuentran en la categoría de LC (preocupación menor) tras ser evaluada por la UICN, no cumple ninguno de los criterios de las categorías en peligro, en peligro crítico, vulnerable o casi amenazado de la Lista Roja elaborada por la organización. En consecuencia, la categoría *preocupación menor* de la lista incluye a todos los taxones abundantes y de amplia distribución, que no se encuentran bajo amenaza de desaparecer en un futuro próximo, siendo por lo tanto el de menor riesgo en la lista.

Según la corrida de metales, se puede observar que los valores de mercurio se encuentran por debajo del límite de detección del laboratorio, más los resultados de arsénico fueron 0.6 y 0.8 mg/kg, el de plomo 0.55 y 0.59 mg/kg y el cadmio 0.10 mg/kg para ambas muestras.