



# **Informe de Impacto Ambiental Etapa de Explotación**

## **Capitulo II: Linea de Base Ambiental - Medio Biológico**

### **Proyecto Sal de Oro - Segunda Planta Comercial (CP2)**

Antofagasta de la Sierra, Catamarca

Los Andes, Salta

Concesionario: **POSCO Argentina SAU**



Preparado por: **GT Ingeniería SA**

Proyecto N°: 250505\_071 - Rev01

Junio 2025

### **Límites y excepciones**

Este documento se limita a reportar las condiciones identificadas en el área de influencia directa e indirecta del Proyecto tal como eran al momento de confeccionarlo y las conclusiones alcanzadas en función de la información recopilada y lo asumido durante el proceso de evaluación y se limita al alcance de los trabajos oportunamente solicitados, acordados con el cliente y ejecutados hasta el momento de emitir el presente informe.

Las conclusiones alcanzadas representan opinión y juicio profesional basado en la información estudiada en el transcurso de esta evaluación, no certezas científicas.

Todas las tareas desarrolladas para la confección del documento se han ejecutado de acuerdo con las reglas del buen arte y prácticas profesionales habitualmente aceptadas y ejecutadas por consultores respetables en condiciones similares. No se otorga ningún otro tipo de garantía, explícita ni implícita.

Este informe sólo debe utilizarse en forma completa y ha sido elaborado para uso exclusivo de Posco Argentina no estando ninguna otra persona u organización autorizada para difundir, ni basarse en ninguna de sus partes sin el previo consentimiento por escrito de Posco Argentina, solamente Posco Argentina, puede ceder o autorizar la disponibilidad de una o la totalidad de las partes del presente informe, por ello, todo tercero que utilice o se base en este informe sin el permiso de Posco Argentina expreso por escrito, acuerda y conviene que no tendrá derecho legal alguno contra Posco Argentina, GT Ingeniería SA, ni contra sus consultores y subcontratistas y se compromete en mantenerlos indemne de y contra toda demanda que pudiera surgir.

### **Tabla 00: Control de Revisiones**

<b>Nombre y Apellido</b>	<b>N° de Revisión</b>	<b>Fecha</b>	<b>Aprobación Nombre y Apellido</b>	<b>Fecha Aprobación</b>
Elena Silvestrini	00	03/06/2025		
Mauro Afranllie	01	28/06/2025		

## Tabla de contenidos

II.	Línea de Base Ambiental .....	9
5.	Descripción del Medio Biológico .....	9
5.2.	Fauna.....	52
5.3.	Mamíferos.....	52
5.3.1.	Metodología aplicada .....	57
5.3.2.	Resultados obtenidos.....	58
5.3.3.	Resultados por Campaña de monitoreo.....	61
5.3.4.	Conclusiones.....	68
5.4.	Aves .....	69
5.4.1.	Metodología aplicada .....	72
5.4.2.	Resultados obtenidos - Aves.....	72
5.4.3.	Resultados obtenidos por monitoreo .....	76
5.4.4.	Comparativa entre monitoreos.....	94
5.5.	Artrópodos.....	100
5.5.1.	Metodología aplicada .....	104
5.5.2.	Resultados obtenidos.....	105
5.5.3.	Resultados por Campaña de monitoreo.....	106
5.5.4.	Conclusiones.....	115
5.6.	Herpetofauna.....	116
5.6.1.	Metodología aplicada .....	121
5.6.2.	Resultados obtenidos.....	122
5.6.3.	Resultados por Campaña de monitoreo.....	122
5.6.4.	Conclusiones.....	127
5.7.	Ictiofauna .....	128
5.7.1.	Metodología .....	128

5.7.2.	Resultados obtenidos.....	133
5.7.3.	Conclusiones .....	136
5.8.	Microorganismos extremófilos .....	137
5.8.1.	Metodología .....	138
5.8.2.	Resultados.....	140
5.8.3.	Conclusiones .....	146
5.9.	Limnología .....	147
5.9.1.	Metodología .....	149
5.9.2.	Caracterización de los sitios de monitoreo.....	153
5.9.3.	Resultados.....	159
5.10.	Caracterización ecosistémica .....	182
5.10.1.	Servicios de provisión: .....	182
5.10.2.	Servicios de regulación/soporte: .....	184
5.11.	Áreas naturales protegidas.....	185
5.11.1.	Ubicación y delimitación .....	185
5.11.2.	Categorización.....	186
6.	Paisaje .....	189
6.1.	Generalidades.....	189
6.2.	Metodología.....	189
6.2.1.	Adecuación de Información y Cartografía .....	189
6.2.2.	Análisis de la Calidad visual aplicación de un modelo EMC y SIG .....	190
6.2.3.	Selección de Criterios .....	190
6.2.4.	Normalización y Valoración de Factores .....	191
6.2.5.	Valoración de la Calidad Visual a partir de la ponderación de las variables 191	
6.3.	Resultados .....	192
6.3.1.	Unidades de Paisaje .....	192

6.3.2. Calidad Visual del Paisaje .....	194
---	-----

## **Tablas**

---

Tabla 5.1 Sitios de monitoreo.....	15
Tabla 5.2 Identificación de las Unidades Ambientales en los sitios de Muestreo.	21
Tabla 5.3 Valores de NDVI.....	24
Tabla 5.4 Composición florística del área de influencia de la Planta Comercial CP2 del Proyecto Sal de Oro.....	26
Tabla 5.5 Sitios de monitoreo de mamíferos .....	54
Tabla 5.6 Registro consolidado de mamíferos período 2023 – 2024 .....	60
Tabla 5.7. Abundancia de especies de mamíferos registradas – invierno 2023..	61
Tabla 5.8. Listado de especies identificadas en invierno 2023 y sus estados de conservación .....	62
Tabla 5.9. Listado de especies identificadas en primavera 2023, su origen y estado de conservación.....	63
Tabla 5.10. Especies registradas en verano del año 2024.....	64
Tabla 5.11. Especies registradas en otoño del año 2024 .....	66
Tabla 5.12. Especies registradas en invierno del año 2024 .....	67
Tabla 5.13. Especies registradas en primavera del año 2024 .....	68
Tabla 5.14 Sitios de monitoreo de aves.....	70
Tabla 5.15 Registro consolidado de aves período 2023 - 2024 .....	73
Tabla 5.16 Registro de aves Invierno 2023.....	77
Tabla 5.17 Registro de aves Primavera 2023 .....	81
Tabla 5.18 Registro de aves Otoño 2024.....	83
Tabla 5.19 Registro de aves Invierno 2024.....	86
Tabla 5.20 Registro de aves Primavera 2024 .....	89
Tabla 5.21 Registro de aves Verano 2024 .....	92

Tabla 5.22 Comparativa de índices de diversidad.....	98
Tabla 5.23 Sitios de muestreo de artrópodos .....	101
Tabla 5.24 Registro consolidado de abundancias de artrópodos período 2023 - 2024 105	
Tabla 5.25 Abundancia absoluta y relativa de los órdenes presentes en invierno y primavera 2023. ....	106
Tabla 5.26 Abundancias y riqueza de artrópodos – verano 2024 .....	109
Tabla 5.27 Abundancias y riqueza de artrópodos – Otoño 2024 .....	111
Tabla 5.28 Abundancias y riqueza de artrópodos – invierno 2024.....	112
Tabla 5.29 Abundancias y riqueza de artrópodos – invierno 2024.....	114
Tabla 5.30 Sitios de monitoreo de herpetofauna.....	118
Tabla 5.31 Registro consolidado de presencia de herpetofauna período 2023 - 2024 122	
Tabla 5.32 Numero de individuos de especies registradas. ....	123
Tabla 5.33 Sitios de monitoreo de ictiofauna.....	130
Tabla 5.34 Abundancia de individuos registrada en las campañas 2023.....	133
Tabla 5.35 Abundancia de individuos registrada en las campañas 2024.....	135
Tabla 5.36 Ubicación geográfica de los sitios de monitoreo de microorganismos extremófilos. ....	138
Tabla 5.37 Clasificación de la calidad del agua según el I.D.G. ....	153
Tabla 5.38 Ubicación sitios de monitoreo de fitoplancton, zooplancton y macrobentónicos.....	154
Tabla 5.39 Taxones identificados en el periodo 2023-2024.....	159
Tabla 5.40 Abundancia, abundancia relativa y riqueza de zooplancton por sitios de monitoreo en el periodo 2023-2024. ....	169
Tabla 5.41 Índice de Shannon por sitio de monitoreo. ....	170

Tabla 5.42 Abundancia, abundancia relativa y riqueza de zooplancton por sitios de monitoreo en el periodo 2023-2024. ....	174
Tabla 5.43 Índice de Shannon por sitio de monitoreo. ....	175
Tabla 5.44 Variación entre temporadas de los parámetros: abundancia, riqueza e índice de Shannon.....	178
Tabla 6.1. Criterios, factores e indicadores seleccionados para el análisis visual.	191
Tabla 6.2. Valoración o importancia asignada a cada Factor mediante el Método de Comparación de Pares. ....	195
Tabla 6.3. Escala de Valoración de Calidad Visual. ....	197
Tabla 6.4. Variables asignadas a cada Factor .....	197
Tabla 6.5. Capas Ráster utilizadas e información obtenida de cada una de las variables. ....	197
Tabla 6.6. Valoración de Calidad Visual para el Factor Fisiográfico - Variable Pendiente. ....	198
Tabla 6.7. Valoración de Calidad Visual para el Factor Geomorfológico- Variable Unidades Geomorfológicas. ....	199
Tabla 6.8. Valoración de Calidad Visual para el Factor Hídrico - Variable Red de drenaje. ....	199
Tabla 6.9. Valoración de Calidad Visual para el Factor Vegetación - Variable Clases de cobertura. ....	199
Tabla 6.10. Valoración de Calidad Visual para el Factor Socioeconómico - Variable Áreas con intervención. ....	200

## Figuras

Figura 5.1 Cuadrante de aluminio utilizado para la medición de parcelas en vegas. ....	14
Figura 5.3 Composición específica de especies. ....	28
Figura 5.4 Porcentaje de familias registradas en el periodo 2023-2024. ....	29

Figura 5.5 Abundancia de especies identificadas en las campañas de septiembre y diciembre 2023.....	44
Figura 5.6 Riqueza de especies identificadas en las campañas de septiembre y diciembre 2023.....	45
Figura 5.7 Índices de diversidad, campañas de septiembre y diciembre 2023...	45
Figura 5.8 Comparación de abundancias de especies de flora identificadas entre las campañas de febrero, mayo, agosto y noviembre 2024. ....	47
Figura 5.9 Comparación de riqueza de especies de flora identificadas entre las campañas de febrero, mayo, agosto y noviembre 2024. ....	49
Figura 5.10 Comparación del Índice de diversidad de Shannon entre las campañas de febrero, mayo, agosto y noviembre 2024.....	50
Figura 5.14 Comparativa entre invierno y primavera de abundancias relativas de los ordenes presentes.....	107
Figura 5.15 Abundancia relativa y riqueza de artrópodos – verano 2024 .....	110
Figura 5.16 Abundancia relativa y riqueza de artrópodos – otoño 2024 .....	111
Figura 5.17 Abundancia relativa y riqueza de artrópodos – invierno 2024.....	113
Figura 5.18 Abundancia relativa y riqueza de artrópodos – primavera 2024...	114
Figura 5.20 Abundancia relativas de especies de herpetofauna – primavera 2023	124
Figura 5.21 Abundancia relativas de especies de herpetofauna – verano 2024	125
Figura 5.22 Abundancia relativas de especies de herpetofauna – primavera 2024	126
Figura 5.25 Espectro de EDS muestra M1. Otoño 2024.....	142
Figura 5.26 Espectro de EDS muestra M1. Primavera 2024. ....	142
Figura 5.27 Espectro de EDS muestra M2. Otoño 2024.....	143
Figura 5.28 Espectro de EDS muestra M2. Primavera 2024. ....	144
Figura 5.29 Espectro de EDS muestra M3. Otoño 2024.....	146

Figura 5.30 Espectro de EDS muestra M3. Primavera 2024. ....	146
Figura 5.33 Riqueza en porcentaje por grupo algal. ....	165
Figura 5.34 Riqueza por grupo algal registrada en el periodo 2023-2024.....	166
Figura 5.35 Diatomeas: A) <i>Nitzschia intermedia</i> , B) <i>Nitzschia sp. 1</i> C) <i>Melosira varians</i> , D) <i>Halamphora veneta</i> E) <i>Navicula capitoradiata</i> , F) <i>Navicula radiosa</i> G) <i>Cyclotella menenghiniada</i> . Escala=10 µm.....	167
Figura 5.36 Cianobacterias: A), <i>Chroococcus sp.</i> B) <i>Phormidium sp. 1</i> . Algas verdes: C) <i>Cosmarium sp. 1</i> D) <i>Pandorina morum</i> Euglenoides: E) <i>Trachelomonas sp.</i> Escala =10 µm. ....	167
Figura 5.37 Índice de Shannon por sitio de monitoreo, periodo 2023-2024. ...	171
Figura 5.38 Riqueza en porcentaje de grupos de zooplancton. ....	172
Figura 5.39 Riqueza (%) de zooplancton identificados por campaña. ....	172
Figura 5.40 Índice de Shannon por sitio de monitoreo. ....	176
Figura 6.1. Integración del análisis multicriterio EMC en plataforma SIG.....	192
Figura 6.2 Unidades de paisaje definidas para el área de estudio. ....	194
Figura 6.3 Unidades de paisaje definidas para el área de estudio. ....	201

## II. Línea de Base Ambiental

---

### 5. Descripción del Medio Biológico

#### 5.1. Flora

##### 5.1.1. Caracterización fitosociológica de la vegetación

El presente apartado se refiere a la caracterización de la flora del área de estudio del Proyecto Sal de Oro. El contexto fitogeográfico del proyecto se localiza en el Dominio Andino-Patagónico. Siendo representada por elementos de la Provincia Puneña principalmente.

Según la clasificación fitogeográfica realizada por Cabrera (1976) la Puna argentina pertenece al Dominio Andino Patagónico e incluye a las provincias Altoandina (por arriba de 4.300 m s.n.m.) y Puneña (3.300 - 4.300 m s.n.m.), ocupando las altas montañas y mesetas. Sus límites son imprecisos, siendo la provincia Altoandina bastante discontinua, formando islotes alargados en los bordes y dentro de la provincia Puneña (Fabbroni, 2015).

La vegetación de la Puna es el resultado de una lenta evolución donde las especies de origen Neotropical debieron irse adaptando a condiciones andinas. La incidencia de los factores ambientales ha logrado a lo largo del tiempo, el desarrollo de vegetación con características fisiológicas y anatómicas adaptativas que le permitieron sobrevivir a condiciones ambientales extremas propias de la región: Los ejemplares que logran sobrevivir en estas condiciones ambientales lo hacen mediante estrategias adaptativas, tales como poseer un extenso y profundo sistema radicular, alta capacidad de almacenamiento de agua en tejidos y órganos, alta eficiencia en el uso del agua, reducción de la superficie foliar, entre otras (Califano, 2004).

La fisonomía de la vegetación semeja un desierto de altura, donde se encuentran especies endémicas y otras que sólo aparecen en la temporada de lluvia (fines del verano), lo que aporta una significativa riqueza de especies. La vegetación de la puna consta en su mayor parte de comunidades herbáceas, dominadas por gramíneas y graminoides, denominadas en general praderas o pastizales. También incluye formaciones herbáceas y arbustivas, con especies siempreverdes, microfoliadas y resinosas, que forma en algunos sectores extensos matorrales conocidos como

tolares. Asimismo, algunos sectores presentan comunidades mixtas de tolares y pajonales (García & Beck 2006). Las comunidades mencionadas se encuentran representadas por diferentes especies perfectamente adaptadas a las condiciones ambientales extremas de la región: intensa insolación, vientos constantes, amplitud térmica de más de 40°C (desde -20°C hasta 20°C) y suelos inmaduros con escasa materia orgánica.

Los individuos presentes en la Región Puneña pertenecen a familias de plantas muy diferentes, que adoptan formas muy similares por efectos del ambiente. Troll (1959), divide la provincia Puneña en tres tipos según la precipitación: Puna húmeda (>400 mm/año); Puna seca (400-100 mm/año) y Puna desértica (<100 mm/año). Siguiendo a Cabrera (1968), el sector noreste de la Puna geográfica, que corresponde en parte a Salta y Jujuy, está ocupado por Puna seca. Mientras que, el oeste y sur, desde el extremo oeste de Jujuy, hasta la provincia de San Juan, están dominados por la Puna desértica. Según Cabrera (1968), la Puna húmeda existiría en Argentina en las serranías de Santa Victoria y de Zenta.

La Puna seca es principalmente una estepa arbustiva, con *Baccharis*, *Fabiana* y *Adesmia* como géneros dominantes. *Parastrephia lucida* (Tola) domina las comunidades edáficas en las cuencas con napa freática cercana a la superficie. Otras comunidades edáficas están dominadas por *Frankenia triandra* y *Lycium humile* (Sacha uva) en suelos de alta salinidad. Las plantas en cojín son otros elementos importantes, algunas veces alcanzando grandes tamaños, como *Azorella compacta* (Yareta) y varias especies de *Adesmia*, como las más comunes. La Puna desértica comparte los mismos géneros y especies con la Puna seca. Sin embargo, con densidades muy inferiores y frecuentemente con solo una especie de arbusto claramente dominante (Carilla J. et al., 2018).

La provincia Altoandina está dominada por pastizales, donde *Festuca ortophylla* es la especie más abundante. Sin embargo, en los sectores más áridos, como las cadenas montañosas y cuencas situadas más al oeste, cercanas a la frontera con Chile, otras gramíneas son las dominantes en los pastizales, entre ellas especies de los géneros: *Pappostipa sp.* y *Deyeuxia sp.*, a veces alternando con arbustos de *Baccharis sp.*, *Ephedra sp.*, *Adesmia sp.*, entre otras. En laderas pedregosas y expuestas o

roquedales, el pastizal puede estar muy disminuido o aún desaparecer (Carilla J. et al., 2018).

Las especies, tanto herbáceas como arbustivas, tienen forma de cojines (caméfitos o hemicriptofitos), y se establecen en el terreno en forma dispersa dejando áreas de suelo desnudo. En los sectores asociados a humedales, tales como lagunas y arroyos, se encuentran las vegas o bofedales, con vegetación dominada por gramíneas como *Festuca argentinensis* (chillagua), ciperáceas y juncáceas que cubren totalmente el suelo, constituyendo un hábitat privilegiado por ser sitios donde existe una alta concentración de biodiversidad. Mientras que en áreas rocosas se hallan especies de cactáceas de los géneros *Maihueniopsis* y *Lobivia*.

La distribución espacial de los componentes del Proyecto Sal de Oro ocupa sectores de borde de salar y salar propiamente dicho, incluyendo fragmentos de la Laguna Verde y abanicos aluviales desarrollados al pie del Cerro Ratones, donde se proponen los pozos de bombeo de salmuera, piletas, plantas, sitios de acopio de sales y cavas de desechos.

Para la caracterización florística del área del proyecto se han considerado los resultados obtenidos a partir de los monitoreos ambientales en 20 sitios de muestreo dentro del área de influencia directa e indirecta de la Planta Comercial de la Empresa Minera POSCO Argentina SAU mediante la recolección de datos florísticos, el cálculo de parámetros ecológicos, y la identificación de unidades ambientales, con el objetivo de evaluar el estado de conservación del componente flora

Los objetivos específicos de los monitoreos son

- Recopilar datos florísticos detallados en los 20 sitios de muestreo, identificando especies y registrando su frecuencia.
- Elaborar un listado sistemático de la flora de las zonas monitoreadas.
- Evaluar el estatus de conservación de las especies del componente flora y vegetación.
- Calcular índices de diversidad, como el índice de Shannon, la equitatividad y el índice de Simpson, para evaluar la estructura y la diversidad de la comunidad vegetal en cada sitio.

- Describir y analizar las comunidades vegetales presentes en las áreas de estudio.
- Examinar las modificaciones ambientales, tales como el impacto del sobrepastoreo y la presencia de residuos
- Realizar comparaciones detalladas entre los datos obtenidos en este estudio y los informes previos realizados en el área, identificando posibles cambios a lo largo del tiempo y patrones consistentes.

### **5.1.2. Aspectos metodológicos**

A continuación, se detalla la metodología para el análisis del componente flora implementada por la consultora ambiental EUKEL durante los monitoreos ambientales realizados de manera trimestral en el periodo 2023-2024 de las áreas de influencia directa de la Planta Comercial CP2 de la Empresa Minera POSCO Argentina.

#### **Recopilación de información**

En primera instancia y previo al trabajo de campo se realizó una búsqueda bibliográfica y revisión de los antecedentes generales. Este análisis incluyó aspectos ecológicos, la identificación de la región biogeográfica, la evaluación de la fisonomía de la vegetación y el estudio de la composición florística.

#### **Relevamiento de información en el terreno**

Se realizó el relevamiento con el objetivo de obtener características fisonómicas de la vegetación y composición florística de las áreas de influencia directa de la Planta Comercial CP2 del Proyecto Sal de Oro. Para ello se realizaron campañas de monitoreo durante:

- Septiembre y diciembre 2023
- Febrero, mayo, agosto y noviembre 2024

Para la recopilación de información durante los monitoreos de septiembre y diciembre 2023, se implementó un método sistemático de relevamiento de especies mediante cuadrantes de 1 metro x 1 metro en los sitios de vegas y de 50 metros x 20 metros en los sitios de arbustales, con el propósito de garantizar la representatividad de la vegetación presente. En cada parcela, se llevó a cabo un registro meticuloso que abarcó la composición de especies y la frecuencia de ejemplares. Este registro se

respaldó digitalmente mediante la captura de fotografías de cada especie y panorámicas para una contextualización de la zona.

Por otro lado, durante las campañas de monitoreo de febrero, mayo, agosto y diciembre 2024, se realizó una modificación en el tamaño de las transectas implementadas en el muestreo en comparación con los años anteriores a fin de ajustar la metodología de trabajo y estandarizarlas para ambientes altoandinos. Estas adaptaciones metodológicas fueron implementadas con el fin de mejorar la precisión y la relevancia de los resultados, considerando especialmente las particularidades del entorno y las variables climáticas que pueden influir en la composición y dinámica de las comunidades vegetales estudiadas. Se implementó el método de relevamiento de especies aplicando 3 transectas de 50 m de largo por 1 metro de ancho, lo que representa una superficie total de 0,015 h las mismas se distribuyeron en base a los sitios de muestreo de manera estratificada por tipos de vegetación los cuales fueron identificados previamente al muestreo.

En las parcelas se registraron la composición de especies de plantas vasculares presentes y número de individuos (abundancia absoluta y relativa), se tomaron fotografías digitales y se documentaron las observaciones realizadas, para aquellas especies que no se pudieron identificar en campo se colectó un fragmento de la planta y se herborizó para su posterior reconocimiento en gabinete.

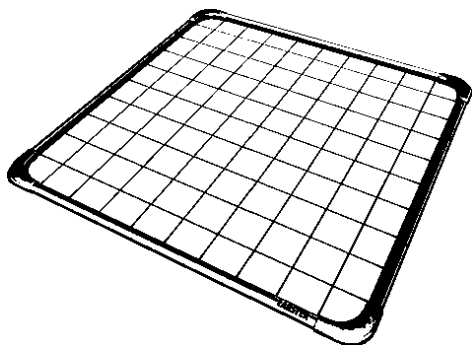
En vegas y bofedales se realizó el relevamiento con el objetivo de obtener características fisonómicas de la vegetación y composición florística de las zonas de interés. Para ello se registró la composición de especies de plantas vasculares y estimó su fracción de cobertura (%) se utilizó un cuadrante de 1 m<sup>2</sup> (100%) subdivididos en 100 subcuadrados (1%).

Para la elección del sector a muestrear se tuvo en cuenta que cada cuadrante ocupe los espacios más diversos y aquellos en donde no se observó ninguna perturbación.

La división del cuadrante en 100 sub-cuadrantes - cada uno de 100 cm<sup>2</sup> - permitió estimar visualmente con precisión dos índices de base: número de especies (riqueza específica) y porcentaje de cobertura vegetal de cada especie observada.

En el caso del número de individuos por especie no la tomamos en cuenta, porque en la mayor parte de las especies de bofedales no se puede diferenciar entre individuos.

**Figura 5.1 Cuadrante de aluminio utilizado para la medición de parcelas en vegas.**



Fuente: POSCO Argentina SAU.

Adicionalmente, durante todas las campañas realizadas, se registraron los datos georreferenciales (coordenadas en cada sitio de muestreo) para realizar un análisis detallado del NDVI a partir de imágenes satelitales de Sentinel 2 L1C. El procesamiento de estas imágenes se llevó a cabo mediante EO BROWSER, una herramienta especializada que optimiza la interpretación de datos satelitales y para la confección cartográfica, se empleó Civil 3D, una plataforma robusta que permite visualizar y analizar de manera eficiente la información geoespacial recopilada. Se aplicó este enfoque de análisis de datos de manera individual para cada uno de los sitios de las Vegas, a diferencia de los sitios de Arbustales, que fueron procesados de manera conjunta.

Los puntos de monitoreos se detallan en la tabla presentada a continuación:

Proyecto N°: 250505\_071 - Rev01

Informe de Impacto Ambiental – Sal de Oro CP2

Cliente: POSCO Argentina SAU

Junio 2025

**Tabla 5.1 Sitios de monitoreo de Flora**

N°	Denominación del sitio	Nomenclatura	Coordenadas Geográficas		Coordenadas Sistema Gauss Kruger – Posgar 94 Faja 3	
			Latitud	Longitud	X	Y
1	Cono Carro Grande	CCG	24°58'26.07"S	66°58'29.10"O	3401575,05	7238448,3
2	Vega Carro Grande Oeste	CGO	24°59'19.46"S	66°56'22.21"O	3405145,71	7236830,44
3	Vega Carro Grande Este	CGE	24°59'21.36"S	66°56'22.54"O	3405136,86	7236771,91
4	Vega Bequeville Oeste	BEO	25° 5'26.59"S	66°59'59.13"O	3399145,24	7225489,09
5	Vega Bequeville Este	BEE	25° 5'34.56"S	66°59'59.68"O	3399131,64	7225243,71
6	Vega Chuculaqui Norte	VCH N	25° 9'48.90"S	66°58'22.80"O	3401902,98	7217436,57
7	Vega Chuculaqui Sur	VCH S	25° 9'52.90"S	66°58'25.30"O	3401833,85	7217312,97
8	Arroyo Filomena	FIL	25° 6'43.20"S	66°53'6.20"O	3410732,44	7223212,29
9	Cerro Ratones Norte	CRN	25°11'31.00"S	25°11'31.00"O	3413381,7	7214330,69
10	Cerro Ratones Noroeste	CRNO	25°14'26.89"S	66°56'47.53"O	3404631,39	7208900,77
11	Cerro Ratones Suroeste	CRSO	25°17'8.00"S	66°56'28.70"O	3405193,19	7203946,48
12	Cerro Ratones Sur	CRS	25°18'39.40"S	66°51'27.20"O	3413646,77	7201190,33
13	Borde de Salar	BS	25°18'49.76"S	66°54'23.34"O	3411159,95	7200755,64

G.T. Ingeniería S.A.

[info@qtarg.com](mailto:info@qtarg.com)

Proyecto N°: 250505\_071 - Rev01

Informe de Impacto Ambiental – Sal de Oro CP2

Cliente: POSCO Argentina SAU

Junio 2025

N°	Denominación del sitio	Nomenclatura	Coordenadas Geográficas		Coordenadas Sistema Gauss Kruger – Posgar 94 Faja 3	
			Latitud	Longitud	X	Y
14	Borde de Salar A. Sensible*	BSAS	25°18'53.0"S	66°52'56.2"O	3397956,21	7204584,06
15	Canteras	CAN	25°16'45.57"S	67° 0'47.17"O	3400711,48	7199657,95
16	Laguna Verde	LV	25°19'26.30"S	66°59'10.0"O	3407373,86	7197891,13
17	Delta Rio Los Patos	DLP	25°20'25.25"S	66°55'12.25"O	3400794,63	7193952,02
18	Delta Laguna Catal	DLC	25°22'31.72"S	66°59'8.53"O	3412058,93	7167644,64
19	Rio Los Patos	LP	25°36'49.07"S	66°52'31.84"O	3401759,79	7211683,59
20	C. Planta Piloto	PP	25°12'55.80"S	66°58'29.40"O	3399103,82	7233408,78
21	Ducto Carro Grande 1*	DUCCG1	25° 1'9.24"S	66°59'58.52"O	3396686,04	7221384,59
22	Ducto Carro Grande 2*	DUCCG2	25° 7'39.36"S	67° 1'27.99"O	3414045,43	7201845,3
23	Ciénaga Redonda	CR	25° 18'18.2"S	66°51'12.8"O	3408721,8	7200839,08

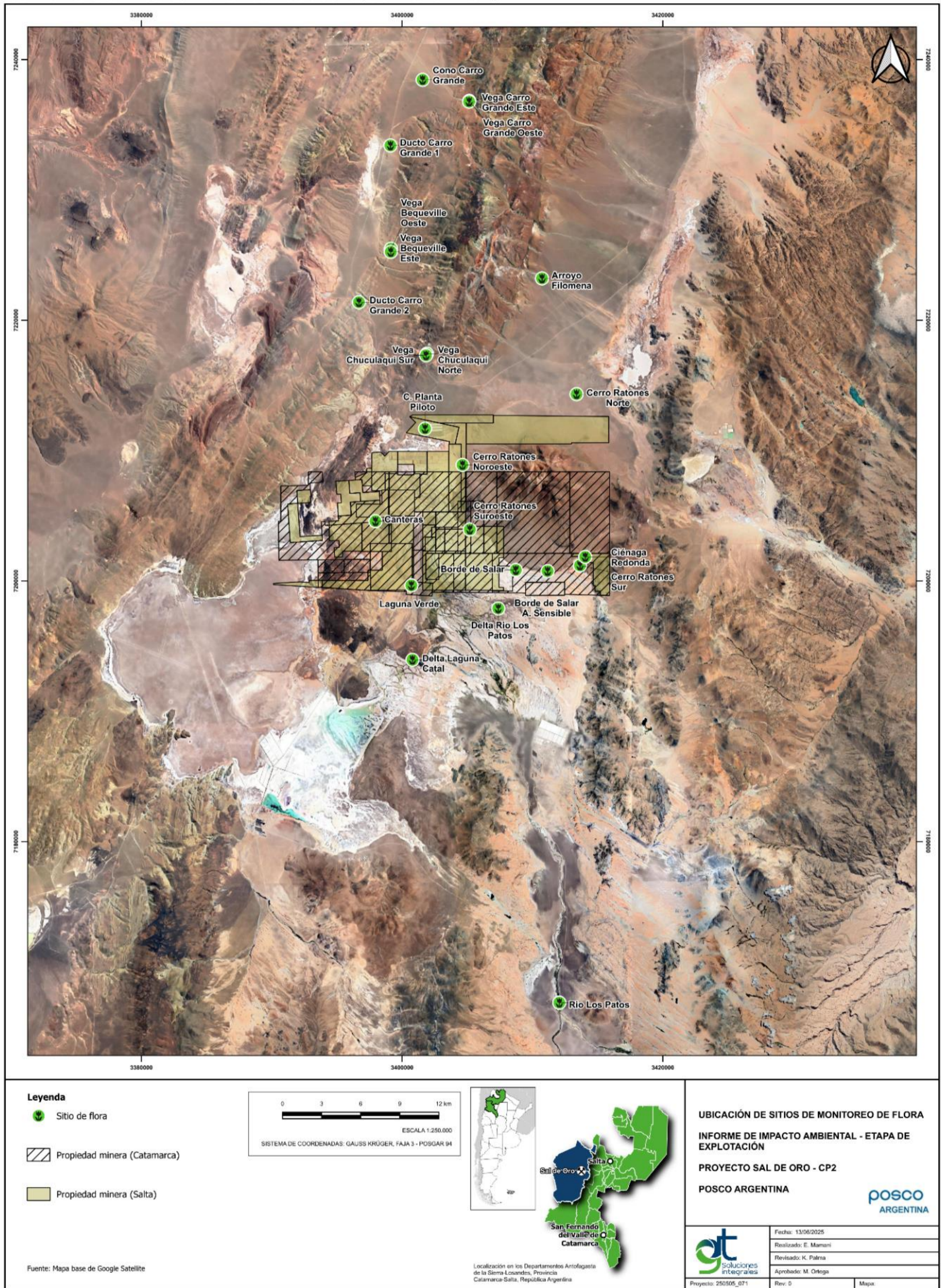
Fuente: Elaboración propia en base a información suministrada por POSCO Argentina SAU.

\*El sitio Borde de Salar A. Sensible corresponde a un nuevo sitio debido al cambio en las coordenadas del sitio Borde de Salar desde agosto 2024.

\*Los sitios Ducto Carro Grande 1 y 2 se incorporaron en mayo 2024.

\*El sitio Ciénaga Redonda corresponde a un nuevo punto de Cerro Ratones, en el cual se inició el monitoreo en agosto 2024.

Mapa 5.1 Ubicación de los sitios de monitoreo de flora.



Fuente: GT, 2025.

## Identificación de Unidades Ambientales

Para cada sitio de monitoreo se identificaron las Unidades Ambientales presentes. A continuación, se presenta la caracterización de las Unidades Ambientales presentes, destacando la heterogeneidad de paisajes y ecosistemas en esta área geográfica.

1. **Ambiente Léntico (AmLen):** Referente a la Laguna Catal, este ambiente se caracteriza por ser un cuerpo de agua cerrado que recibe el flujo hídrico del río Los Patos.
2. **Ambiente Lótico (AmLot):** Ambiente con curso de agua permanente correspondiente a del río Los Patos.
3. **Arbustal de Rica rica (ArRR):** Caracterizado por un arbustal de especies de baja estatura y dispersas, este ambiente exhibe una marcada presencia de *Aloysia desertícola*, siendo acompañada por escasos ejemplares de *Adesmia horrida*.
4. **Arbustal de Añagua (ArAñ):** Comprende un arbustal de baja altura y gran apertura, donde se observa una dominancia pronunciada de *Adesmia horrida*, y una presencia mínima de individuos de *Aloysia desertícola*. El suelo es de naturaleza arenosa y está cubierto por un pavimento de pequeñas rocas.
5. **Arbustal de San Pedro (ArSP):** Este entorno se caracteriza por ser un arbustal abierto, donde la dominancia es exclusiva de una especie, *Chuquiraga atacamensis*. El suelo predominante es arenoso y blando, con la presencia de abundantes rocas.
6. **Arbustal de ladera (ArL):** Arbustales bajos y abiertos. Representado por especies como *Senecio viridis*, *Adesmia horrida*, etc. Estos arbustales se encuentran en las laderas de las quebradas de vegas Carro Grande, Bequeville y Chuculaqui.
7. **Borde Salar (BS):** Área de exploraciones de salmuera, se observan huellas de acceso y exploración, particularmente en el sitio Campamento Planta Piloto. Este entorno se caracteriza por carecer completamente de vegetación. La condición extrema de salinidad actúa como un factor limitante significativo, impidiendo el desarrollo de cualquier forma de vegetación. Las elevadas presiones hiperósmóticas resultan letales para las raíces de las plantas, y se suma a ello la toxicidad de las sales en el protoplasma.
8. **Césped Perisalino (CPs):** Entorno cercano al salar, donde crece un tipo de césped halófilo constituido por especies de *Distichlis humilis* acompañada de *Frankenia triandra*. y *Salicornia pulvinata*.

9. **Estepa Arbustiva (EAr):** Comprende un área de vegetación escasa, de arbustos que se han adaptado a la condiciones áridas y semiáridas, por lo que en su mayoría no alcanzan el metro de altura. Se caracteriza por la presencia predominante de las especies de los géneros Senecio, Adesmia y Aloysia.
10. **Pastizal y Estepa Arbustiva (PyEAr):** Pastizal abierto, compuesto por matas bajas de gramíneas del género Festuca, acompañadas por especies de los géneros Senecio, Adesmia y Aloysia.
11. **Pastizal hídrico (PH):** Vegetación relacionada a suelos saturados de agua y áreas con alta humedad. Compuesto por matas de especies de los géneros Festuca y Deyeuxia. En ocasiones acompañadas de especies arbustivas de los géneros Parastrephia y/o Baccharis. Por lo general suelo desnudo entre las matas. Observado en sectores entre las vegas y los arbustales de laderas.
12. **Salar (S):** Corresponde a un sector del Salar del Hombre Muerto. Conformar un depósito salino, cuya agua subterránea es una salmuera saturada de cloruro de sodio, portadora de litio, potasio, sulfato, borato-bórax, y otros componentes menores. Sin presencia de vegetación.
13. **Vega y Bofedal Carro Grande (VyBCG):** Entorno definido como un humedal. Presenta una extensión considerable, caracterizado por la presencia de un pastizal conformado por especies de gramíneas. Este ecosistema reviste gran importancia al proporcionar hábitats para una diversidad de especies de flora y fauna. De esta vega se extrae el recurso hídrico utilizado en el Proyecto Sal de Oro.
14. **Vega y Bofedal Bequerville (VyBB):** Humedal de gran extensión con presencia de un afloramiento de agua, donde se observa isletas de pastizal compuestas por matas redondas, circulares o semicirculares, de especies del género Festuca. De esta vega extrae el recurso hídrico de agua la empresa Bórax Argentina S. A.
15. **Vega y Bofedal Chuculaqui (VyBC):** Humedal extenso, dispuesto en una quebrada natural. Se observan cojines inundados que constituyen un bofedal intercalado con isletas de pastizal compuestas por gramíneas. De esta vega extrae el recurso hídrico de agua la empresa Bórax Argentina S. A.
16. **Vega Los Patos (VLP):** Humedal asociado a las riberas del curso de agua de río Los Patos, de régimen permanente con caudales medios mensuales

fluctuantes según las estaciones del año. Este entorno exhibe especies que forman estratos, evidenciando distintas alturas en su estructura vegetal. En la siguiente tabla se presentan las unidades ambientales del área de estudio identificadas en cada sitio de monitoreo.

**Tabla 5.2 Identificación de las Unidades Ambientales en los sitios de Muestreo.**

Unidades Ambientales	FIL	CAN	CR S	CR N	CR NO	CR SO	CR	DLC	PP	CCG	CGE	CGO	VCHN	VCHS	BEO	BEE	DUCCG1	DUCCG2	LV	BSAS	LP	
Ambiente Léptico (AmLen)																						
Ambiente Lótico (AmLot)																						
Arbustal de Rica-rica (ArRR)																						
Arbustal de Añagua (ArAñ)																						
Arbustal de San Pedro (ArSP)																						
Arbustal de Ladera (ArL)																						
Borde de Salar (BS)																						
Césped Perisalino (CPs)																						
Estepa Arbustiva (EAR)																						
Pastizal y Estepa Arbustiva (PyEar)																						
Pastizal hídrico (PH)																						
Salar (S)																						
Vega y Bofedal Carro Grande (VyBCG)																						
Vega y Bofedal Chuculaqui (VyBC)																						
Vega y Bofedal Bequeville (VyBB)																						
Vega Los Patos (VLP)																						

Fuente: Elaboración propia en base a información suministrada por POSCO Argentina SAU.

\***FIL**=Arroyo Filomena; **CAN**=canteras; **CRN**= Cerro Ratones Norte; **CRS**=Cerro Ratones Sur; **CRNO**= Cerro Ratones Noroeste; **CRSO**= Cerro Ratones Suroeste; **CR**= Ciénaga redonda; **DLC**= Delta Laguna Catal; **PP**= Planta piloto; **CCG**= Cono Carro Grande; **CGE**= Carro Grande Este; **CGO**= Carro Grande Oeste; **VCH N**= Chuculaqui Norte; **VCH S**= Chuculaqui Sur; **BEO**= Bequeville Oeste; **BEE**= Bequeville Este; **BSAS**= Borde Salar área sensible; **DUCCG1**= Ducto Carro grande 1; **DUCCG2**= Ducto Carro grande 2; **LV**= Laguna Verde; **LP**= Río Los Patos

G.T. Ingeniería S.A.

[info@qtarg.com](mailto:info@qtarg.com)

#### 5.1.2.1. Procesamiento de la información

La identificación precisa de especies se realizó a partir de literatura especializada como Flora del Cono- sur, Cabrera (1976), Morlans (1995), Perea (2007), Perea et al. (2007), Freire et al. (2012), Salinas et al. (2011), Andrea E. Izquierdo et al. (2022), y la Guía de Plantas de vegas de Antofagasta de la Sierra. Ecología y conocimiento local (2022). Además, se exploró activamente las páginas web de herbarios, accediendo a catálogos digitales de flora argentina (<http://www.floraargentina.edu.ar>), el Instituto De Botánica Darwinion (<http://www.darwin.edu.ar/>), así como a la valiosa información proporcionada por la Administración de Parques Nacionales a través del Sistema de Información de Biodiversidad (<https://sib.gob.ar>).

#### 5.1.2.2. Análisis de datos

##### Parámetros ecológicos

La evaluación de los parámetros ecológicos desempeña un papel fundamental en la comprensión y caracterización de los ecosistemas. Estos parámetros, que abarcan desde la riqueza de especies hasta la distribución y dominancia, ofrecen una ventana detallada hacia la complejidad y la salud de un entorno natural:

- Riqueza de especies, según la definición de Begon et al. (1999), se entiende como el número total de especies presentes en un área específica, expresado como el número de tipos de componentes por unidad de espacio. Este índice proporciona una medida cuantitativa de la diversidad biológica en un ecosistema.
- Abundancia, se distingue entre la abundancia absoluta y la relativa (Mateucci & Colma, 1982). Hace referencia al número de individuos por especie en relación con el número total de individuos. La abundancia absoluta (Aba), definida como el número de individuos por especie en el área de estudio, se expresa como:

$$\text{Abundancia absoluta (Aba)} = (ni).$$

Donde:

"ni" representa el número de individuos de la i-ésima especie.

$$\text{Abundancia relativa (Ab\%)} = (ni / N) \times 100$$

Donde:

"ni" es el número de individuos de la i-ésima especie "N" es la abundancia total de individuos en la muestra

- Diversidad específica, un indicador clave de la variedad de especies en una comunidad (Krebs, 1989), este índice refleja tanto la riqueza como la uniformidad en la distribución de especies. Se mide mediante el Índice de Shannon-Weaver, expresado como:

$$H' = -\sum pi \ln pi.$$

Donde:

"pi" representa la abundancia relativa de cada especie "ni" es el número de individuos de la i-ésima especie, "N" es el número total de individuos en la comunidad

- Dominancia, evaluada mediante el Índice de Simpson, indica la proporción de individuos pertenecientes a una o varias especies dominantes en relación con la abundancia total de la comunidad (Simpson, 1949). El Índice de Simpson abarca de 0 a 1 y los valores altos indican fuerte dominancia y baja diversidad. Se calcula como:

$$\text{Dominancia (Ds): } Ds = \sum pi^2$$

Donde:

$pi = ni/N$ ; es la abundancia relativa de cada especie. ni = Número de individuos de la i-ésima especie.

N (Abundancia Total) = Número total de individuos de la comunidad

- *Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada* (NDVI, por sus siglas en inglés) es una medida numérica que utiliza información recolectada por sensores remotos para evaluar la salud y densidad de la vegetación en un área específica. Calculado a partir de la diferencia entre la radiación reflejada en el espectro visible y el infrarrojo cercano, el NDVI proporciona una indicación cuantitativa de la cantidad de clorofila presente en las plantas. Los valores de NDVI van de -1 a 1; los valores más próximos a 1 indican una vegetación con mayor actividad fotosintética y densidad de vegetación, y los valores más

próximos a -1 indican una vegetación escasa o poco sana. Más en detalle, los valores del NDVI pueden interpretarse de la siguiente manera:

**Tabla 5.3 Valores de NDVI**

Valores del NDVI	Interpretación
Inferiores a 0	Indican agua u otros elementos no vegetales.
0 y 0,3	Indican zonas estériles con poca o ninguna cubierta vegetal
0,3 y 0,6	Indican zonas con escasa cobertura vegetal.
0,6 y 0,9	Esto indica zonas con una cubierta vegetal densa y sana.
Superiores a 0,9	Esto indica zonas con una cubierta vegetal muy denso, como las selvas tropicales.

Fuente: Informe de Monitoreo Ambiental, POSCO Argentina

Para cuantificar y evaluar los ecosistemas, se calcularon índices ecológicos utilizando el software PAST: Paleontological Statistics (Hammer, 2001). Se abordó el análisis de la abundancia relativa y la riqueza como componentes esenciales, reconociendo la importancia de comprender no solo el número de especies, sino también su distribución y uniformidad en los ecosistemas.

Es relevante destacar que los índices ecológicos permitieron discernir entre ecosistemas con igual riqueza, pero con distribuciones y estructuras distintas. Estos análisis brindan una visión más completa de la biodiversidad y las dinámicas de las comunidades vegetales en la zona de estudio.

#### 5.1.2.3. Determinación del estado de conservación de las especies

Las "Categorías de Conservación" para la flora se basan en información de organismos internacionales y nacionales:

- UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza): evalúa el estado de conservación utilizando la Lista Roja, que divide las especies en categorías como *No Evaluado*, *Datos Insuficientes*, *Preocupación Menor*, *Casi Amenazado*, *Vulnerable*, *En Peligro*, *En Peligro Crítico*, *Extinto en Estado Silvestre* y *Extinto*. Lista Roja de la UICN: [Sitio web] (<https://www.iucnredlist.org/>)

- PlanEAR: una base de datos argentina, categoriza la amenaza de especies en cinco niveles según la abundancia y distribución. Lista PlanEAR: [Sitio web] ([www. http://www.lista-planear.org/](http://www.lista-planear.org/))
- CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres) clasifica especies en Apéndices, regulando el comercio de especímenes para garantizar su supervivencia. Información sobre Apéndices: [Sitio web] (<https://cites.org/eng>) Los Apéndices I, II y III de la Convención son listas de especies que ofrecen diferentes niveles y tipos de protección ante la explotación excesiva.

### 5.1.3. Resultados

A lo largo de los monitoreos trimestrales realizados se registraron un total de 59 especies vegetales en las distintas unidades ambientales, pertenecientes a 25 familias botánicas distintas. La mayor cantidad de especies se agrupan dentro de las familias Asteráceae y Poaceae, ambas con un total de 10 especies.

En la siguiente tabla se detallan las especies registradas en los sitios de monitoreo, indicando además el hábito de crecimiento (arbustos, hierbas), estatus de distribución, ciclo de vida (anual o perenne), elevación (altitud sobre el nivel del mar a la que habita la especie) y estado de conservación.

**Tabla 5.4 Composición florística del área de influencia de la Planta Comercial CP2 del Proyecto Sal de Oro.**

Familia	Nombre científico	Nombre vulgar	Hábito	Estatus	Ciclo de vida	Elevación m s.n.m	Estado de conservación		
							UICN	PlanEAR	CITES
Amaranthaceae	<i>Nitrophila australis</i>		Hierba	Endémica	Perenne	0-3300	NE	Cat. 5	NE
Apiaceae	<i>Azorella ulicina</i>		Hierba o subarbusto	Nativa	Perenne	1500-4700	NE	NE	NE
Asteraceae	<i>Artemisia copa</i>		Arbusto o arbolito	Endémica	Perenne	3000- 4700	NE	NE	NE
Asteraceae	<i>Baccharis tola</i>	Lejía	Arbusto	Nativa	Perenne	1900 - 4800	NE	NE	NE
Asteraceae	<i>Chuquiraga atacamensis</i>	San pedro	Arbusto	Nativa	Perenne	3000- 4500	NE	NE	NE
Asteraceae	<i>Hypochaeris eremophila</i>	Achicoria	Hierba Altoandina	Nativa	Perenne	0 - 4000	NE	NE	NE
Asteraceae	<i>Ocyroe armata</i>		Arbusto	Nativa	Perenne	2800 - 4600	NE	NE	NE
Asteraceae	<i>Parastrephia lucida</i>	Tola del río	Arbusto	Nativa	Perenne	2900 - 5000	NE	NE	NE
Asteraceae	<i>Parastrephia quadrangularis</i>		Arbusto	Nativa	Perenne	3000-4900	LC	NE	NE
Asteraceae	<i>Senecio filaginoides</i>		Arbusto	Nativa	Perenne	1600-4300	NE	NE	NE
Asteraceae	<i>Senecio viridis</i>	Mocoraca	Arbusto	Endémica	Perenne	3000 - 4400	NE	NE	NE
Asteraceae	<i>Trichocline auriculata</i>		Hierba	Endémica	Perenne	3300-3600	NE	NE	NE
Brassicaceae	<i>Neuontobotrys tarapacana</i>		Hierba o subarbusto	Nativa	Perenne	1700-4600	NE	NE	NE
Cactaceae	<i>Mahiuopsis glomerata</i>	Copana	Subarbusto suculento	Nativa	Perenne	3300 - 4500	LC	NE	Ap.II
Calyceraceae	<i>Calycera sp.</i>		Hierba	Nativa	Perenne				
Caryophyllaceae	<i>Arenaria rivularis</i>		Hierba	Nativa	Perenne	3200-4700	LC	NE	NE
Campanulaceae	<i>Lobelia oligophylla</i>		Hierba Altoandina	Nativa	Perenne	2800-4700	NE	NE	NE
Chenopodiaceae	<i>Salicornia pulvinata</i>		Hierba	Nativa	Perenne	3600-4200	NE	NE	NE
Chenopodiaceae	<i>Atriplex imbricata</i>		Arbusto	Nativa	Perenne	2800 - 4000	NE	NE	NE
Chenopodiaceae	<i>Atriplex myriophylla</i>		Hierba	Nativa	Añual	2000-4000	NE	NE	NE
Cyperaceae	<i>Amphiscirpus nevadensis</i>		Hierba	Nativa	Perenne	0-4000	NE	NE	NE
Cyperaceae	<i>Phylloscirpus deserticola</i>		Hierba	Nativa	Perenne	2000-4800	NE	NE	NE
Cyperaceae	<i>Zameioscirpus atacamensis</i>		Hierba	Nativa	Perenne	3200-4800	LC	NE	NE
Ephedraceae	<i>Ephedra americana</i>	Cola de buey	Arbusto	Nativa	Perenne	0-4300	LC		
Fabaceae	<i>Adesmia erinacea</i>		Arbusto	Endémica	Perenne	2500-4400	NE	NE	NE
Fabaceae	<i>Adesmia horrida</i>	Añagua	Arbusto	Nativa	Perenne	3500 - 3800	NE	NE	NE
Fabaceae	<i>Hoffmannseggia minor</i>	Ajicillo del campo	Hierba	Nativa	Perenne	800-4000	NE	NE	NE
Haloragaceae	<i>Myriophyllum quitense</i>	Colas de caballo	Hierba acuática	Nativa	Perenne	0-4500	LC	NE	NE
Hydrophyllaceae	<i>Phacelia sinuata</i>		Hierba				NE	NE	NE
Juncaceae	<i>Patosia clandestina</i>	Champa brava	Hierba Altoandina	Nativa	Perenne	2700 - 4500	NE	NE	NE
Juncaceae	<i>Oxychloë andina</i>	Champa	Hierba	Nativa	Perenne	3200 - 4500	NE	NE	NE
Juncaceae	<i>Juncus balticus</i>		Hierba	Nativa	Perenne	0-4100	LC	NE	NE
Juncaginaceae	<i>Triglochin scilloides</i>		Hierba	Nativa	Añual				
Loasaceae	<i>Caiophora coronata</i>	Ortigilla	Hierba	Nativa	Perenne	3000 - 4500	NE	NE	NE
Malvaceae	<i>Cristaria andicola</i>		Hierba	Endémica	Perenne	2000-4700	NE	NE	NE
Montiaceae	<i>Cistanthe minuscula</i>		Hierba	Endémica	Añual	2500-4500	NE	NE	NE
Montiaceae	<i>Cistanthe picta</i>		Hierba	Endémica	Perenne	2000-4200	NE	NE	NE
Poaceae	<i>Deschampsia hackelii</i>		Hierba	Nativa	Perenne	3800-5000	NE	NE	NE
Poaceae	<i>Deschampsia eminens</i>		Hierba	Nativa	Perenne	2900 - 4800	NE	NE	NE
Poaceae	<i>Distichlis humilis</i>	Brama	Hierba	Nativa	Perenne	2300 - 4300	NE	NE	NE
Poaceae	<i>Cinnagrostis velutina</i>		Hierba	Nativa	Perenne	2300-4900	NE	NE	NE
Poaceae	<i>Festuca argentinensis</i>	Chillahua Altoandina	Hierba	Nativa	Perenne	1500 - 4500	NE	NE	NE

Proyecto N°: 250505\_071 - Rev01

Informe de Impacto Ambiental – Sal de Oro CP2

Cliente: POSCO Argentina SAU

Junio 2025

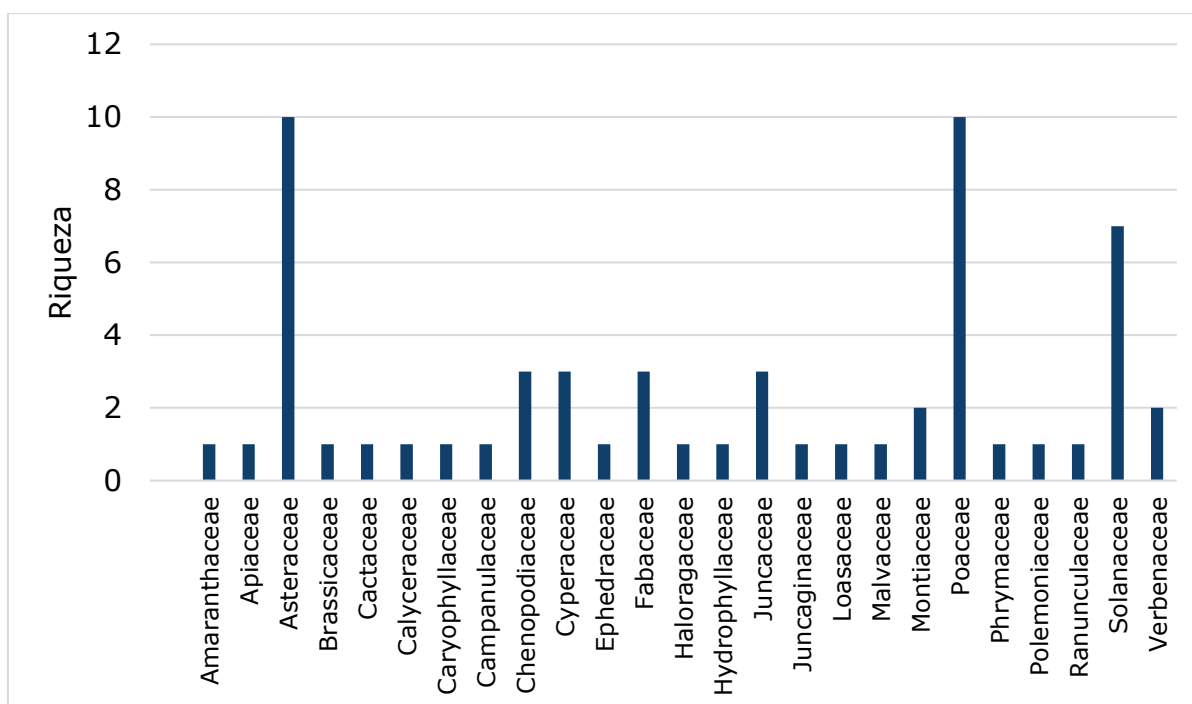
Familia	Nombre científico	Nombre vulgar	Hábito	Estatus	Ciclo de vida	Elevación m s.n.m	Estado de conservación		
							UICN	PlanEAR	CITES
Poaceae	<i>Festuca chrysophylla</i>		Hierba	Nativa	Perenne	3500 - 4500	NE	NE	NE
Poaceae	<i>Festuca orthophylla</i>		Hierba	Nativa	Perenne	3000- 4800	NE	NE	NE
Poaceae	<i>Pappostipa sp</i>	Coirón	Hierba	Nativa	Perenne	3500 - 4500	NE	NE	NE
Poaceae	<i>Puccinellia frigida</i>		Hierba	Nativa	Perenne	2300 - 4500	NE	NE	NE
Poaceae	<i>Pappostipa frigida</i>		Hierba	Nativa	Perenne	3500-4500	NE	NE	NE
Phrymaceae	<i>Erythranthe lutea</i>		Hierba	Endémica	Anual o bianual	0-3700	NE	NE	NE
Polemoniaceae	<i>Ipomopsis gossypyfera</i>		Hierba	Anual	Anual	2400-4500	NE	NE	NE
Ranunculaceae	<i>Halerpestes exilis</i>		Hierba	Anual	Anual	2000-4300	NE	NE	NE
Solanaceae	<i>Fabiana brioides</i>	Tolilla	Arbusto	Nativa	Perenne	300 - 3700	NE	NE	NE
Solanaceae	<i>Fabiana denudata</i>		Arbusto	Endémica	Perenne	2899 - 4900	NE	NE	NE
Solanaceae	<i>Jaborosa sp</i>		Hierba						
Solanaceae	<i>Lycium chanar</i>	Espinillo	Arbusto	Nativa	Perenne	2800 - 4200	NE	NE	NE
Solanaceae	<i>Lycium humile</i>		Arbusto	Endémica	Perenne	200-4000	NE	NE	NE
Solanaceae	<i>Nicotiana petunioides</i>		Hierba	Nativa	Anual	3000-4499	NE	NE	NE
Solanaceae	<i>Solanum sinuatirecurvum</i>		Hierba	Nativa	Perenne	3000-4500	NE	NE	NE
Verbenaceae	<i>Aloysia deserticola</i>	Rica Rica	Arbusto	Nativa	Perenne	2300 - 3500	NE	NE	NE
Verbenaceae	<i>Junellia seriphioides</i>	Roseta	Arbusto	Nativa	Perenne	1300-4200	NE	NE	NE

Fuente: Elaboración propia en base a información suministrada por POSCO Argentina SAU.

NE: No evaluado. LC: Preocupación menor.

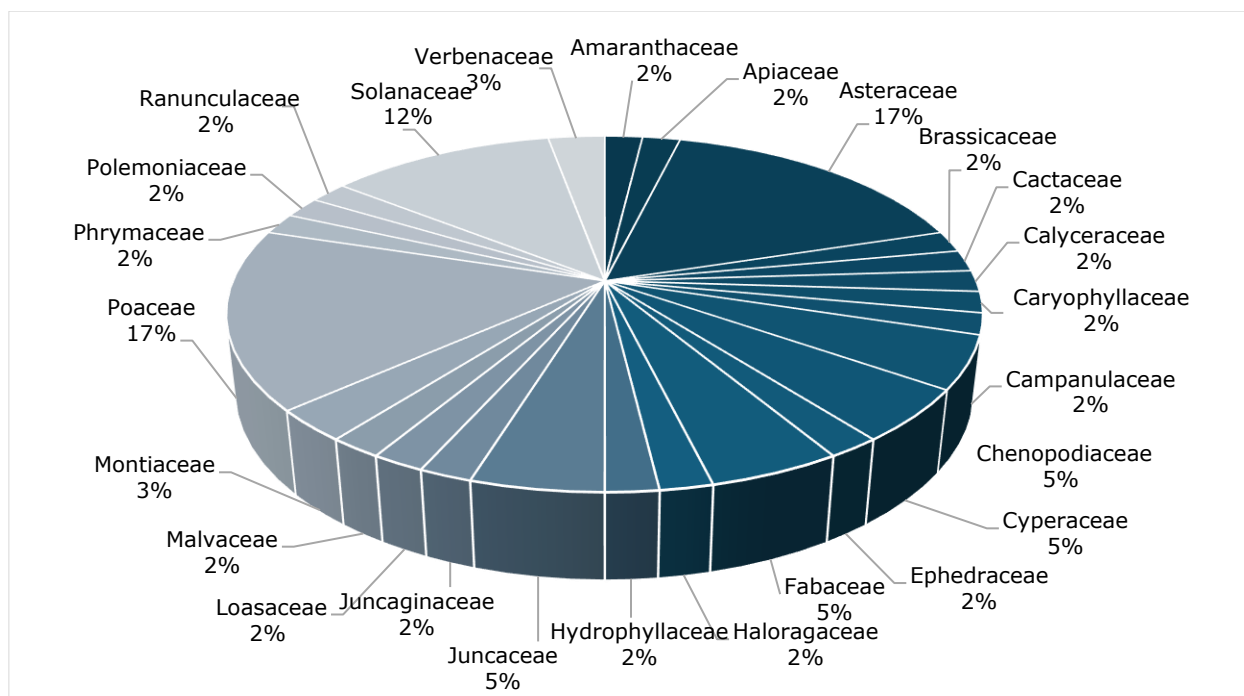
Las familias más abundantes identificadas corresponden a Poaceae y Asteraceae que contienen en total un 34% de las especies registradas en el área de estudio, seguidas por la familia Solanaceae, con un 12% de representación. El resto de las familias detectadas aportaron un 2%, 3% y 5% representado por entre 1 y 3 especies por cada familia alcanzando, de esta manera, un total del 54% de la composición florística, tal como los muestra, la figura a continuación.

**Figura 5.2 Composición específica de especies.**



Fuente: GT, 2025.

**Figura 5.3 Porcentaje de familias registradas en el periodo 2023-2024.**



Fuente: GT, 2025.

En relación al estatus de distribución de los taxones hallados y de acuerdo con las fuentes consultadas, el 81% corresponde a especies nativas, mientras que el 19% son endémicas. Se registraron un total de 11 especies endémicas del cono sur, mientras que las restantes especies son consideradas nativas del área de estudio.

Respecto al hábito de las especies, se observa un predominio de hierbas, seguidas por los arbustos. Esta composición sugiere que el ecosistema está dominado por vegetación de zonas abiertas, como pastizales con una estructura de crecimiento bajo y leñosa en menor proporción. Los hábitos menos representados incluyen hierbas acuáticas, subarbustos y subarbustos suculentos.

Por otro lado, en cuanto al estado de conservación se concluye que 7 especies fueron evaluadas bajo los criterios de la UICN como especies de Preocupación Menor (LC): *Parastrephia quadrangularis*, *Mahiuenopsis glomerata*, *Arenaria rivularis*, *Zameioscirpus atacamensis*, *Ephedra americana*, *Myriophyllum quitense* y *Juncus balticus*. Un taxón se considera de Preocupación Menor cuando, habiendo sido evaluado, no cumple ninguno de los criterios que definen las categorías de En Peligro Crítico, En Peligro, Vulnerable o Casi Amenazado. Se incluyen en esta categoría taxones abundantes y de amplia distribución.

Según la Lista Roja de Plantas Endémicas de la Argentina (PlaneAr), la especie *Nitrophila australis* se encuentra dentro de la Categoría 5. La asignación de esta categoría se basa en factores como la distribución geográfica de la especie, la abundancia, las presiones sobre su hábitat y otros factores de amenaza como la destrucción de hábitat, sobreexplotación, invasiones biológicas, etc. e implica la necesidad de implementar planes de acción y estrategias de conservación específicas.

Por otra parte, la especie *Mahiuenopsis glomerata* se encuentra clasificada en el Apéndice II de CITES, que incluye especies que no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse a fin de evitar una utilización incompatible con su supervivencia. Las demás especies registradas no se encuentran incluidas en ninguna categoría de conservación según las fuentes consultadas.

#### 5.1.3.1. Caracterización florística por sitio de monitoreo

A continuación, se realiza una descripción de las diferentes unidades ambientales identificadas en los sitios de monitoreo:

- **Vega Carro Grande**

En el área de influencia directa del proyecto, específicamente al Norte, se encuentra el sitio de muestreo de Vega Carro Grande. Este lugar, clasificado como una Vega de Ladera según la tipología de Ontivero *et al.* en 2022, se caracteriza por su ubicación entre laderas montañosas, donde se evidencia un escurrimiento superficial lineal a subsuperficial mantiforme en la zona deprimida. La clasificación tipológica proporciona una comprensión detallada de las características geográficas del lugar.

En cuanto a la vegetación, se destaca un alto porcentaje de cobertura vegetal de baja estatura en el área, con un césped compacto predominantemente compuesto por *Zameioscirpus atacamensis* y *Oxychloë andina*.

Hacia los bordes de la vega encontramos la unidad ambiental denominada Pastizal hídrico con ejemplares de *Festuca argentiniensis*, *Parastrephia lucida* y *Baccharis tola*, en las laderas se define la unidad ambiental Arbustal de ladera con especies como *Senecio viridis*, *Adesmia horrida* y *Junellia seriphioides*, que se desarrollan en un sustrato de tipo arenoso.

## Fotografía 5.1 Vista panorámica de Vega Carro Grande



Fuente: POSCO Argentina SAU.

Se muestrearon los puntos Este y Oeste pertenecientes a sitios de arbustal de ladera (ArL) y por otro lado se realizaron muestreos pertenecientes a vegetación de vega y bofedal (VyBCG) utilizando un cuadrante de 1x1 m<sup>2</sup> subdividido en subcuadrantes de 10x10 para conocer la cobertura en % y para la identificación de las especies tanto para Este como para Oeste. Cabe aclarar que, desde el monitoreo de febrero 2025, los puntos Este y Oeste cambian su denominación a Sur y Norte.

- **Vega Bequeville**

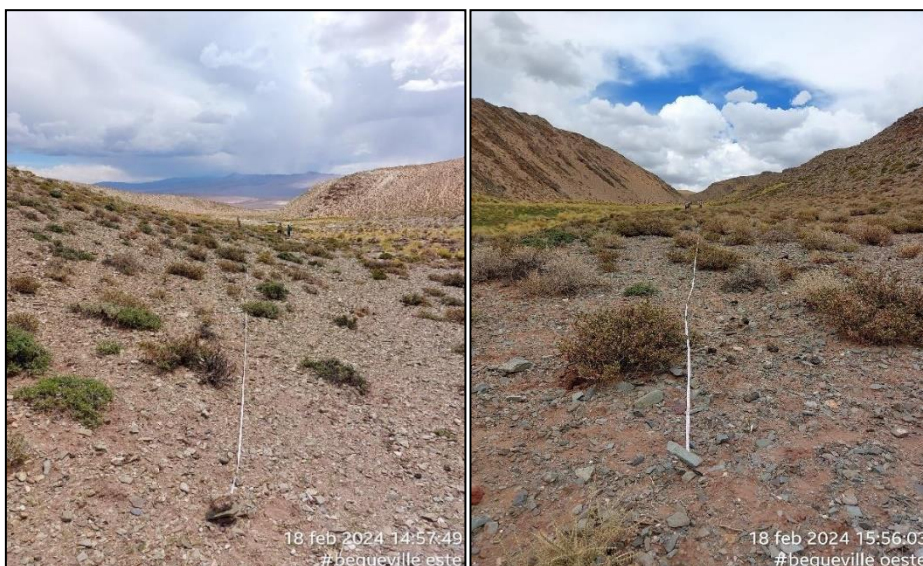
La Vega Bequeville ubicada también al norte del área del proyecto, exhibe una configuración que se caracteriza por un césped compacto, siendo la especie predominante *Zameioscirpus atacamensis* y *Oxychloë andina Phil*, acompañada por ejemplares de *Lobelia oligophylla* y *Festuca argentiniensis*. Su desarrollo ocurre dentro de una matriz arbustiva, destacando por los ambientes de estepa arbustiva de ladera con *Junellia seriphioides* y *Adesmia horrida* como especie dominante.

Se muestrearon los puntos Vega Bequeville Este y Oeste en ladera de vegetación arbustiva mediante transecta de 50x2 m y por otro lado se realizaron transectas de 1x1m con cuadrante, correspondiente a vega/bofedal para la identificación de las especies tanto en el Este como en el Oeste. Cabe aclarar que, desde el monitoreo de febrero 2025, los puntos Este y Oeste cambian su denominación a Sur y Norte.

Durante las observaciones realizadas se identificaron individuos de *Senecio viridis*, *Chuquiraga atacamensis*, *Bacharis tola*, *Junellia seriphioides* y *Mahiuenopsis*  
G.T. Ingeniería S.A.

*glomerata* que enriquecen la diversidad del área. Este conjunto de especies revela una compleja composición, resaltando la riqueza y la variedad dentro del ecosistema de la Vega Bequeville.

### **Fotografía 5.2 Vista de transectas de monitoreo de los sitios Vega Bequeville Este y Oeste.**



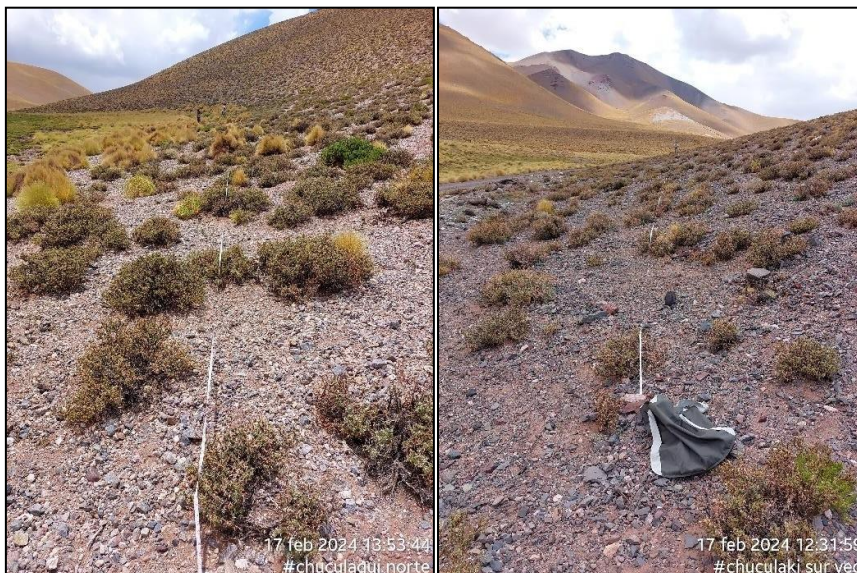
Fuente: POSCO Argentina SAU.

- **Vega Chuculaqui**

La Vega Chuculaqui se caracteriza por su césped bien compacto, donde *Zameioscirpus atacamensis* predomina y se mezcla con algunos ejemplares de *Cinnagrostis velutina*. Este paisaje, con bastante cobertura, se desarrolla dentro de una típica matriz arbustiva de la estepa de ladera, con *Adesmia horrida* como la especie dominante, igual que en otras vegas de la zona. Además, el sector se destaca por presentar un buen pastizal hídrico y una notable presencia de *Festuca argentinensis*.

En este sitio se realizó el monitoreo de vegetación en los sitios Vega Chuculaqui Norte y Sur, correspondientes a una vegetación arbustiva de ladera y por otro lado se realizaron muestreos en vegetación de vega para la identificación de las especies.

### Fotografía 5.3 Vista de transectas de monitoreo de los sitios Vega Chuculaqui Este y Oeste.



Fuente: POSCO Argentina SAU.

- **Arroyo Filomena**

Este punto de monitoreo, situado a 16.4 km del campamento de POSCO, tiene un arroyo de curso de agua temporal que, debido a la composición del suelo, el agua del arroyo se filtra al abandonar la región montañosa. La zona observada es una mezcla de arbustos y pasto en las laderas, faldeos medios y altos al Norte de Filomena.

Se identifica la unidad ambiental Estepa arbustiva en donde la familia más representada es Asteraceae, con especies como *Artemisia copa Phil.* siendo la más abundante, seguida *Adesmia horrida*. Además, se identifica la presencia de otras especies, como *Baccharis tola*, *Maihueniopsis glomerata*, *Chuquiraga atacamensis* y *Senecio filaginoides*, las cuales tienen una abundancia muy baja, lo que resalta la dominancia de unas pocas especies que definen la fisonomía del sitio.

### **Fotografía 5.4 Estepa arbustiva dominada por *Artemisia Copa* (Copa-Copa) en Arroyo Filomena.**



Fuente: POSCO Argentina SAU.

- **Cerro Ratones**

Cerro Ratones se distingue por ser una prominente elevación montañosa con una altitud de 5.252 m.s.n.m., expone una estepa arbustiva principalmente la cual se caracteriza con la presencia y dominancia de *Adesmia horrida*, *Pappostipa frígida* y *Aloysia desertícola*.

Es el sector de mayor influencia del proyecto Upstream debido a la construcción en el pie del cerro de infraestructura y de actividad operativa diaria.

Durante el periodo analizado se monitorearon cuatro puntos cardinales del Cerro Ratones: Norte, Sur, Suroeste y Noroeste, además en la campaña de agosto 2024 se agregó un punto más denominado "Ciénaga Redonda", por lo tanto, en el estudio realizado en Cerro Ratones, se caracterizó la composición vegetal en cinco puntos de muestreo.

**Fotografía 5.5 Arbustal de Rica rica (*Aloysia desertícola*) en Cerro Ratones Norte.**



Fuente: POSCO Argentina SAU, 2025

**Fotografía 5.6 Arbustal de Añagua en Cerro Ratones Noroeste.**



Fuente: POSCO Argentina SAU, 2025

**Fotografía 5.7 Transecta en Cerro Ratones Suroeste.**



Fuente: POSCO Argentina SAU, 2025

**Fotografía 5.8 Vista panorámica del Cerro Ratones Sur.**



Fuente: POSCO Argentina SAU, 2025

En el punto de Cerro Ratones Norte, se observa la unidad de paisaje "Arbustal de Rica rica", en donde la especie dominante es *Aloysia desertícola*.

En los sitios Carro Grande Noroeste se distingue la unidad ambiental "Arbustal de Añagua", en donde la especie predominante es *Adesmia horrida*, lo que refleja una comunidad menos diversa, con una especie dominante clara en comparación a los otros tres puntos. Al igual que en el sector Suroeste se observa la predominancia de *Adesmia horrida* en comparación con las otras especies presentes en el sitio.

- **Borde de Salar Área Sensible**

El borde del Salar del Hombre Muerto, ubicado al pie del Cerro Ratones, exhibe características edáficas, geológicas y topográficas notables. Este límite geográfico se distingue por la presencia de suelos salinos con altas concentraciones de sales minerales, es una zona de transición entre el propio salar y la tierra firme circundante.

Este punto monitoreado se encuentra asociado a una vega de ambiente salino, donde la unidad de vegetación riparia se halla en el borde de salar, compuesto por un estrato bajo, donde predominan las plantas en cojín.

En el periodo analizado no se realizaron transectas en este sitio debido a que las especies de tipo cojín observadas en el sector no se pueden contabilizar. Por ello, se realizó un listado de las especies presentes, entre las que se pudieron identificar *Salicornia pulvinata* y *Distichlis humilis*, especies características de suelos salinos, que crecen comúnmente en los bordes de lagunas saladas temporarias del Altiplano.

Por otro lado, cabe mencionar que, durante la campaña realizada en agosto 2024, se llevó a cabo una modificación en la ubicación del punto de monitoreo de Borde de Salar, reubicándolo hacia el pie de Cerro Ratones, en el borde del salar nuevo. En este nuevo sitio, denominado Borde de Salar Área Sensible se identificó la unidad ambiental correspondiente a pastizal y estepa arbustiva.

**Fotografía 5.9 Vista general del sitio Borde de Salar.**



Fuente: POSCO Argentina SAU, 2025

**Fotografía 5.10 Vista general del sitio Borde de Salar Área Sensible.**



Fuente: POSCO Argentina SAU, 2025

- **Delta Laguna Catal**

La laguna Catal, ubicada en el sector Sur del salar se encuentra limitada al Norte por las laderas de Farallón Catal y hacia el Sur por planicies salinas. Es alimentada por un flujo de agua desde un canal ubicado hacia el Sudoeste proveniente del Río Los Patos.

El punto de monitoreo de este sitio se encuentra ubicado a 22.4 km del campamento y presenta una configuración ambiental única, caracterizada por ser una laguna de régimen permanente con agua salobre y de escasa profundidad.

La unidad de vegetación identificada en este sitio corresponde a arbustal de añagua, característico de suelos arenosos y compuesto por matas bajas. Las especies observadas en Delta Catal incluyen a *Adesmia horrida*, *Pappostipa frigida*, *Senecio viridis*, *Fabiana brioides*, y *Mahiuenopsis glomerata*.

**Fotografía 5.11 Arbustal de Añagua en Delta Laguna Catal.**



Fuente: POSCO Argentina SAU, 2025.

**Fotografía 5.12 Vista general de la transecta de monitoreo.**



Fuente: POSCO Argentina SAU, 2025

- **Delta Rio Los Patos**

El punto de monitoreo se encuentra en el tramo final del Delta del Río de los Patos, en dirección Norte hacia su desembocadura en el salar. Esta área cuya topografía es plana y poco estable, experimenta inundaciones estacionales a lo largo del año. Sin embargo, durante las campañas realizadas el sector mostró escasez de agua. En lugar de los brazos de agua característicos del delta de Río los Patos, el paisaje se presentaba con extensas áreas de suelo seco y agrietado. Se observaron costras de

sal formadas por la evaporación de cuerpos de agua anteriores, extendiéndose en patrones complejos sobre la tierra.

Este punto fue incorporado a partir de la campaña de febrero 2024. Sin embargo, a partir de la fecha mencionada no se ha registrado la presencia de especies vegetales en el sitio, lo que impide llevar a cabo una evaluación florística de este sector.

### **Fotografía 5.13 Vista panorámica del sitio de monitoreo Delta Rio Los Patos.**



Fuente: POSCO Argentina SAU.

- **Laguna verde**

La laguna Verde, situada en el sector Noreste del salar, exhibe litorales planos con pendientes moderadas que se vuelven más pronunciadas en dirección Norte y Oeste. Esta laguna recibe el aporte de agua a través de un brazo que proviene desde el Noroeste del Río Los Patos.

El sitio designado para el monitoreo se encuentra ubicado en una pequeña ladera con pendiente hacia el Este. Topográficamente, la ladera presenta una inclinación suave, lo que permite que el escurrimiento de agua, cuando ocurre, se dirija hacia sectores más bajos.

En este punto de monitoreo se identificó la unidad ambiental de Arbustal de San Pedro. Este entorno se caracteriza por ser un arbustal abierto, donde la dominancia es exclusiva de una especie, *Chuquiraga atacamensis*. El suelo predominante es arenoso y blando, con la presencia de abundantes rocas.

**Fotografía 5.14 Arbustal de San Pedro, sitio Laguna Verde.**



Fuente: POSCO Argentina SAU, 2025

**Fotografía 5.15 Ejemplar de *Chuquiraga atacamensis*.**



Fuente: POSCO Argentina SAU, 2025

- **Canteras**

En este sector, las coordenadas geográficas revelan un terreno desafiante a 3.982 m s.n.m. en donde el ambiente se encuentra caracterizado por la presencia de un abanico aluvial y una vegetación escasa de estepa baja.

El punto denominado Canteras se encuentra ubicado sobre una ladera de exposición Norte, al Oeste del Salar. La fisonomía vegetal se encuentra relacionada con formaciones arbustivas de baja cobertura vegetal, de escasa altura, aisladas o en manchones, la cual se desarrolla sobre un sustrato de tipo pedregoso (roca basalto). Se observa la presencia de suelo desnudo con vegetación muy dispersa, ocupado por rocas, arenas y gravas.

Entre las especies identificadas en este sector se destaca a *Chuquiraga atacamensis* y *Atriplex imbricata*. Cabe mencionar que, el monitoreo en este punto no pudo ser efectuado en las campañas de mayo y agosto 2024 debido a la inaccesibilidad del camino por presencia de médanos.

### **Fotografía 5.16 Vías de acceso al sitio de monitoreo cubierto de médanos.**



Fuente: POSCO Argentina SAU, 2025

### **Fotografía 5.17 Comunidad de San Pedro (*Chuquiraga atacamensis*) en Canteras.**



Fuente: POSCO Argentina SAU, 2025

- **Río Los Patos**

El río Los Patos, es un curso fluvial de régimen permanente, que fluye a través de un entorno altoandino caracterizado por vegas y humedales que contrastan con el paisaje árido circundante. Estas vegas albergan una vegetación especializada, incluyendo especies como *Distichlis humilis*, *Atriplex myriophylla*, *Salicornia pulvinata* y *Nitrophila australis*, adaptadas a suelos salinos y condiciones extremas. La vegetación de estas áreas es crucial para el ecosistema, proporcionando hábitats para diversas especies y sosteniendo las actividades tradicionales de las comunidades locales.

Dado que la vegetación presente en el área corresponde principalmente a formas de vida herbáceas y cespitosas, se aplicó la metodología de cuadrantes de 1 × 1 metro para el relevamiento florístico en el Río Los Patos, correspondiente a la unidad ambiental Vega Los Patos. Se registró una vegetación de tipo hidrófita y cespitosa, de las especies *Oxycloe andina* y *Triglochin scilloides*, ambas especies indicadoras de suelos saturados. También se destaca la presencia de *Halerpestes exilis* y *Cinnagrostis velutina* con coberturas representativas.

- **Planta Piloto**

La Planta Piloto abarca una superficie de llanura de suelo arenoso y pedregoso con vegetación escasa, donde los arbustos han logrado adaptarse a las condiciones áridas

y semiáridas, limitando su altura en su mayoría a menos de un metro. Además, se aprecian notables formaciones de suelo salino y se identifican áreas con saturación del suelo y presencia de costra salina en la superficie.

El punto de monitoreo se encuentra ubicado en el sector Oeste de las piletas de concentración. Los resultados de los monitoreos en la planta piloto revelan una composición vegetal de especies arbustivas como *Adesmia horrida*, *Pappostipa frígida*, *Festuca orthophylla*.

### **Fotografía 5.18 Estepa arbustiva con ejemplares de añagua en Planta Piloto.**



Fuente: POSCO Argentina SAU, 2025

- **Cono Carro Grande**

La topografía convencional, el área del cono de Carro Grande revela particularidades vinculadas a su proximidad con la Vega Carro Grande. La región está marcada por la presencia de sedimentos muy finos, especialmente evidentes en las laderas montañosas circundantes. Este fenómeno puede ser atribuido a la interacción única entre la topografía del cono y la influencia de la vegetación circundante

El tipo de vegetación característica es la estepa arbustiva baja aislada con un gran porcentaje de suelo desnudo.

### Fotografía 5.19 Arbustal de Añagua en transecta de Cono Carro Grande



Fuente: POSCO Argentina SAU, 2025

- **Ducto Carro Grande 1 y 2**

POSCO cuenta con un acueducto de 34.141,42 m de longitud, que conducirá agua dulce y fresca desde el campo de bombeo ubicado en el abanico aluvial del arroyo Carro Grande hacia la planta de proceso del Proyecto Sal de Oro para su abastecimiento

Dicha obra se ubica en el sector Noreste del Salar del Hombre Muerto, extendiéndose sobre la base occidental de Sierra de los Ratones. En los sectores se observa una estepa arbustiva abierta dominada por Rica Rica y Añagua. Cabe aclarar que, los sitios de monitoreo DUCCG1 Y DUCCG2 fueron incorporados desde mayo 2024.

### Fotografía 5.20 Arbustal de Rica- rica en DUCCG1.

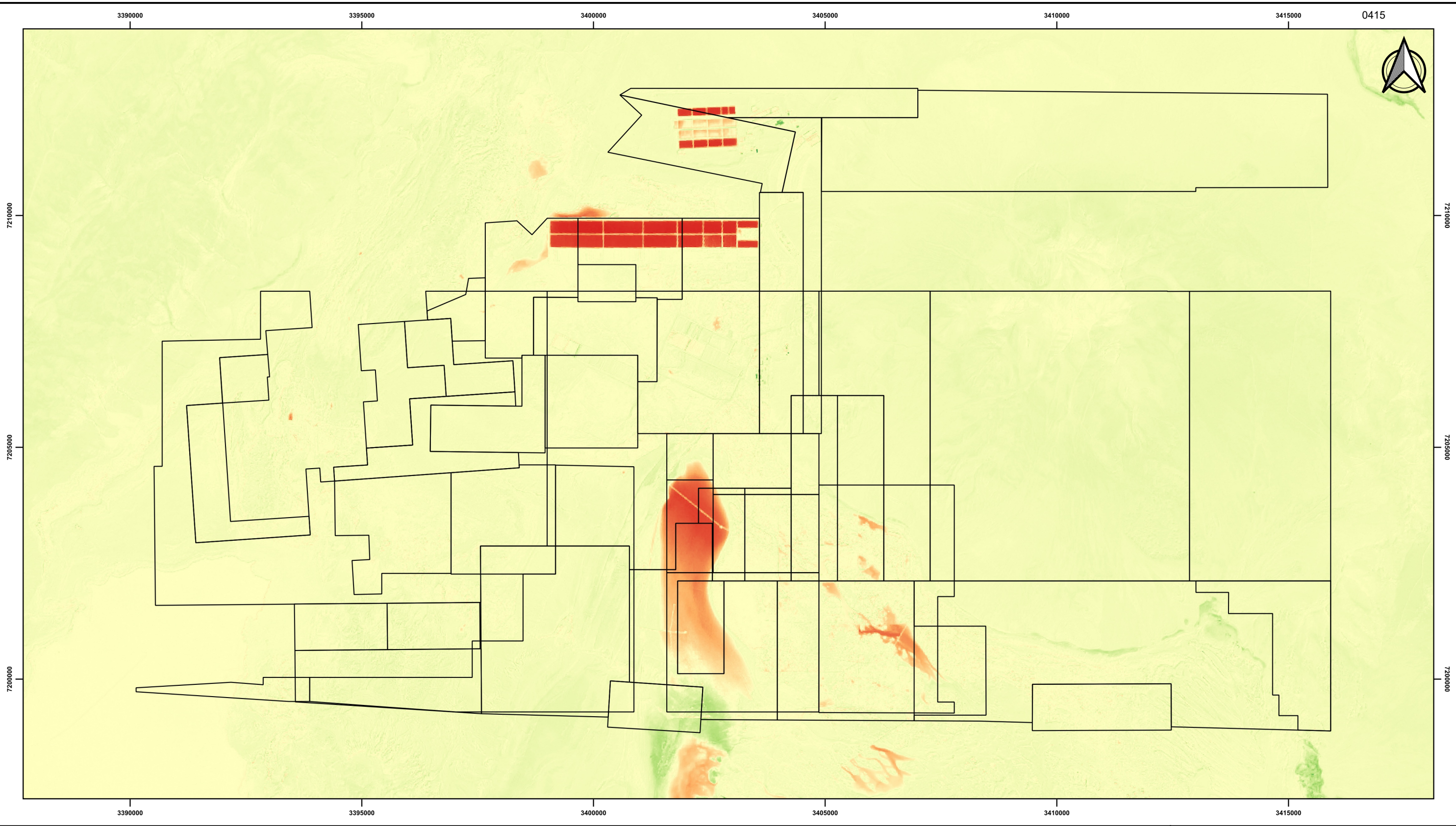


Fuente: Posco Argentina SAU, 2025.

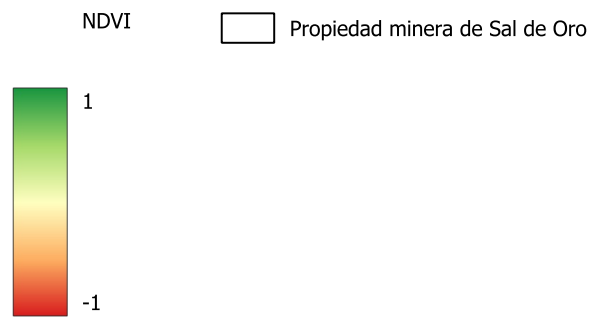
### Fotografía 5.21 Vista de sitio DUCCG2, vegetación arbustal.



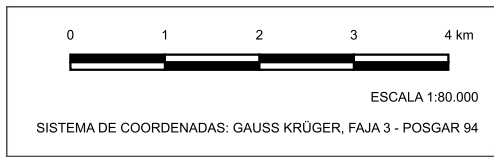
Fuente: Posco Argentina SAU, 2025.



**Leyenda**



Fuente: Sentinel 2 23/02/2025



Localización en los Departamentos Antofagasta de la Sierra-Losandes, Provincia Catamarca-Salta, República Argentina

**COBERTURA DE VEGETACION**  
**INFORME DE IMPACTO AMBIENTAL - ETAPA DE EXPLOTACION**  
**PROYECTO SAL DE ORO - CP2**  
**POSCO ARGENTINA**



	Fecha: 30/06/2025	
	Realizado: E. Mamani	
	Revisado: E. Silvestrini	
	Aprobado: E. Silvestrini	
Proyecto: 250505_071	Rev: 0	Mapa:

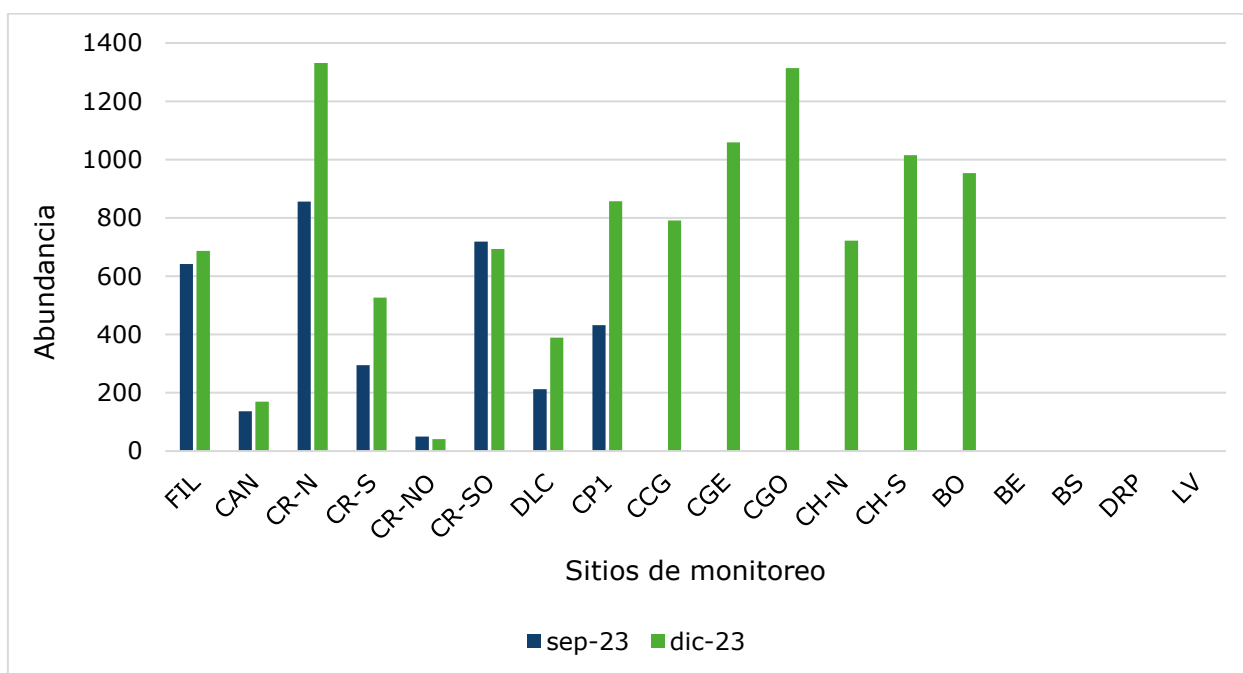
### 5.1.3.3. Monitoreos trimestrales periodo 2023

A continuación, se presentan los resultados de los monitoreos realizados en los meses de septiembre y diciembre 2023, tomados como valores de línea de base.

Un análisis general de las áreas de estudio revela que los sitios con mayor riqueza de especies, incluyendo también las especies de cobertura, son los sitios de Vega Bequeville alcanzando una riqueza de 10 especies diferentes, seguido de Arroyo Filomena con 9, y Vega Carro Grande con 8 especies diferentes.

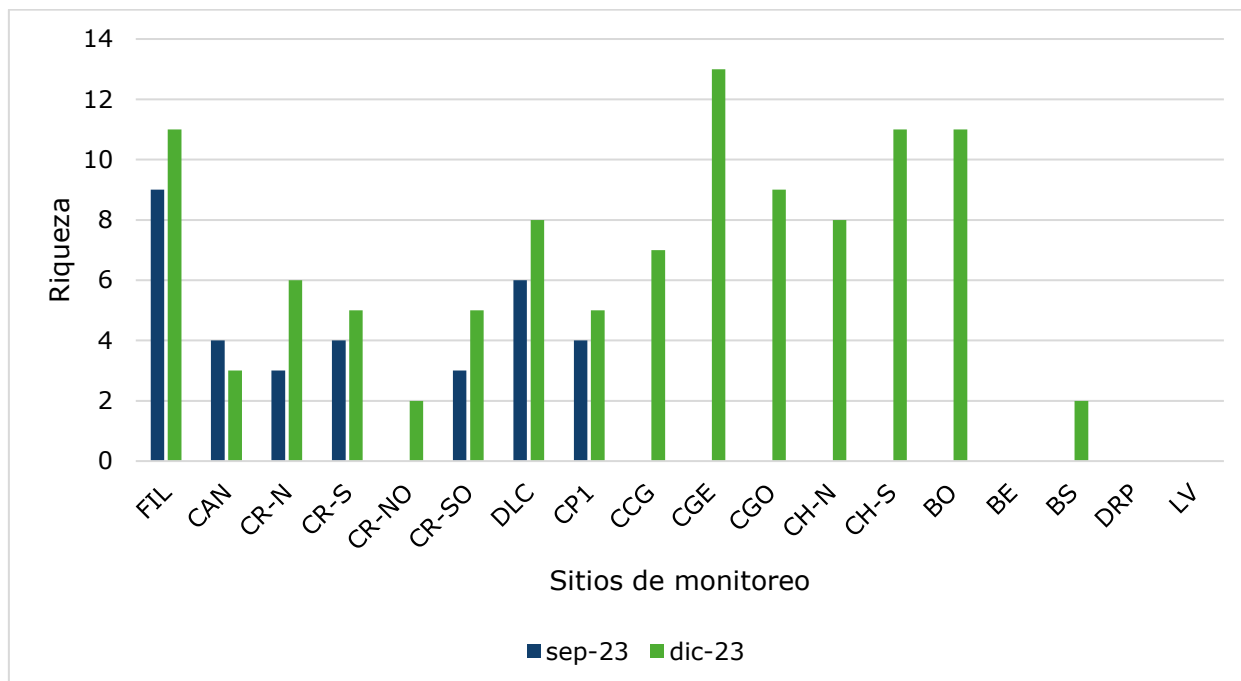
En los sitios correspondientes a Delta Rio los patos, Laguna Verde, Borde de Salar no se evaluaron índices de diversidad debido a la insuficiente presencia de especies de flora.

**Figura 5.4 Abundancia de especies identificadas en las campañas de septiembre y diciembre 2023.**



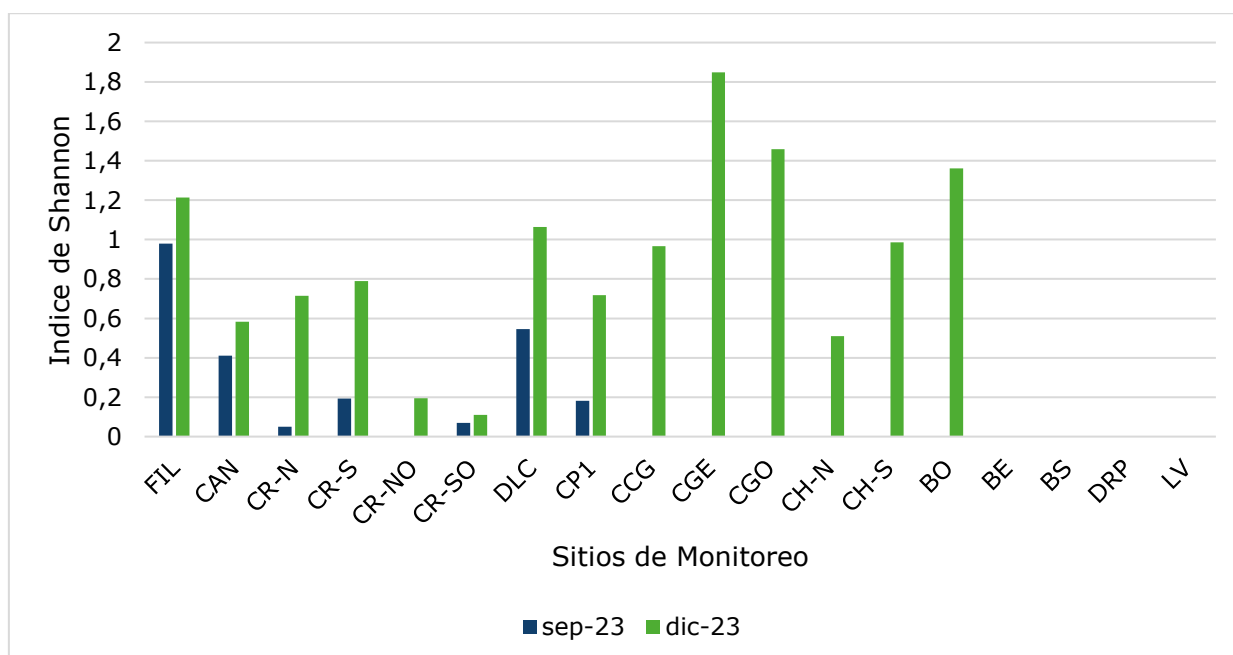
Fuente: GT, 2025.

**Figura 5.5 Riqueza de especies identificadas en las campañas de septiembre y diciembre 2023.**



Fuente: GT, 2025.

**Figura 5.6 Índices de diversidad, campañas de septiembre y diciembre 2023.**



Fuente: GT, 2025.

#### 5.1.3.4. Monitoreos trimestrales periodo 2024

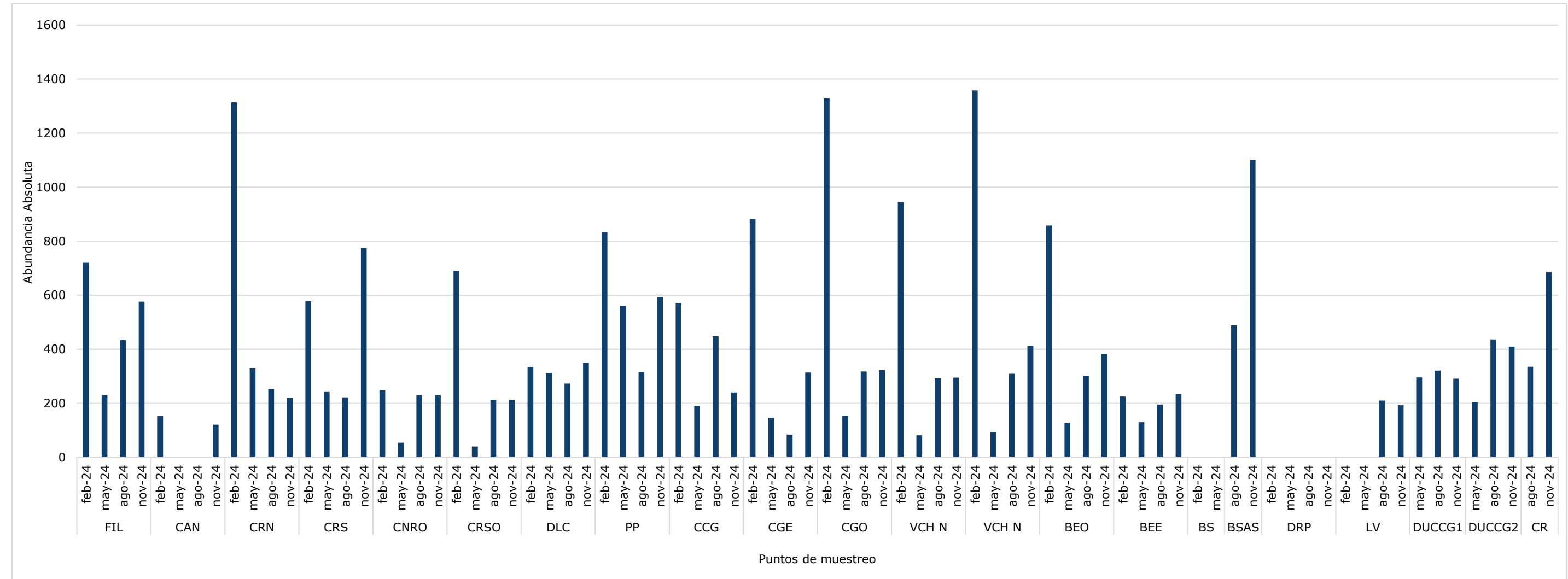
En la figura presentada a continuación se compara las abundancias de especies vegetales identificadas en los distintos puntos de muestreo entre las campañas de febrero y noviembre 2024. Se observan variaciones significativas en la abundancia en los distintos sitios y meses, lo cual puede estar relacionado con factores estacionales, condiciones climáticas, y particularidades locales de cada sitio de muestreo.

Se observan puntos de muestreo que muestran picos claros de abundancia en ciertos meses, como Carro Grande Oeste, Cerro Ratones Norte y Vega Chuculaqui Sur, que mostraron valores de abundancia similares en las campañas de febrero 2024, lo que sugiere que en esta área las especies vegetales tienen una mayor productividad o una mayor presencia de individuos en esos períodos, posiblemente coincidiendo con estaciones de crecimiento.

Por otro lado, algunos sitios como Arroyo Filomena, Canteras, Vega Chuculaqui Sur, Vega Bequerville Este y Oeste, Cerro Ratones Noroeste, Ciénaga Redonda, y Delta Catal muestran niveles de abundancia relativamente bajos y estables a lo largo del tiempo, lo que podría indicar comunidades vegetales más uniformes o condiciones menos propicias para el crecimiento vegetal, como suelos menos fértiles o menor disponibilidad hídrica.

Sin embargo, en general se observan mayores valores de abundancia durante los meses de diciembre y febrero, que suelen coincidir con las estaciones de primavera y verano, donde las condiciones climáticas son más favorables para el crecimiento vegetal. Mientras que, durante los meses de invierno, como mayo y agosto, tienden a mostrar menor abundancia en varios sitios, reflejando un ciclo estacional en la vegetación.

**Figura 5.7 Comparación de abundancias de especies de flora identificadas entre las campañas de febrero, mayo, agosto y noviembre 2024.**



Fuente: GT 2025, en base a información suministrada por Posco Argentina SAU.

\*Durante las campañas de mayo y agosto 2024 el sitio CAN no fue monitoreado por inaccesibilidad del camino.

\*Durante las campañas realizadas en el sitio DRP no se obtuvo registro de especies, por lo que la abundancia es igual a 0.

\*En los sitios BS y LV la abundancia fue 0 durante las campañas de febrero y mayo 2024.

\*Referencias: FIL=Arroyo Filomena; CAN=canteras; CRN= Cerro Ratones Norte; CRS=Cerro Ratones Sur; CRNO= Cerro Ratones Noroeste; CRSO= Cerro Ratones Suroeste; DLC= Delta Laguna Catal; PP= Planta Comercial 1; CCG= Cono Carro Grande; CGE= Carro Grande Este; CGO= Carro Grande Oeste; VCHN= Chuculaqui Norte; VCHS= Chuculaqui Sur; BEO= Bequeville Oeste; BEE= Bequeville Este; BS= Borde Salar; BSAS=Borde de Salar Area Sensible; DRP=Delta Rio Los Patos; LV=Laguna Verde; DUCCG1= Ducto Carro Grande 1; DUCCG2= Ducto Carro Grande 2; CR=Cienaga Redonda.

En cuanto a la riqueza de especies registradas en cada sitio de monitoreo durante las campañas realizadas se observa en el siguiente gráfico, que los sitios correspondientes a vegas, como Vega Chuculaqui, Vega Carro Grande y Vega Bequeville muestran una mayor riqueza, en comparación con los otros sitios, alcanzando valores superiores a 8 especies. Mientras que en los sitios restantes el valor registrado en el periodo analizado se mantuvo por debajo del mismo.

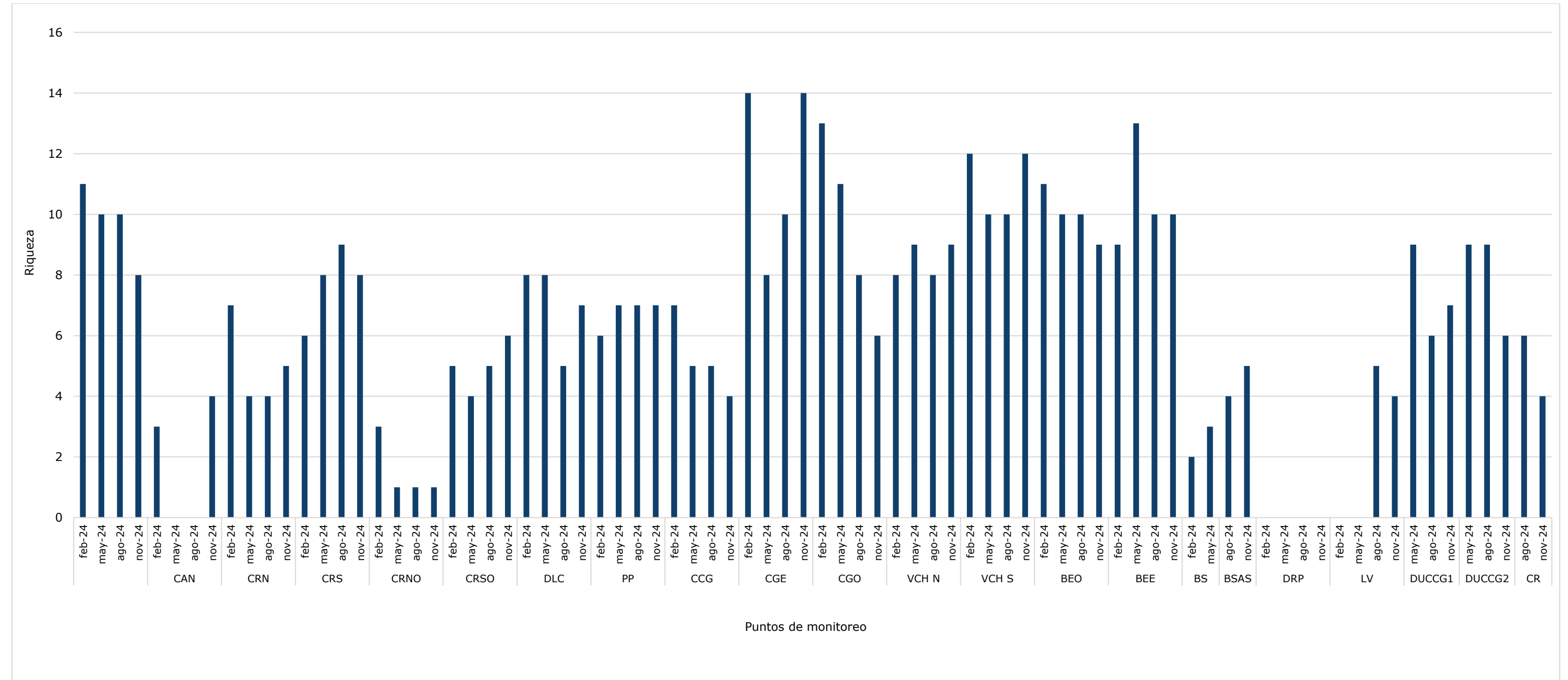
Otros sitios como el sitio Cerro Ratones Noroeste registro la presencia de una única especie durante las campañas realizadas, mientras que en Delta Rio Los Patos se observan valores de riqueza ya que no se registró la presencia de vegetación.

Por otro lado, al comparar los índices de Shannon calculados para cada uno de los sitios se observa que Carro Grande Este y Oeste corresponden a los sitios más diversos a pesar de su baja abundancia, lo que sugiere que se trata de comunidades diversas y equilibradas, con una distribución uniforme de los individuos que las conforman.

Las variaciones detectadas durante el periodo monitoreado permiten identificar cambios en la estructura y densidad de la vegetación a corto plazo, aportando insumos relevantes para el seguimiento ecológico, la evaluación de impactos y la planificación de medidas de conservación adaptativas en cada unidad ambiental.

Es importante tener en cuenta que los datos presentados correspondientes al periodo 2023 fueron considerados como datos de línea de base en relación a las campañas siguientes, ya que podrían no ser comparables debido a diferencias en los métodos de muestreo y los tamaños de transectas utilizados durante las campañas 2024. Las diferencias en los métodos de muestreo y los tamaños de transectas pueden influir significativamente en los datos recolectados. Por ejemplo, un cambio en el tamaño de las transectas podría afectar la cantidad de especies detectadas, mientras que diferentes métodos de muestreo podrían tener diferentes eficiencias para capturar la diversidad de especies presentes en el área.

**Figura 5.8 Comparación de riqueza de especies de flora identificadas entre las campañas de febrero, mayo, agosto y noviembre 2024.**



Fuente: GT 2025, en base a información suministrada por Posco Argentina SAU.

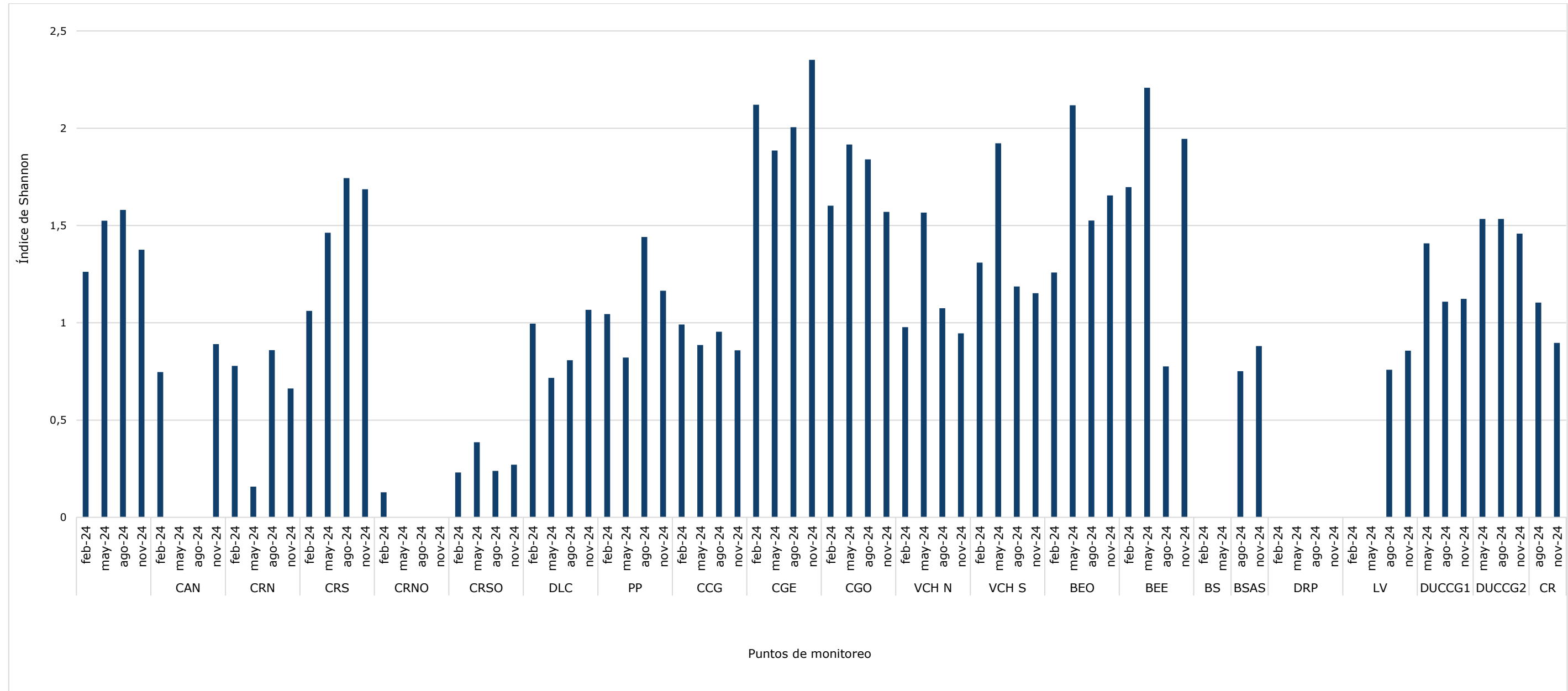
\*Durante las campañas de mayo y agosto 2024 el sitio CAN no fue monitoreado por inaccesibilidad del camino.

\*Durante las campañas realizadas en el sitio DRP no se obtuvo registro de especies, por lo que la riqueza es igual a 0.

\*En el sitio LV la riqueza fue 0 durante las campañas de febrero y mayo 2024.

\*Referencias: FIL=Arroyo Filomena; CAN=canteras; CRN= Cerro Ratones Norte; CRS=Cerro Ratones Sur; CRNO= Cerro Ratones Noroeste; CRSO= Cerro Ratones Suroeste; DLC= Delta Laguna Catal; PP= Planta Comercial 1; CCG= Cono Carro Grande; CGE= Carro Grande Este; CGO= Carro Grande Oeste; VCHN= Chuculaqui Norte; VCHS= Chuculaqui Sur; BEO= Bequeville Oeste; BEE= Bequeville Este; BS= Borde Salar; BSAS=Borde de Salar Area Sensible; DRP=Delta Rio Los Patos; LV=Laguna Verde; DUCCG1= Ducto Carro Grande 1; DUCCG2= Ducto Carro Grande 2; CR=Cienaga Redonda.

**Figura 5.9 Comparación del Índice de diversidad de Shannon entre las campañas de febrero, mayo, agosto y noviembre 2024.**



Fuente: GT 2025, en base a información suministrada por Posco Argentina SAU.

\*Durante las campañas de mayo y agosto 2024 el sitio CAN no fue monitoreado por inaccesibilidad del camino.

\*Referencias: FIL=Arroyo Filomena; CAN=canteras; CRN= Cerro Ratones Norte; CRS=Cerro Ratones Sur; CRNO= Cerro Ratones Noroeste; CRSO= Cerro Ratones Suroeste; DLC= Delta Laguna Catal; PP= Planta Comercial 1; CCG= Cono Carro Grande; CGE= Carro Grande Este; CGO= Carro Grande Oeste; VCHN= Chuculaqui Norte; VCHS= Chuculaqui Sur; BEO= Bequeville Oeste; BEE= Bequeville Este; BS= Borde Salar; BSAS=Borde de Salar Area Sensible; DRP=Delta Rio Los Patos; LV=Laguna Verde; DUCCG1= Ducto Carro Grande 1; DUCCG2= Ducto Carro Grande 2; CR=Cienaga Redonda.

Cliente: POSCO Argentina **SAU** SAU

Junio 2025

**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

#### **5.1.4. Conclusiones**

A lo largo de los monitoreos trimestrales realizados se registraron un total de 59 especies vegetales en las distintas unidades ambientales, pertenecientes a 25 familias botánicas distintas. La mayor cantidad de especies se agrupan dentro de las familias Asteráceae y Poaceae, ambas con un total de 10 especies.

En relación al estatus de distribución de los taxones hallados y de acuerdo con las fuentes consultadas, se registraron un total de 11 especies endémicas del cono sur, mientras que las restantes especies son consideradas nativas del área de estudio. Se observa un predominio de hierbas, seguidas por los arbustos. Esta composición sugiere que el ecosistema está dominado por vegetación de zonas abiertas, como pastizales con una estructura de crecimiento bajo y leñosa en menor proporción.

En cuanto al estado de conservación se concluye que 7 especies fueron evaluadas bajo los criterios de la UICN como especies de Preocupación Menor (LC). Además, según la Lista Roja de Plantas Endémicas de la Argentina (PlaneAr), la especie *Nitrophila australis* se encuentra incluida en la Categoría 5, y la especie *Mahiuenopsis glomerata* se encuentra clasificada en el Apéndice II de CITES, que incluye especies que no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse a fin de evitar una utilización incompatible con su supervivencia. Las demás especies registradas no se encuentran incluidas en ninguna categoría de conservación según las fuentes consultadas.

En relación a la abundancia se observan puntos de muestreo que muestran picos claros en ciertos meses, como Carro Grande Oeste, Cerro Ratones Norte y Vega Chuculaqui Sur, que mostraron valores de abundancia similares en las campañas de febrero 2024, lo que sugiere que en esta área las especies vegetales tienen una mayor productividad o una mayor presencia de individuos en esos períodos, posiblemente coincidiendo con estaciones de crecimiento.

Por otro lado, al comparar los índices de Shannon calculados para cada uno de los sitios se observa que Carro Grande Este y Oeste corresponden a los sitios más diversos a pesar de su baja abundancia, lo que sugiere que se trata de comunidades diversas y equilibradas, con una distribución uniforme de los individuos que las conforman.

GT Ingeniería S.A.

[info@gtarg.com](mailto:info@gtarg.com)

Las variaciones detectadas durante el periodo monitoreado permiten identificar cambios en la estructura y densidad de la vegetación a corto plazo, aportando insumos relevantes para el seguimiento ecológico, la evaluación de impactos y la planificación de medidas de conservación adaptativas en cada unidad ambiental.

## 5.2. Fauna

### 5.3. Mamíferos

La Puna argentina se caracteriza por su entorno de alta montaña, siendo una parte esencial del sector central del Sistema Andino. Esta región está ubicada en el Noroeste de Argentina y se extiende a lo largo de la frontera con Chile. Los paisajes de la Puna son notoriamente extremos, con altitudes que pueden superar los 4.000 m s.n.m. Los climas fríos y secos prevalecen aquí, y la falta de precipitaciones sustanciales presenta desafíos considerables para la vida silvestre.

Los ecosistemas de la Puna presentan una variedad de hábitats, desde pastizales de altura hasta lagunas de agua dulce y salada, y matorrales espinosos. Este entorno ha dado lugar a una comunidad de mamíferos adaptados a condiciones extremas que imperan en este paisaje. Muchos mamíferos de la Puna tienen pelajes densos que les proporcionan aislamiento contra las bajas temperaturas. El pelaje actúa como una barrera eficaz contra el frío extremo y ayuda a mantener el calor corporal.

Por otra parte, debido a las fluctuaciones extremas de temperatura en esta región, algunos mamíferos son principalmente nocturnos o crepusculares. Esto les permite evitar el calor del día y reducir la pérdida de agua a través de la transpiración. Otras especies tienen adaptaciones fisiológicas para conservar el calor corporal, como sistemas circulatorios eficientes que minimizan la pérdida de calor, así como la capacidad de regular la temperatura corporal. Además, algunos mamíferos han desarrollado la capacidad de acumular reservas de grasa en su cuerpo para utilizarlas como fuente de energía en momentos de escasez de alimento.

En este ecosistema de alta montaña, la gama de mamíferos es sorprendentemente variada, su diversidad abarca desde los más pequeños, como microroedores del género *Eligmodontia spp.*, hasta los más grandes como el puma (*Puma concolor*).

Para caracterizar la fauna local se emplearon los datos obtenidos en los monitoreos de los 23 sitios, los cuales representan diferentes ambientes tales como estepas, vegas, bordes de laguna, salar, entre otros. En la siguiente tabla se presentan los sitios y sus coordenadas geográficas.

Cliente: POSCO Argentina **SAU** SAU

Junio 2025

**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.****Tabla 5.5 Sitios de monitoreo de mamíferos**

Sitio	Coordenadas Geográficas		Coordenadas Sistema Gauss Kruger – Posgar 94 Faja 3	
	Latitud	Longitud	X	Y
Cono Carro Grande	24°58'26.07"S	66°58'29.10"O	3401575,05	7238448,3
Vega Carro Grande Oeste	24°59'19.46"S	66°56'22.21"O	3405145,71	7236830,44
Vega Carro Grande Este	24°59'21.36"S	66°56'22.54"O	3405136,86	7236771,91
Vega Bequeville Oeste	25° 5'26.59"S	66°59'59.13"O	3399145,24	7225489,09
Vega Bequeville Este	25° 5'34.56"S	66°59'59.68"O	3399131,64	7225243,71
Vega Chuculaqui Norte	25° 9'48.90"S	66°58'22.80"O	3401902,98	7217436,57
Vega Chuculaqui Sur	25° 9'52.90"S	66°58'25.30"O	3401833,85	7217312,97
Arroyo Filomena	25° 6'43.20"S	66°53'6.20"O	3410732,44	7223212,29
Cerro Ratones Norte	25°11'31.00"S	25°11'31.00"O	3413381,7	7214330,69
Cerro Ratones Noroeste	25°14'26.89"S	66°56'47.53"O	3404631,39	7208900,77
Cerro Ratones Suroeste	25°17'8.00"S	66°56'28.70"O	3405193,19	7203946,48
Cerro Ratones Sur	25°18'39.40"S	66°51'27.20"O	3413646,77	7201190,33
Borde de salar	25°18'53.0"S	66°52'56.2"O	3411159,95	7200755,64
Canteras	25°16'45.57"S	67° 0'47.17"O	3397956,21	7204584,06
Laguna Verde	25°19'26.30"S	66°59'10.0"O	3400711,48	7199657,95
Delta Rio Los Patos	25°20'25.25"S	66°55'12.25"O	3407373,86	7197891,13

GT Ingeniería S.A.

[info@gtarg.com](mailto:info@gtarg.com)

Sitio	Coordenadas Geográficas		Coordenadas Sistema Gauss Kruger – Posgar 94 Faja 3	
	Latitud	Longitud	X	Y
Delta Laguna Catal	25°22'31.72"S	66°59'8.53"O	3400794,63	7193952,02
Rio Los Patos	25°36'49.07"S	66°52'31.84"O	3412058,93	7167644,64
Planta CP1	25°12'55.80"S	66°58'29.40"O	3401759,79	7211683,59
Salar	25°22'18.26"S	66°53'5.12"O	3410952,2	7194437,32
Ducto Carro Grande 1	25° 1'9.24"S	66°59'58.52"O	3399103,82	7233408,78
Ducto Carro Grande 2	25° 7'39.36"S	67° 1'27.99"O	3396686,04	7221384,59
UP-FFL-CR	25° 18'18.2"S	66°51'12.8"O	3414045,43	7201845,3

3408721,8      7200839,08

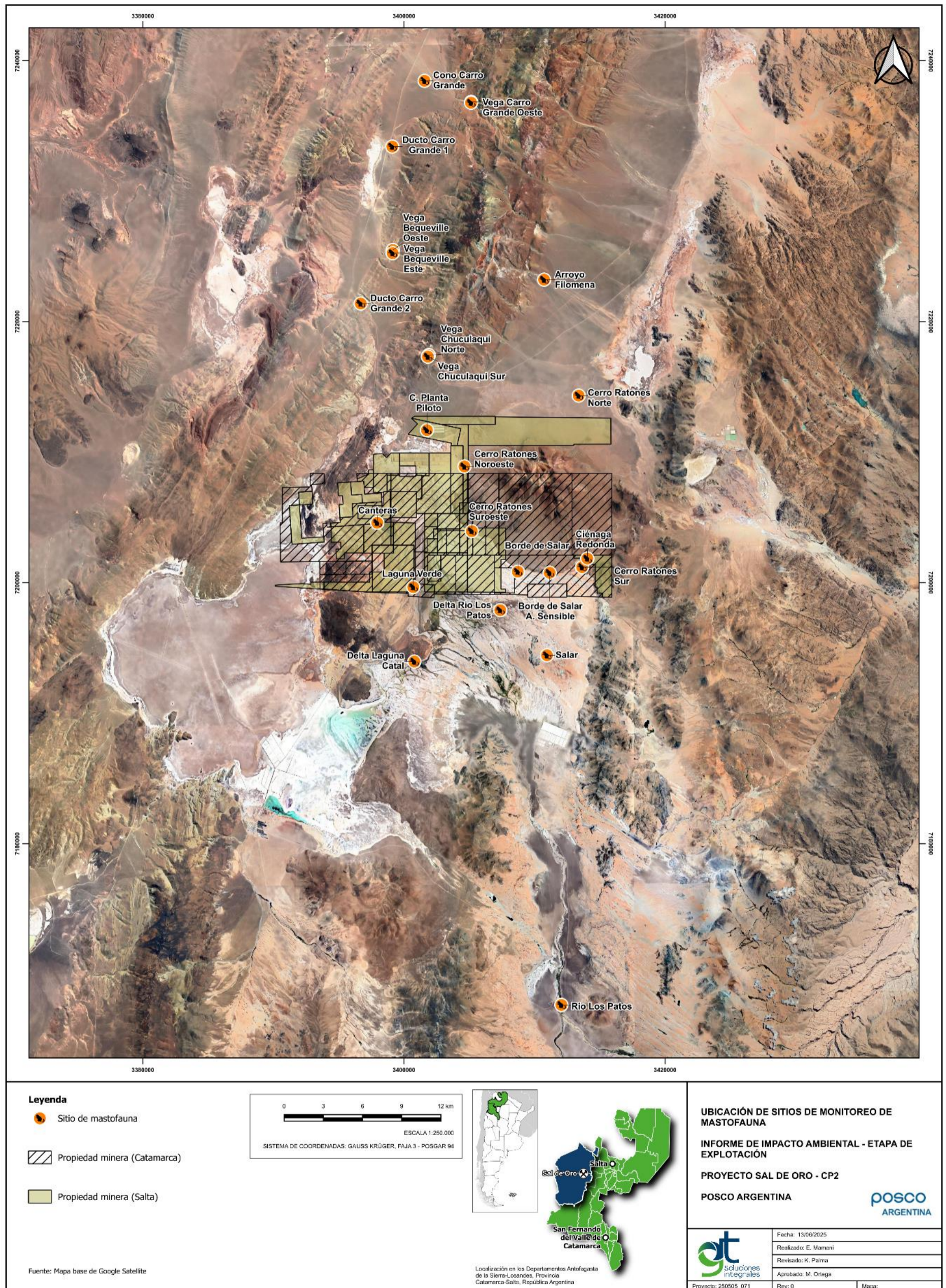
Fuente: POSCO Argentina, 2025.

Cliente: POSCO Argentina **SAU** SAU

Junio 2025

**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

**Mapa 5.3 Ubicación de puntos de monitoreo de mamíferos**



Cliente: POSCO Argentina **SAU** SAU

Junio 2025

**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

### **5.3.1. Metodología aplicada**

La metodología de monitoreo fue seleccionada según las características de cada sitio y las especies de mamíferos presentes, siguiendo todos los protocolos éticos y de seguridad para evitar daños a los animales y al personal involucrado en el muestreo.

A continuación, se describen las técnicas que se utilizaron para el registro y monitoreo de mamíferos:

- **Observación directa:** Esta técnica implicó la observación directa de los mamíferos en su hábitat natural. Se realizaron observaciones durante las primeras horas del día y la tarde utilizando binoculares y se registraron datos de especies y número de individuos. Además, se registraron las condiciones climáticas, el día y el horario de registro. Durante las observaciones se realizaron transectas de 300 a 500 metros, donde se registraron todas las señales y avistajes a 5 metros, hacia cada lado.
- **Cámaras trampa:** Las cámaras trampa son cámaras infrarrojas que se colocan en los caminos o áreas utilizadas por mamíferos. Estas cámaras tienen sensores que se activan cuando un animal pasa frente a ellas y toman una fotografía. Se colocaron 2 cámaras trampa, que permitieron obtener información sobre la presencia y comportamiento de los mamíferos en la zona.

**Fotografía 5.22. Instalación de cámara trampa.**



Fuente: POSCO Argentina, 2025

- **Rastreo – Observación indirecta:** El rastreo implicó buscar huellas, heces, nidos, madrigueras u otros signos de la presencia de mamíferos. Esta técnica fue especialmente útil para identificar especies nocturnas o difíciles de observar directamente.
- **Trampas Sherman:** Se seleccionaron lugares donde se observó la presencia del mamífero que se desea capturar, por ejemplo, donde se encontraron huellas, rastros o excrementos. La trampa se preparó colocando el cebo (mantequilla de maní junto con algodón para mantener el calor corporal del animal que queda atrapado) en el interior y en algunos casos donde el ambiente fue muy abierto, se colocó vegetación por encima (pastos secos) para evitar que las trampas queden muy expuestas. Esto fue particularmente útil para capturar micromamíferos. Las trampas fueron revisadas al otro día de ser colocadas para minimizar el estrés de los animales capturados y garantizar su liberación luego de su registro. En este monitoreo, considerando la estación fría, se colocaron entre dos y 8 trampas Sherman en algunos sitios, lo que dependió de las condiciones climáticas, el tipo de vegetación, la presencia de agua y el registro de actividad de micromamíferos.

Para determinar la categoría de amenaza de cada especie, se consultaron las clasificaciones de la Lista Roja de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) y de la SAREM (Sociedad Argentina para el Estudio de los Mamíferos). Asimismo, se consideraron las recomendaciones de la Categorización de Mamíferos de la Argentina de la SAREM y del SIB (Sistema de Información de Biodiversidad) para establecer la clasificación taxonómica de las especies.

### **5.3.2. Resultados obtenidos**

A continuación, se presentan el resultado compilado de todos los monitoreos realizados entre el año 2023 y 2024.

Los monitoreos permitieron identificar variaciones en la presencia de especies antes y después del inicio de la construcción. Algunas especies solo fueron registradas durante el monitoreo de invierno 2023, como *Leopardus colocolo* y *Cavia aperea*, mientras que otras comenzaron a registrarse en etapas posteriores, lo que puede

deberse a factores como la estacionalidad, cambios en el ambiente o diferencias en la detectabilidad.

Se destacan algunas especies que se mantuvieron presentes en todos los monitoreos, tanto a partir de observación directa como indirecta lo que podría indicar una mayor adaptabilidad a las condiciones del sitio. También se observó la presencia tanto de fauna silvestre como de especies domésticas o exóticas (como *Equus africanus asinus*, *Capra aegagrus hircus*, *Ovis orientalis aries* y *Canis lupus familiaris*) reflejando un entorno con cierto grado de intervención antrópica.

Estos resultados muestran la importancia del seguimiento continuo para detectar posibles cambios en la composición y dinámica de la fauna local a lo largo del tiempo.

Cliente: POSCO Argentina **SAU** SAU

Junio 2025

**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**
**Tabla 5.6 Registro consolidado de mamíferos período 2023 – 2024**

Especie	Línea de Base		Monitoreos Post - Inicio Construcción			
	Invierno 2023	Primavera 2023	Primavera 2024	Otoño 2024	Invierno 2024	Primavera 2024
<i>Cavia aperea</i>	X					
<i>Ctenomys sp.</i>	X					
<i>Ctenomys opinus</i>			X	X	X	X
<i>Eligmodontia sp.</i>	X					
<i>Equus africanus asinus</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Felino no identificado</i>	X			X		
<i>Leopardus colocolo</i>	X					
<i>Lycalopex culpaeus</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Puma concolor</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Vicugna vicugna</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Abrothrix andina</i>		X	X	X	X	
<i>Akodon albiventer</i>			X	X	X	
<i>Lagidium viscacia</i>		X				
<i>Capra aegagrus hircus</i>		X				
<i>Ovis orientalis aries</i>		X				
<i>Canis lupus familiaris</i>		X				

Fuente: GT, 2025

GT Ingeniería S.A.

[info@gtarg.com](mailto:info@gtarg.com)

Cliente: POSCO Argentina **SAU** SAU

Junio 2025

**iError! No se encuentra el origen de la referencia.**

### 5.3.3. Resultados por Campaña de monitoreo

#### 5.3.3.1. Monitoreo 2023 – Línea de base

Durante el monitoreo realizado en invierno del año 2023, se registraron un total de 9 especies de animales, obteniendo una abundancia total de 81 individuos observados. Como puede observarse, la especie que mayor presencia tuvo durante este monitoreo fue *Cavia aperea* con una abundancia relativa de 25,93% (21 individuos), seguido de una especie del género *Ctenomys* con 19,75% de abundancia relativa (16 individuos). En base a estos resultados, se calculó del índice de Shannon el cual dio un valor de 1,738802588, lo que indica una diversidad moderada en ese conjunto específico.

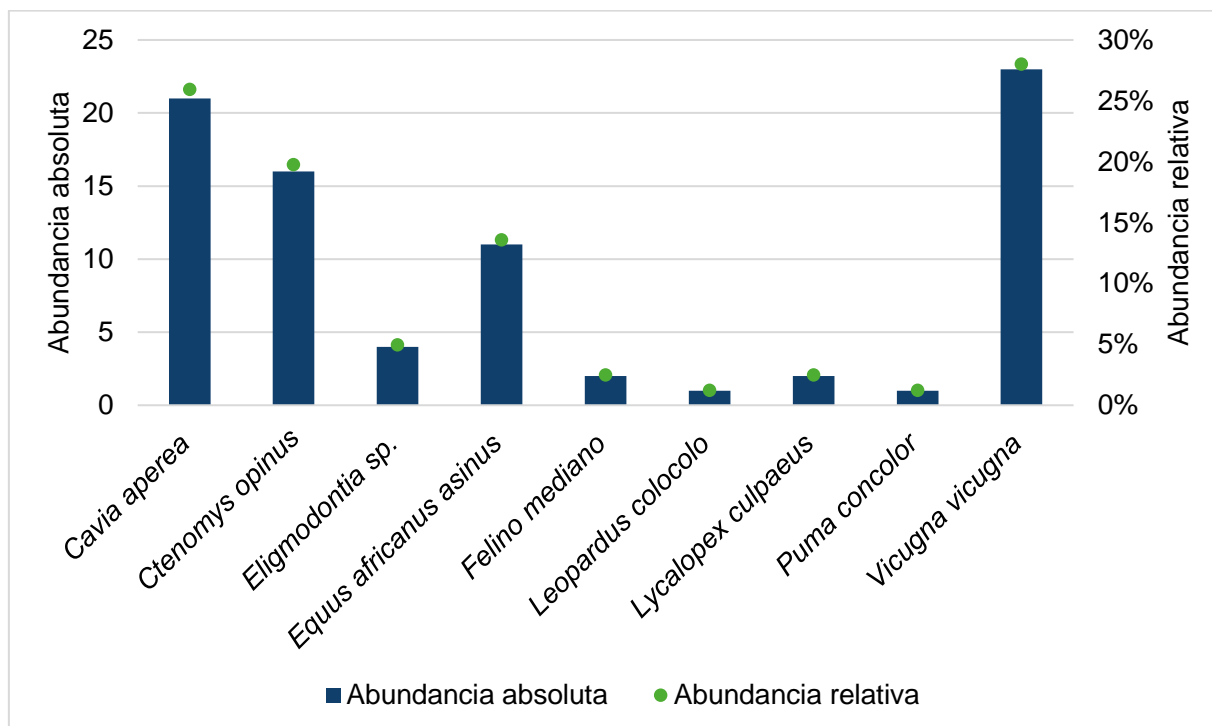
**Tabla 5.7. Abundancia de especies de mamíferos registradas – invierno 2023**

<b>Especie</b>	<b>Abundancia absoluta</b>	<b>Abundancia relativa</b>
<i>Cavia aperea</i>	21	25,93%
<i>Ctenomys sp.</i>	16	19,75%
<i>Eligmodontia sp.</i>	4	4,94%
<i>Equus africanus asinus</i>	11	13,58%
<i>Felino mediano*</i>	2	2,47%
<i>Leopardus colocolo</i>	1	1,23%
<i>Lycalopex culpaeus</i>	2	2,47%
<i>Puma concolor</i>	1	1,23%
<i>Vicugna vicugna</i>	23	28%
<b>Total</b>	<b>81</b>	<b>100%</b>

Fuente: GT, 2025.

Referencia: \*felino mediano" se refiere a una especie de la familia felidae que no pudo ser identificada.

**Figura 5.1 Abundancia de especies de mamíferos – invierno 2023**



Fuente: GT, en base a información proporcionada por Posco Argentina

En la siguiente tabla se identifica cada especie registrada según su estado de conservación. Se puede observar que, según la UICN, casi todas las especies registradas fueron incluidas en la categoría de Preocupación menor (LC) a excepción de *Leopardus colocolo*, que se encuentra en la categoría de No amenazado (NT).

**Tabla 5.8. Listado de especies identificadas en invierno 2023 y sus estados de conservación**

Especie	Origen	Estado de conservación (UICN)
<i>Cavia aperea</i>	Nativo	LC (Preocupación menor)
<i>Ctenomys opinus</i>	Nativo	LC (Preocupación menor)
<i>Eligmodontia sp.</i>	Nativo	No determinado
<i>Equus africanus asinus</i>	Exótico	No determinado
<i>Leopardus colocolo</i>	Nativo	NT (No amenazado)
<i>Lycalopex culpaeus</i>	Nativo	LC (Preocupación menor)
<i>Puma concolor</i>	Nativo	LC (Preocupación menor)
<i>Vicugna vicugna</i>	Nativo	LC (Preocupación menor)

Fuente: GT, 2025

El *Leopardus colocolo* es un felino de tamaño pequeño a mediano con un pelaje moteado en tonos de gris y marrón. Su apariencia se asemeja a un leopardo en miniatura. Son cazadores sigilosos y se alimentan de una variedad de presas, incluyendo roedores y aves. Su camuflaje y agilidad les permiten cazar en la Puna.

Para el monitoreo realizado en primavera del año 2023, Se registraron 10 especies de mamíferos (grandes, medianos y pequeños) en toda el área de estudio correspondiente al Proyecto. A continuación, se presenta el listado de especies registradas junto a su estado de conservación. En referencia al origen de las especies, se identificaron 6 especies nativas y 4 especies exóticas (*Equus africanus asinus*, *Capra aegagrus hircus*, *Ovis orientalis aries* y *Canis lupus familiaris*). En cuanto al estado de conservación se concluye que 6 especies fueron evaluadas bajo los criterios de la UICN como especies de Preocupación Menor (LC), mientras que en las especies exóticas no fue determinado. La riqueza de especies obtenida tanto de forma directa como indirecta es de 10 individuos.

**Tabla 5.9. Listado de especies identificadas en primavera 2023, su origen y estado de conservación**

Especie	Origen	Estado de conservación (UICN)
<i>Equus africanus asinus</i>	Exótico	No determinado
<i>Lycalopex culpaeus</i>	Nativo	LC (Preocupación Menor)
<i>Vicugna vicugna</i>	Nativo	LC (Preocupación Menor)
<i>Ctenomys opinus</i>	Nativo	LC (Preocupación Menor)
<i>Puma concolor</i>	Nativo	LC (Preocupación Menor)
<i>Abrothrix andina</i>	Nativo	LC (Preocupación Menor)
<i>Lagidium viscacia</i>	Nativo	LC (Preocupación Menor)
<i>Capra aegagrus hircus</i>	Exótico	No determinado
<i>Ovis orientalis aries</i>	Exótico	No determinado
<i>Canis lupus familiaris</i>	Exótico	No determinado

Fuente: GT, 2025 en base a información proporcionada por Posco Argentina

**Fotografía 5.23 Ejemplar de *Abrothrix andina* y Fotografía 5.24 Ejemplar de *Lagidium viscacia***



Fuente: POSCO Argentina, 2025

En el monitoreo llevado a cabo en el Proyecto, el estudio revela una diversidad de mamíferos típicos de la Puna, abarcando desde micromamíferos hasta grandes especies como puma. La presencia de especies adaptadas a las condiciones extremas destaca la importancia de preservar estas comunidades para mantener la integridad del ecosistema.

La presencia de especies exóticas y signos de actividades de caza indican un impacto directo de la actividad humana en la zona. La gestión cuidadosa de las especies invasoras y la minimización de la interferencia humana son fundamentales para preservar la ecología natural de la región.

#### 5.3.3.2. Verano 2024

En este monitoreo, por cuestiones de logísticas, no se utilizaron cámaras trampa, pero si se desarrollaron el resto de las metodologías enunciadas.

Las especies registradas durante dicho monitoreo se presentan a continuación, junto a sus estados de conservación. La riqueza registrada mediante observaciones directas e indirectas es igual a 7.

**Tabla 5.10. Especies registradas en verano del año 2024**

Especie	Origen	Estado de conservación (UICN)
<i>Equus africanus asinus</i>	Exótico	No determinado
<i>Lycalopex culpaeus</i>	Nativo	LC (Preocupación Menor)
<i>Vicugna vicugna</i>	Nativo	LC (Preocupación Menor)

Especie	Origen	Estado de conservación (UICN)
<i>Ctenomys opimus</i>	Nativo	LC (Preocupación Menor)
<i>Puma concolor</i>	Nativo	LC (Preocupación Menor)
<i>Abrothrix andina</i>	Nativo	LC (Preocupación Menor)
<i>Akodon albiventer</i>	Nativo	LC (Preocupación Menor)

Fuente: GT, 2025 en base a información proporcionada por Posco Argentina

**Fotografía 5.25. Ejemplar de *Ctenomys opimus* (tucu tucu) y Fotografía 5.26. Ejemplar de *Lycalopex culpaeus* (zorro colorado)**



Fuente: POSCO Argentina, 2024

Aunque la abundancia general de especies fue relativamente baja, la presencia de especies como la vicuña (*Vicugna vicugna*), el puma (*Puma concolor*) y el ratón andino (*Abrothrix andina*) subraya la importancia de este ecosistema como hábitat para especies emblemáticas y de gran importancia para el ambiente. La abundancia de la vicuña, en particular, señala su relevancia en el equilibrio ecológico de la región y sugiere la necesidad de implementar estrategias de conservación específicas para su protección.

### 5.3.3.3. Otoño 2024

Se registraron 84 ejemplares de 8 especies, de las cuales, la con mayor representatividad es la vicuña (*Vicugna vicugna*) en toda el área de estudio correspondiente al Proyecto; al igual que sucede con los burros (*Equus africanus asinus*) y la población de tucu tucos (*Ctenomys opimus*). Se realizó una estimación en base al registro de observación directa e indirecta teniendo en cuenta todos los sitios muestreados. Las especies encontradas contaron con pocos individuos en los

diferentes sitios en los que se obtuvieron resultados, en algunos casos no se pudo registrar individuo alguno y en un caso no se pudo llegar al sitio de muestreo.

**Tabla 5.11. Especies registradas en otoño del año 2024**

<b>Especie</b>	<b>N° de individuos</b>	<b>Estado de conservación</b>
<i>Equus africanus asinus</i>	9	NA (No amenazado)
<i>Lycalopex culpaeus</i>	2	LC (Preocupación Menor)
<i>Vicugna vicugna</i>	39	LC (Preocupación Menor)
<i>Abrothrix andina</i>	10	LC (Preocupación Menor)
<i>Akodon albiventer</i>	2	LC (Preocupación Menor)
<i>Ctenomys opimus</i>	16	LC (Preocupación Menor)
<i>Puma concolor</i>	5	LC (Preocupación Menor)
Felino pequeño no identificado	1	-

Fuente: GT, 2025 en base a información proporcionada por Posco Argentina

Este monitoreo, presentó una riqueza de ocho especies, la abundancia general fue relativamente baja, a pesar que el registro de ciertas especies como la vicuña (*Vicugna vicugna*), el tuco- tuco (*Ctenomys opimus*) y el ratón andino (*Abrothrix andina*), fueron de las más abundantes (en el caso de tropas de burros y vicuñas quizás se deberá tener en cuenta los grupos vistos en proximidades de la transecta); la alta ocurrencia de apariciones de estas especies en los muestreos subraya la importancia de las mismas en el ecosistema.

La abundancia de la vicuña, en particular, señala su relevancia en el equilibrio ecológico de la región y sugiere la necesidad de implementar estrategias de conservación específicas para su protección. La detección de especies de depredadores tope, como el puma, (dentro de su dieta está incluida la vicuña) indica que el ecosistema se encuentra en buenas condiciones.

#### 5.3.3.4. Invierno 2024

Durante la campaña de monitoreo correspondiente al invierno de 2024, se registraron un total de 48 individuos pertenecientes a 7 especies de mamíferos. De estas, seis especies fueron identificadas mediante observación directa, mientras que en una de

ellas —el burro (*Equus africanus asinus*)— solo se pudo constatar su presencia a través de indicios indirectos, sin poder determinar el número exacto de ejemplares.

La especie con mayor representatividad durante esta estación fue nuevamente la vicuña (*Vicugna vicugna*), observada en todo el ámbito del área de estudio del Proyecto. Le sigue en frecuencia de registros el zorro colorado (*Lycalopex culpaeus*). La riqueza total registrada en esta campaña fue de 7 especies.

**Tabla 5.12. Especies registradas en invierno del año 2024**

Especie	N° de individuos	Estado de conservación (UICN)
Lycalopex culpaeus	8	LC (Preocupación Menor)
Vicugna vicugna	34	LC (Preocupación Menor)
Abrothrix andina	3	LC (Preocupación Menor)
Akodon albiventer	1	LC (Preocupación Menor)
Ctenomys opimus	1	LC (Preocupación Menor)
Puma concolor	2	LC (Preocupación Menor)
Equus africanus asinus	varios	NA (No amenazado)

Fuente: GT, 2025 en base a información proporcionada por POSCO Argentina

#### 5.3.3.5. Primavera 2024

Durante la campaña de monitoreo correspondiente a la primavera de 2024, se registró una abundancia total de 23 individuos, distribuidos en 5 especies de mamíferos. Tres de estas especies fueron detectadas mediante observación directa, mientras que en dos casos —el burro (*Equus africanus asinus*) y el tuco-tuco (*Ctenomys opimus*)— solo fue posible confirmar su presencia a través de evidencias indirectas, sin poder estimar el número exacto de ejemplares.

Al igual que en campañas anteriores, la vicuña (*Vicugna vicugna*) fue la especie con mayor representatividad, presente en toda el área de estudio del Proyecto. Le siguió en frecuencia de registros el zorro colorado (*Lycalopex culpaeus*).

**Tabla 5.13. Especies registradas en primavera del año 2024**

<b>Especie</b>	<b>N° de individuos</b>	<b>Estado de conservación (UICN)</b>
<i>Lycalopex culpaeus</i>	5	LC (Preocupación Menor)
<i>Vicugna vicugna</i>	16	LC (Preocupación Menor)
<i>Puma concolor</i>	2	LC (Preocupación Menor)
<i>Ctenomys opimus</i>	varios	LC (Preocupación Menor)
<i>Equus africanus asinus</i>	varios	NA (No amenazado)

Fuente: GT, 2025 en base a información proporcionada por Posco Argentina

### 5.3.4. Conclusiones

Si bien la línea de base realizada en 2023 evidenció una diversidad moderada y la presencia de especies de alto valor para la conservación —como el gato andino (*Leopardus colocolo*)—, los monitoreos desarrollados durante el periodo 2024 han confirmado la continuidad en la presencia de especies emblemáticas del ecosistema puneño, como la vicuña (*Vicugna vicugna*) y el puma (*Puma concolor*). La persistencia de estas especies a lo largo de las diferentes campañas constituye un indicador positivo de la funcionalidad ecológica del sistema. En particular, la vicuña se destaca por su presencia constante en todos los monitoreos posteriores a la línea de base, consolidándose como especie clave en la caracterización faunística del área.

No obstante, también se ha observado de forma reiterada la presencia de especies exóticas (como el burro) y domésticas (cabras y ovejas), así como evidencias de actividad humana. En especial, el monitoreo de primavera 2023 registró una abundancia significativa de ganado y animales domésticos, lo que pone de manifiesto una interacción continua entre las actividades humanas y la fauna silvestre dentro del área de influencia del Proyecto.

En síntesis, aunque el ecosistema mantiene condiciones que permiten la persistencia de especies representativas de la Puna, la gestión de los factores de interferencia antrópica (particularmente la presencia de especies invasoras y animales domésticos) representa un desafío clave para la conservación de la integridad ecológica del entorno. La alta frecuencia de registros de vicuñas y la presencia del puma sugieren que, pese a las presiones actuales, el sistema aún conserva componentes fundamentales de su estructura y funcionamiento ecológico.

#### **5.4. Aves**

En el presente apartado se presenta un copilado de los resultados obtenidos en los monitoreos efectuados desde el año 2023, el cual se toma como línea de base, hasta el año 2024 correspondiente a la etapa de construcción.

El monitoreo se realizó en 24 sitios, los cuales representan diferentes ambientes tales como estepas, vegas, bordes de laguna, salar, entre otros. En la siguiente tabla se presentan los sitios monitoreados y sus coordenadas geográficas.

Cliente: POSCO Argentina **SAU** SAU

Junio 2025

**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.****Tabla 5.14 Sitios de monitoreo de aves**

Sitio	Coordenadas Geográficas		Coordenadas Sistema Gauss Kruger – Posgar 94 Faja 3	
	Punto inicio (Pi)	Punto final (Pf)	Punto inicio (Pi)	Punto final (Pf)
Arroyo Filomena	25°06'51"S - 66°52'52"O	25°06'48"S - 66°53'01"O	3411131,87 - 7222974,86	3410879,1 - 7223065,53
Cerro Ratones Norte	25°11'30"S - 66°51'28"O	25°11'25"S - 66°51'36"O	3413540 - 7214404,32	3413315,01 - 7214556,76
Vega Carro Grande Este	24°59'16"S - 66°56'47"O	24°59'19"S - 66°56'39"O	3404449,69 - 7236932,08	3404674,71 - 7236841,33
Vega Carro Grande Oeste	24°59'14"S - 66°56'36"O	24°59'13"S - 66°56'42"O	3404757,78 - 7236995,78	3404589,28 - 7237025,38
Cono Carro Grande	24°58'19"S - 66°58'38"O	24°58'24"S - 66°58'30"O	3401323,84 - 7238664,07	3401549,35 - 7238511,82
Vega Bequeville oeste	25°05'29"S - 67°00'02"O	25°05'27"S - 66°59'59"O	3399118,34 - 7233416,27	3399258,54 - 7233417,3
Laguna Catal	25°22'27"S; 66°59'12"W	25°22'35"S - 66°59'08"O	3399065,36 - 7225414,33	3399148,97 - 7225476,5
Vega Chuculaqui Norte	25°09'48"S - 66°58'19"O	25°09'43"S - 66°58'14"O	3399094,29 - 7225291,44	3399290,69 - 7225262,12
Río Los Patos	25°37'52"S; 66°51'41"O	25°38'00"S - 66°51'36"O	3400696,55 - 7194096,56	3400810,2 - 7193851,19
Salar	25°22'17"S - 66°53'07"O	25°22'17"S - 66°53'05"O	3401230,67 - 7197516,66	3401204,28 - 7197301,03
Cerro Ratones Sur	25°18'38"S - 66°51'25"O	25°18'31"S - 66°51'19"O	3396657,66 - 7221395,45	3396627,77 - 7221641,43
Cerros Ratones Suroeste	25°17'07"S - 66°56'25"O	25°17'02"S - 66°56'30"O	3402009,21 - 7217465,03	3402148,13 - 7217619,91
Cerros Ratones Noroeste	25°14'28"S - 66°56'50"O	25°14'33"S - 66°56'45"O	3413490,1 - 7165717,26	3413631,19 - 7165471,97
Planta Piloto	25°12'57"S - 66°58'28"O	25°12'57"S - 66°58'36"O	3410899,38 - 7194475,75	3410955,3 - 7194476,12
Canteras	25°16'51"S - 67°00'36"O	25°16'57"S - 67°00'34"O	3413708,04 - 7201233,8	3413874,5 - 7201450,29
Delta Río Los Patos	25°20'13"S - 66°55'14"O	25°20'10"S - 66°55'21"O	3408645,57 - 7201108,15	3408841,79 - 7201047,93
Ciénaga Redonda	25°18'18"S - 66°51'15"O	25°18'14"S - 66°51'08"O	3405296,5 - 7203977,98	3405155,52 - 7204130,87
Laguna Verde Tierra	25°19'26"S - 66°59'10"O	25°19'19"S - 66°59'09"O	3404562,5 - 7208866,13	3404703,53 - 7208713,24

Fuente: Elaboración propia en base a información suministrada por POSCO Argentina.

GT Ingeniería S.A.

[info@gtarg.com](mailto:info@gtarg.com)

Ciente: POSCO Argentina **SAU** SAU

Junio 2025

**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

**Mapa 5.4 Ubicación de transectas de avifauna**



<p><b>Leyenda</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Sitio de avifauna</li> <li> Propiedad minera (Catamarca)</li> <li> Propiedad minera (Salta)</li> </ul> <p>Fuente: Mapa base de Google Satellite</p>	<p>ESCALA 1:250.000</p> <p>SISTEMA DE COORDENADAS: GAUSS KRÖGER, FAJA 3 - POSGAR 94</p>	<p>Localización en los Departamentos Antofagasta de la Sierra-Los Andes, Provincia Catamarca-Salta, República Argentina</p>	<p><b>UBICACIÓN DE SITIOS DE MONITOREO DE AVIFAUNA</b></p> <p><b>INFORME DE IMPACTO AMBIENTAL - ETAPA DE EXPLOTACIÓN</b></p> <p><b>PROYECTO SAL DE ORO - CP2</b></p> <p><b>POSCO ARGENTINA</b></p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td>Fecha: 13/06/2025</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Realizado: E. Mamani</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Revisado: K. Palma</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Aprobado: M. Ortega</td> </tr> <tr> <td>Proyecto: 250505_071</td> <td>Rev: 0 Mapa:</td> </tr> </table>		Fecha: 13/06/2025		Realizado: E. Mamani		Revisado: K. Palma		Aprobado: M. Ortega	Proyecto: 250505_071	Rev: 0 Mapa:
	Fecha: 13/06/2025												
	Realizado: E. Mamani												
	Revisado: K. Palma												
	Aprobado: M. Ortega												
Proyecto: 250505_071	Rev: 0 Mapa:												

Cliente: POSCO Argentina **SAU** SAU

Junio 2025

**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

#### **5.4.1. Metodología aplicada**

La recopilación de datos se realizó de manera sistemática y asistemática para una mayor representatividad de la avifauna. En cuanto sistemática, se realizó mediante transectas en fajas recorridas a pie, y la asistemática mediante la recolección de datos por fuera de las transectas (observaciones casuales). Las mismas tuvieron 30 minutos de duración, y una distancia de entre 200 - 300 metros, dependiendo del tipo de terreno.

Para la identificación de las especies en campo se utilizó el siguiente equipo:

- Binocular
- Cámara fotográfica
- Guías de identificación de Aves Argentina y de Sudamérica.
- Cantos y sonidos de aves de la Guía Audiornis.
- Guantes de látex, para manipulación de animales muertos, egagrópilas etc.

El trabajo de gabinete consistió en

- Procesamiento de los datos obtenidos en campo.
- Análisis de fotos tomadas en cada sitio.
- Elaboración de imágenes, cuadros, listas, tablas y gráficos.
- Búsqueda bibliográfica.
- Comparación con informes de campañas anteriores.
- Cálculos de los índices de diversidad de Shannon ( $H'$ ), Simpson (D).

#### **5.4.2. Resultados obtenidos - Aves**

En la presente sección se presenta una tabla consolidada de especies, desde el año 2023 el cual actúa como línea de base, previo al inicio de las actividades de construcción de la Planta CP2, hasta primavera 2024. A su vez se presentan los resultados generales obtenidos para cada monitoreo y una comparativa de los mismos con el fin de analizar la variabilidad temporal.

En la siguiente tabla se observa que para el área monitoreada se tiene registro de un total de 66 especies de aves. Durante los relevamientos de línea de base efectuados en el año 2023 se registraron 45 especies de aves, a lo cual posteriormente se le

suman 21 nuevas especies que fueron registradas durante los monitoreos periódicos efectuados hasta la fecha, totalizando 66 especies de aves.

**Tabla 5.15 Registro consolidado de aves período 2023 - 2024**

Especie	Línea de Base		Monitoreos			
	Invierno 2023	Primavera 2023	Otoño 2024	Invierno 2024	Primavera 2024	Verano 2024
<i>Agriornis murinus</i>			X		X	
<i>Anarhynchus alticola</i>			X	X		X
<i>Anas flavirostris</i>	X	X			X	X
<i>Anas georgica</i>	X	X				
<i>Asthenes modesta</i>	X		X	X	X	
<i>Athene cunicularia</i>	X			X	X	X
<i>Attagis gayi</i>	X			X	X	X
<i>Calidris bairdii</i>			X			X
<i>Cathartes aura</i>	X					
<i>Chloephaga melanoptera</i>	X	X				
<i>Chroicocephalus serranus</i>			X	X	X	X
<i>Cinclodes atacamensis</i>	X		X		X	X
<i>Emberizoides ypiranganus</i>	X					
<i>Ephippiospingus dorsalis</i>	X					
<i>Falco femoralis</i>				X	X	X
<i>Falco sparverius</i>	X					
<i>Fulica ardesiaca</i>	X	X				X
<i>Fulica cornuta</i>	X	X				

Especie	Línea de Base		Monitoreos			
	Invierno 2023	Primavera 2023	Otoño 2024	Invierno 2024	Primavera 2024	Verano 2024
<i>Gallinago andina</i>	X					
<i>Geositta punensis</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Geositta rufipennis</i>	X	X				
<i>Geositta tenuirostris</i>	X					
<i>Geospizopsis plebejus</i>	X				X	X
<i>Geospizopsis unicolor</i>						X
<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	X					
<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	X					
<i>Geranoaetus polyosoma</i>	X		X	X		
<i>Idiopsar dorsalis</i>					X	
<i>Larus serranus</i>	X	X				
<i>Leptasthenura fuliginiceps</i>						X
<i>Lessonia oreas</i>			X			X
<i>Lophonetta specularioides</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Metriopelia aymara</i>	X	X	X		X	X
<i>Metriopelia melanoptera</i>						X
<i>Muscisaxicola flavinucha</i>	X					X

Especie	Línea de Base		Monitoreos			
	Invierno 2023	Primavera 2023	Otoño 2024	Invierno 2024	Primavera 2024	Verano 2024
<i>Muscisaxicola frontalis</i>					X	
<i>Muscisaxicola juninensis</i>	X				X	X
<i>Nannopterum brasilianum</i>	X					
<i>Ochetorhynchus ruficaudus</i>	X		X			X
<i>Oreotrochilus estella</i>	X					
<i>Oressochen melanopterus</i>			X		X	X
<i>Phalcoboenus megalopterus</i>	X		X	X	X	
<i>Phegornis mitchellii</i>	X					
<i>Phoenicoparrus andinus</i>	X	X	X		X	X
<i>Phoenicoparrus jamesi</i>	X		X	X	X	
<i>Phoenicopterus chilensis</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Phrygilus atriceps</i>	X		X	X	X	X
<i>Phrygilus gayi</i>	X		X		X	X
<i>Podiceps occipitalis juninensis</i>	X	X				
<i>Psilopsiagon aurifrons</i>						X
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>						X

Especie	Línea de Base		Monitoreos			
	Invierno 2023	Primavera 2023	Otoño 2024	Invierno 2024	Primavera 2024	Verano 2024
<i>Recurvirostra andina</i>						X
<i>Rhea pennata</i>	X		X	X		
<i>Rhopospina fruticeti</i>					X	
<i>Sicalis olivascens</i>	X		X			X
<i>Sicalis uropygialis</i>			X		X	X
<i>Spatula puna</i>	X	X				
<i>Spinus atratus</i>					X	X
<i>Spinus uropygialis</i>					X	
<i>Thinocorus orbignyianus</i>			X		X	X
<i>Thinocorus rumicivorus</i>						X
<i>Tinamotis pentlandii</i>	X			X		
<i>Tringa melanoleuca</i>	X	X				X
<i>Upucerthia validirostris</i>	X				X	X
<i>Vanellus chilensis</i>	X	X				
<i>Vultur gryphus</i>	X				X	X
<b>Riqueza</b>	45	16	23	15	29	36

Fuente: Elaborado por GT en base a informes de monitoreos provistos por Posco Argentina.

### 5.4.3. Resultados obtenidos por monitoreo

#### 5.4.3.1. Invierno 2023

La riqueza de aves en la zona monitoreada estuvo dada por 45 especies, distribuidas en 15 órdenes y 20 familias, lo cual está sujeto a una amplia variabilidad de hábitats.

GT Ingeniería S.A.

[info@gtarg.com](mailto:info@gtarg.com)

Como especies destacadas se observó la presencia de *Phegornis mitchellii* (chorlito de vincha), la cual se categoriza como Casi Amenazada y no había sido registrada en monitoreos anteriores.

**Tabla 5.16 Registro de aves Invierno 2023**

Orden	Familia	Nombre Común	Nombre Inglés	Nombre Científico	Categoría UICN
<b>Reiformes</b>	Rheidae	Ñandú	Greater Rhea	<i>Rhea pennata</i>	NT
<b>Tinamiformes</b>	Tinamidae	Quiula Puneña	Puna Tinamou	<i>Tinamotis pentlandii</i>	LC
<b>Anseriformes</b>	Anatidae	Guayata	Andean Goose	<i>Chloephaga melanoptera</i>	LC
		Pato Crestón	Crested Duck	<i>Lophonetta specularioides</i>	LC
		Pato Puneño	Puna Teal	<i>Spatula puna</i>	LC
		Pato Maicero	Yellow-billed Pintail	<i>Anas georgica</i>	LC
		Pato Barcino	Yellow-billed Teal	<i>Anas flavirostris</i>	LC
<b>Podicipediformes</b>	Podicipedidae	Macá Plateado	Southern Silvery Grebe	<i>Podiceps occipitalis junensis</i>	LC
<b>Phoenicopteriforme</b>	Phoenicopteridae	Flamenco Austral	Chilean Flamingo	<i>Phoenicopterus chilensis</i>	NT
		Parina Grande	Andean Flamingo	<i>Phoenicoparrus andinus</i>	VU
		Parina Chica	Puna Flamingo	<i>Phoenicoparrus jamesi</i>	NT

Orden	Familia	Nombre Común	Nombre Inglés	Nombre Científico	Categoría UICN
<b>Columbiformes</b>	Columbidae	Palomita Dorada	Golden-spotted Ground-dove	<i>Metriopelia aymara</i>	LC
<b>Caprimulgiformes</b>	Trochilidae	Picaflor Puneño	Andean Hillstar	<i>Oreotrochilus estella</i>	LC
<b>Gruiformes</b>	Rallidae	Gallareta Andina	Andean Coot	<i>Fulica ardesiaca</i>	LC
		Gallareta Cornuda	Horned Coot	<i>Fulica cornuta</i>	NT
<b>Suliformes</b>	Phalacrocoracidae	Biguá	Neotropical Cormorant	<i>Nannopterum brasilianum</i>	LC
<b>Charadriiformes</b>	Charadriidae	Chorlito de Vincha	Diademed Plover	<i>Phegornis mitchellii</i>	NT
		Tero Común	Southern Lapwing	<i>Vanellus chilensis</i>	LC
	Thinocoridae	Agachona Grande	Rufous-bellied Seedsnipe	<i>Attagis gayi</i>	LC
	Scolopacidae	Becasina Andina	Puna Snipe	<i>Gallinago andina</i>	LC
		Pitotoy Grande	Greater Yellowlegs	<i>Tringa melanoleuca</i>	LC
	Laridae	Gaviota Andina	Andean Gull	<i>Larus serranus</i>	LC
<b>Strigiformes</b>	Strigidae	Lechucita Vizcachera	Burrowing Owl	<i>Athene cunicularia</i>	LC
<b>Cathartiformes</b>	Cathartidae	Jote Cabeza Colorada	Turkey Vulture	<i>Cathartes aura</i>	LC
		Cóndor Andino	Andean Condor	<i>Vultur gryphus</i>	VU

Orden	Familia	Nombre Común	Nombre Inglés	Nombre Científico	Categoría UICN
<b>Accipitriformes</b>	Accipitridae	Aguilucho Alas Largas	White-tailed Hawk	<i>Geranoaetus albicaudatus</i>	LC
		Aguilucho Ñanco	Variable Hawk	<i>Geranoaetus polyosoma</i>	LC
		Águila Mora	Black-chested Buzzard-eagle	<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	LC
<b>Falconiformes</b>	Falconidae	Matamico Andino	Mountain Caracara	<i>Phalcoboenus megalopterus</i>	LC
		Halconcito Colorado	American Kestrel	<i>Falco sparverius</i>	LC
<b>Passeriformes</b>	Furnariidae	Caminera Puneña	Puna Miner	<i>Geositta punensis</i>	LC
		Caminera Colorada	Rufous-banded Miner	<i>Geositta rufipennis</i>	LC
		Caminera Picuda	Slender-billed Miner	<i>Geositta tenuirostris</i>	LC
		Bandurrita Pico Recto	Straight-billed Earthcreeper	<i>Ochetorhynchus ruficaudus</i>	LC
		Bandurrita Andina	Buff-breasted Earthcreeper	<i>Upucerthia validirostris</i>	LC
		Remolinera Castaña	White-winged Cinclodes	<i>Cinclodes atacamensis</i>	LC
		Canastero Pálido	Cordilleran Canastero	<i>Asthenes modesta</i>	LC

Orden	Familia	Nombre Común	Nombre Inglés	Nombre Científico	Categoría UICN
	Tyrannidae	Dormilona Puneña	Puna Ground-tyrant	<i>Muscisaxicola juninensis</i>	LC
		Dormilona Fraile	Ochre-naped Ground-tyrant	<i>Muscisaxicola flavinucha</i>	LC
	Thraupidae	Coludo Chico	Lesser Grass-finch	<i>Emberizoides ypiranganus</i>	LC
		Jilguero Oliváceo	Greenish Yellow-finch	<i>Sicalis olivascens</i>	LC
		Comesebo Andino	Grey-hooded Sierra-finch	<i>Phrygilus gayi</i>	LC
		Comesebo Cabeza Negra	Black-hooded Sierra-finch	<i>Phrygilus atriceps</i>	LC
		Yal Chico	Ash-breasted Sierra-finch	<i>Geospizopsis plebejus</i>	LC
		Comesebo Puneño	Red-backed Sierra-finch	<i>Ephippiospingus dorsalis</i>	LC

Fuente: Informe de biodiversidad, Invierno 2023 (Eukel Consultora ambiental, 2023)

#### 5.4.3.2. Primavera 2023

La riqueza de especies aves fue de 16, con una abundancia total de 219 individuos, siendo *Phoenicoparrus andinus* la especie más abundante con 55 ejemplares, seguido por *Fulica ardesiaca* con 30 individuos.

Cliente: POSCO Argentina **SAU** SAU

Junio 2025

**iError! No se encuentra el origen de la referencia.**
**Tabla 5.17 Registro de aves Primavera 2023**

Orden	Familia	Nombre Común	Nombre Inglés	Nombre Científico	Abundancia	Categoría UICN
<b>Anseriformes</b>	Anatidae	Guayata	Andean Goose	<i>Chloephaga melanoptera</i>	7	LC
		Pato Crestón	Crested Duck	<i>Lophonetta specularioides</i>	5	LC
		Pato Puneño	Puna Teal	<i>Spatula puna</i>	4	LC
		Pato Maicero	Yellow-billed Pintail	<i>Anas georgica</i>	15	LC
		Pato Barcino	Yellow-billed Teal	<i>Anas flavirostris</i>	20	LC
<b>Podicipediformes</b>	Podicipedidae	Macá Plateado	Southern Silvery Grebe	<i>Podiceps occipitalis juninensis</i>	12	LC
<b>Phoenicopteriformes</b>	Phoenicopteridae	Flamenco Austral	Chilean Flamingo	<i>Phoenicopterus chilensis</i>	20	NT
		Parina Grande	Andean Flamingo	<i>Phoenicoparrus andinus</i>	55	VU
<b>Columbiformes</b>	Columbidae	Palomita Dorada	Golden-spotted Ground-dove	<i>Metriopelia aymara</i>	15	LC
<b>Gruiformes</b>	Rallidae	Gallareta Andina	Andean Coot	<i>Fulica ardesiaca</i>	30	LC
		Gallareta Cornuda	Horned Coot	<i>Fulica cornuta</i>	10	NT
<b>Charadriiformes</b>	Charadriidae	Tero Común	Southern Lapwing	<i>Vanellus chilensis</i>	8	LC
	Scolopacidae	Pitotoy Grande	Greater Yellowlegs	<i>Tringa melanoleuca</i>	6	LC
	Laridae	Gaviota Andina	Andean Gull	<i>Larus serranus</i>	7	LC
<b>Passeriformes</b>	Furnariidae	Caminera Puneña	Puna Miner	<i>Geositta punensis</i>	3	LC

GT Ingeniería S.A.

[info@gtarg.com](mailto:info@gtarg.com)

Orden	Familia	Nombre Común	Nombre Inglés	Nombre Científico	Abundancia	Categoría UICN
		Caminera Colorada	Rufous-banded Miner	<i>Geositta rufipennis</i>	2	LC

Fuente: Informe de biodiversidad, Primavera 2023 (Eukel Consultora ambiental, 2023)

Cliente: POSCO Argentina **SAU** SAU

Junio 2025

**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

### Gráfica 5.2 Abundancia de especies, Primavera 2023



Fuente: GT, 2025.

#### 5.4.3.3. Otoño 2024

Se registraron un total de 388 individuos que pertenecen a 23 especies, de 13 familias, incluidas en 7 Órdenes de aves. La especie más abundante fue *Geositta punensis* con 129, seguido por el grupo de aves Phoenicopteriformes las cuales en conjunto supusieron una abundancia de 155 individuos.

**Tabla 5.18 Registro de aves Otoño 2024**

Ordenes	Familia y especie	Abundancia	Nacional	UICN
<b>Rheiformes</b>	Rheidae			
	<i>Rhea pennata</i>	<b>1</b>	<b>VU</b>	<b>LC</b>
<b>Phoenicopteriformes</b>	Phoenicopteridae			
	<i>Phoenicopterus chilensis</i>	<b>57</b>	<b>VU</b>	<b>NT</b>
	<i>Phoenicoparrus andinus</i>	<b>77</b>	<b>AM</b>	<b>VU</b>

Ordenes	Familia y especie	Abundancia	Nacional	UICN
	<i>Phoenicoparrus jamesi</i>	21	AM	NT
<b>Accipitriformes</b>	Accipitridae			
	<i>Geranoaetus polyosoma</i>	2	NA	LC
	Falconidae			
	<i>Phalcoboenus megalopterus</i>	2	NA	LC
<b>Anseriformes</b>	Anatidae			
	<i>Oressochen melanopterus</i>	17	VU	LC
	<i>Lophonetta specularioides</i>	10	NA	LC
<b>Charadriiformes</b>	Charadriidae			
	<i>Anarhynchus alticola</i>	17	NA	LC
	Thinocoridae			
	<i>Thinocorus orbignyianus</i>	10	NA	LC
	Scolopacidae			
	<i>Calidris bairdii</i>	11	NA	LC
	Laridae			
	<i>Chroicocephalus serranus</i>	4	NA	LC
<b>Columbiformes</b>	Columbidae			
	<i>Metropelia aymara</i>	6	NA	LC
<b>Passeriformes</b>	Furnariidae			
	<i>Geositta punensis</i>	129	NA	LC
	<i>Asthenes modesta</i>	5	NA	LC
	<i>Ochetorhynchus ruficaudus</i>	1	NA	LC
	<i>Cinclodes atacamensis</i>	3	NA	LC

Ordenes	Familia y especie	Abundancia	Nacional	UICN
	Tyrannidae			
	<i>Agriornis murinus</i>	1	NA	LC
	<i>Lessonia oreas</i>	4	NA	LC
	Thraupidae			
	<i>Sicalis uropygialis</i>	1	NA	LC
	<i>Sicalis olivascens</i>	3	NA	LC
	<i>Phrygilus atriceps</i>	3	NA	LC
	<i>Phrygilus gayi</i>	3	NA	LC

Fuente: Informe de biodiversidad, Otoño 2024 (Eukel Consultora ambiental, 2024).

### Gráfica 5.3 Abundancia de especies, Otoño 2024



Fuente: GT, 2025

#### 5.4.3.4. Invierno 2024

Se registraron un total de 247 individuos que pertenecen a 15 especies, de 12 familias, incluidas en 9 Órdenes de aves. La especie más abundante fue *Phoenicoparrus jamesi* con 91 ejemplares, seguido por *Geositta punensis* con una abundancia de 155 individuos.

Cliente: POSCO Argentina **SAU** SAU

Junio 2025

**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.****Tabla 5.19 Registro de aves Invierno 2024**

Ordenes	Familia	Especie	Abundancia	Estado de conservación	
				CN UICN	
Rheiformes	Rheidae	<i>Rhea pennata</i>	3	VU	LC
Tinamiformes	Tinamidae	<i>Tinamotis pentlandii</i>	1	NA	LC
Phoenicopteriformes	Phoenicopteridae	<i>Phoenicopus chilensis</i>	8	VU	NT
		<i>Phoenicoparrus jamesi</i>	91	AM	NT
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Geranoaetus polyosoma</i>	2	NA	LC
Falconiformes	Falconidae	<i>Phalcoboenus megalopterus</i>	2	NA	LC
		<i>Falco femoralis</i>	1	NA	LC
Anseriformes	Anatidae	<i>Lophonetta specularioides</i>	20	NA	LC
Charadriiformes	Charadriidae	<i>Anarhynchus alticola</i>	4	NA	LC
	Thinocoridae	<i>Attagis gayi</i>	19	NA	LC
	Laridae	<i>Chroicocephalus serranus</i>	3	NA	LC
Strigiformes	Strigidae	<i>Athene cunicularia</i>	2	NA	LC

GT Ingeniería S.A.

[info@gtarg.com](mailto:info@gtarg.com)

Ordenes	Familia	Especie	Abundancia	Estado de conservación	
				CN UICN	
Passeriformes	Furnariidae	<i>Geositta punensis</i>	82	NA	LC
		<i>Asthenes modesta</i>	4	NA	LC
	Thraupidae	<i>Phrygilus atriceps</i>	5	NA	LC

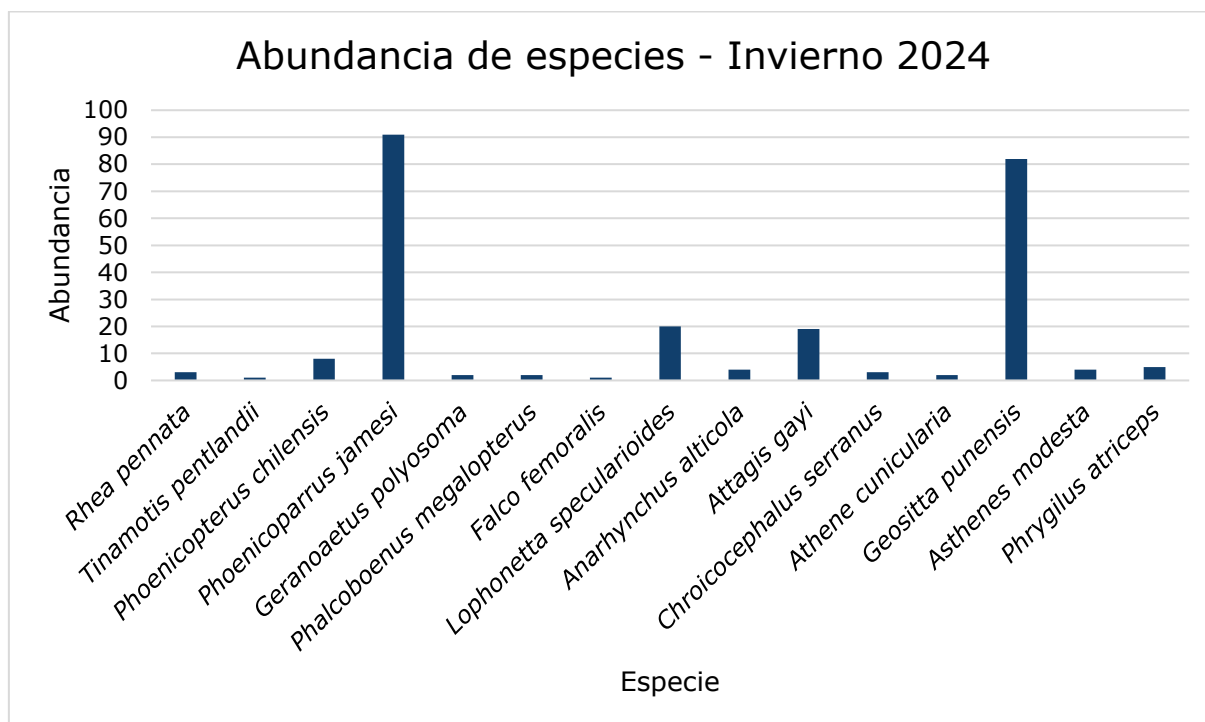
Fuente: Informe de biodiversidad, Invierno 2024 (Eukel Consultora ambiental, 2024)

Cliente: POSCO Argentina **SAU** SAU

Junio 2025

**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

### Gráfica 5.4 Abundancia de especies, Invierno 2024



Fuente: GT, 2025

#### 5.4.3.5. Primavera 2024

Se registraron un total de 433 individuos que pertenecen a 29 especies, de 13 familias, incluidas en 8 Órdenes de aves. La especie más abundante fue *Phoenicoparrus andinus* con 84 ejemplares, seguido por *Anas flavirostris* con 80 ejemplares y *Geositta punensis* con una abundancia de 58 individuos.

Cliente: POSCO Argentina **SAU** SAU

Junio 2025

**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.****Tabla 5.20 Registro de aves Primavera 2024**

Orden	Familia	Especie	Abundancia	Estado de conservación	
				Nacional	UICN
Phoenicopteriformes	Phoenicopteridae	<i>Phoenicopus chilensis</i>	20	VU	NT
		<i>Phoenicoparrus andinus</i>	84	AM	VU
		<i>Phoenicoparrus jamesi</i>	75	AM	NT
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Vultur gryphus</i>	1	AM	VU
Falconiformes	Falconidae	<i>Phalcoboenus megalopterus</i>	3	NA	LC
		<i>Falco femoralis</i>	1	NA	LC
Anseriformes	Anatidae	<i>Lophonetta specularioides</i>	11	NA	LC
		<i>Anas flavirostris</i>	80	NA	LC
		<i>Oressochen melanopterus</i>	4	VU	LC
Columbiformes	Columbidae	<i>Metriopelia aymara</i>	24	NA	LC
Charadriiformes	Thinocoridae	<i>Attagis gayi</i>	2	NA	LC
		<i>Thinocorus orbignyianus</i>	13	NA	LC
	Laridae	<i>Chroicocephalus serranus</i>	4	NA	LC
Strigiformes	Strigidae	<i>Athene cunicularia</i>	2	NA	LC
Passeriformes	Furnariidae	<i>Geositta punensis</i>	58	NA	LC
		<i>Cinclodes atacamensis</i>	1	NA	LC
		<i>Asthenes modesta</i>	8	NA	LC
		<i>Upucerthia validirostris</i>	2	NA	LC
	Tyrannidae	<i>Muscisaxicola juninensis</i>	3	NA	LC
		<i>Muscisaxicola frontalis</i>	2	NA	LC
		<i>Agriornis murinus</i>	1	NA	LC
	Thraupidae	<i>Phrygilus atriceps</i>	11	NA	LC
		<i>Phrygilus gayi</i>	2	NA	LC
		<i>Idiopsar dorsalis</i>	1	NA	LC
		<i>Geospizopsis plebejus</i>	4	NA	LC
		<i>Rhopospina fruticeti</i>	1	NA	LC
		<i>Sicalis uropygialis</i>	11	NA	LC
Fringillidae	<i>Spinus atratus</i>	1	NA	LC	

GT Ingeniería S.A.

[info@gtarg.com](mailto:info@gtarg.com)

Orden	Familia	Especie	Abundancia	Estado de conservación	
				Nacional	UICN
		<i>Spinus uropygialis</i>	3	NA	LC

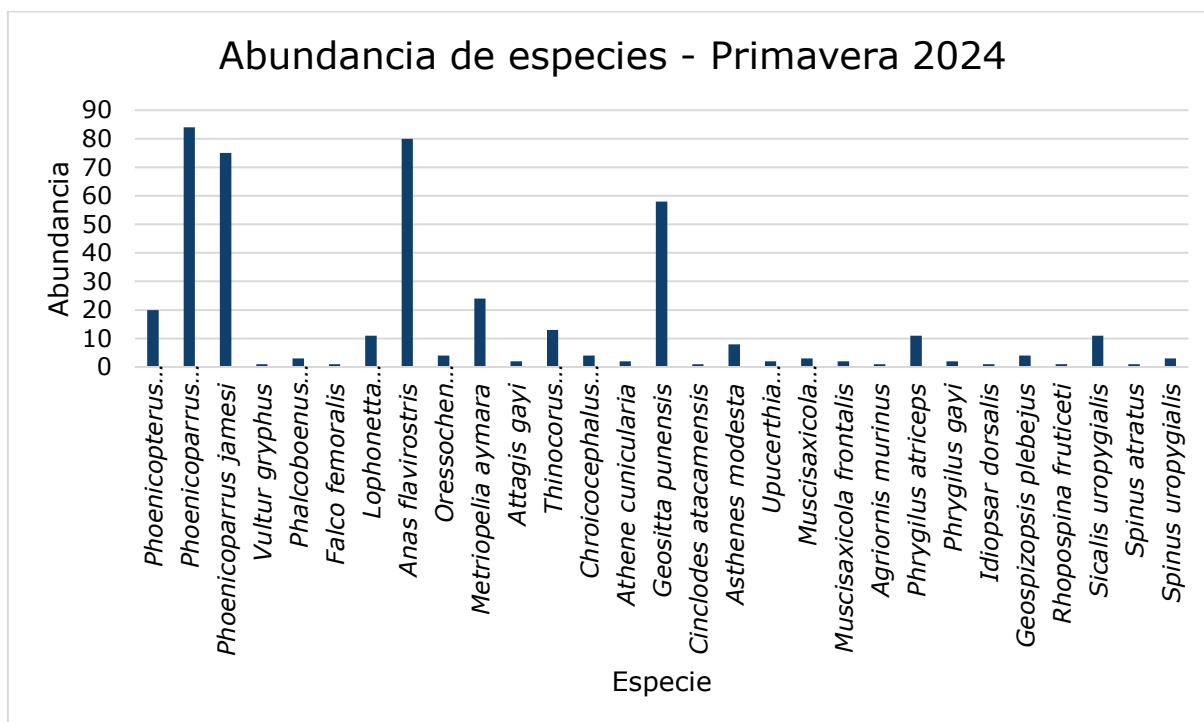
Fuente: Informe de biodiversidad, Primavera 2024 (Eukel Consultora ambiental, 2024)

Cliente: POSCO Argentina **SAU** SAU

Junio 2025

**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

### Gráfica 5.5 Abundancia de especies, Primavera 2024



Fuente: GT, 2025.

#### 5.4.3.6. Verano 2024

Se registraron un total de 780 individuos que pertenecen a 36 especies, de 17 familias, incluidas en 9 Órdenes de aves. La especie más abundante fue *Phoenicoparrus andinus* con 115 ejemplares, seguido por *Metriopelia melanoptera* con 112 ejemplares y *Calidris bairdii* con una abundancia de 93 individuos.

Cliente: POSCO Argentina **SAU** SAU

Junio 2025

**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**
**Tabla 5.21 Registro de aves Verano 2024**

Órden	Familia	Especie	Abundancia	Estado de conservación	
				Nacional	UICN
Phoenicopteriformes	Phoenicopteridae	<i>Phoenicopterus chilensis</i>	25	VU	NT
Cathartiformes	Cathartidae	<i>Phoenicoparrus andinus</i>	115	AM	VU
		<i>Vultur gryphus</i>	1	AM	VU
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco femoralis</i>	1	NA	LC
Anseriformes	Anatidae	<i>Lophonetta specularioides</i>	3	NA	LC
		<i>Anas flavirostris</i>	89	NA	LC
		<i>Oressochen melanopterus</i>	32	VU	LC
Columbiformes	Columbidae	<i>Metriopelia aymara</i>	7	NA	LC
		<i>Metriopelia melanoptera</i>	112	NA	LC
Gruiformes	Rallidae	<i>Fulica ardesiaca</i>	3	NA	LC
Charadriiformes	Thinocoridae	<i>Attagis gayi</i>	2	NA	LC
		<i>Thinocorus rumicivorus</i>	15	NA	LC
		<i>Thinocorus orbignyianus</i>	10	NA	LC
	Scolopacidae	<i>Tringa melanoleuca</i>	67	NA	NT
		<i>Calidris bairdii</i>	93	NA	LC
	Recurvirostridae	<i>Recurvirostra andina</i>	5	NA	LC
	Charadriidae	<i>Anarhynchus alticola</i>	10	NA	LC
	Laridae	<i>Chroicocephalus serranus</i>	5	NA	LC
Strigiformes	Strigidae	<i>Athene cunicularia</i>	1	NA	LC
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Psilopsiagon aurifrons</i>	11	NA	LC
Passeriformes	Furnariidae	<i>Geositta punensis</i>	40	NA	LC
		<i>Cinclodes atacamensis</i>	4	NA	LC
		<i>Ochetorhynchus ruficaudus</i>	3	NA	LC
		<i>Upucerthia validirostris</i>	4	NA	LC
		<i>Leptasthenura fuliginiceps</i>	3	NA	LC
	Tyrannidae	<i>Muscisaxicola juninensis</i>	3	NA	LC

GT Ingeniería S.A.

[info@gtarg.com](mailto:info@gtarg.com)

Orden	Familia	Especie	Abundancia	Estado de conservación	
				Nacional	UICN
		<i>Muscisaxicola flavinucha</i>	4	NA	LC
		<i>Lessonia oreas</i>	5	NA	LC
	Hirundinidae	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	4	NA	LC
	Thraupidae	<i>Phrygilus atriceps</i>	36	NA	LC
		<i>Phrygilus gayi</i>	4	NA	LC
		<i>Geospizopsis unicolor</i>	26	NA	LC
		<i>Geospizopsis plebejus</i>	6	NA	LC
		<i>Sicalis uropygialis</i>	1	NA	LC
		<i>Sicalis olivascens</i>	20		LC
	Fringillidae	<i>Spinus atratus</i>	11	NA	LC

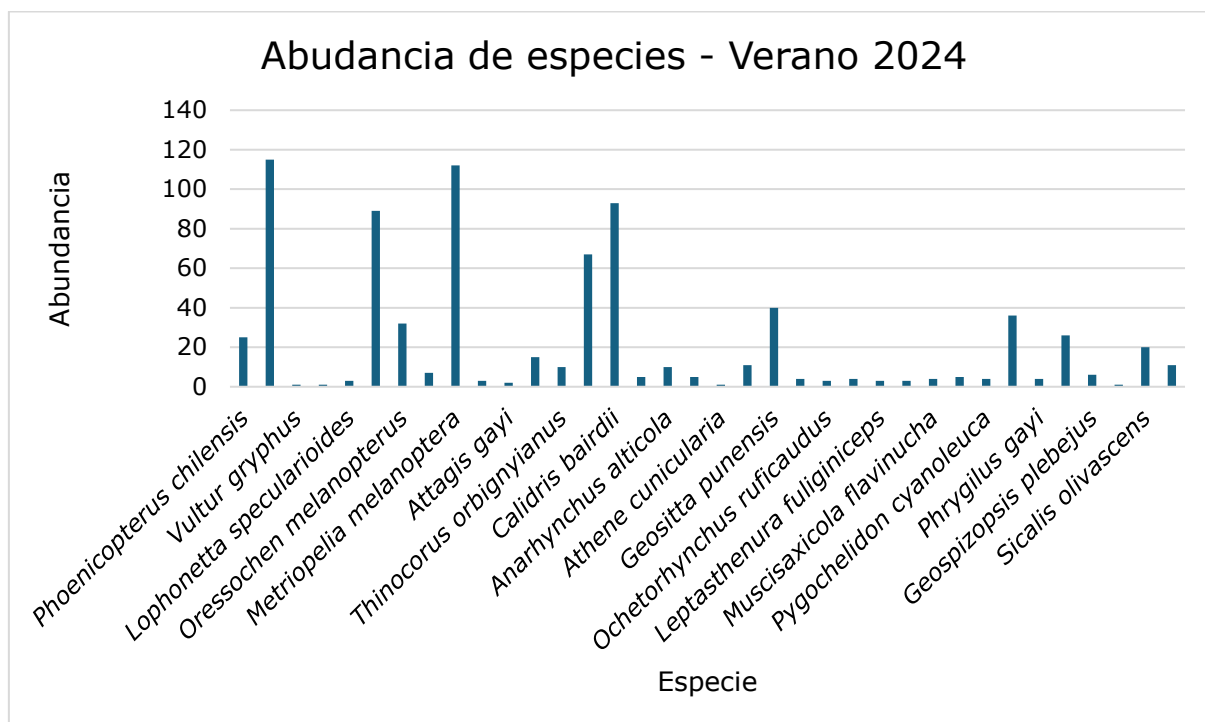
Fuente: Informe de biodiversidad, Primavera 2024 (Eukel Consultora ambiental, 2024)

Cliente: POSCO Argentina **SAU** SAU

Junio 2025

**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

### Gráfica 5.6 Abundancia de especies, Verano 2024



Fuente: Elaborado por GT

#### 5.4.4. Comparativa entre monitoreos

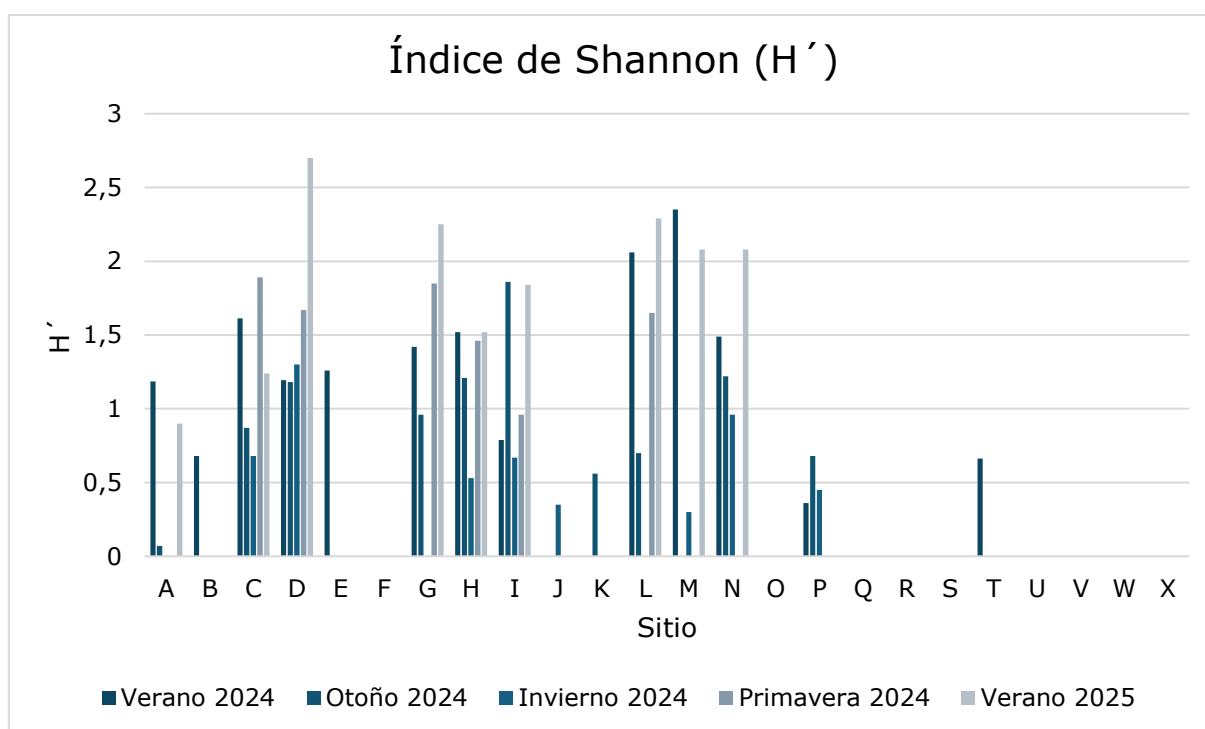
Tal como su nombre indica en la presente sección se presenta una comparativa entre los resultados obtenidos para cada uno de los monitoreos efectuados. Específicamente se toma en consideración los parámetros de diversidad obtenidos, los cuales permiten hacer un seguimiento temporal y detectar anomalías en el patrón natural del componente aves. La comparativa se realiza únicamente para los trabajos realizados durante el año 2024, dado que en los informes presentados en el año 2023 no se calcularon índices de diversidad.

A continuación, se presenta el análisis comparativo realizado por parte de Eukel – Consultora Ambiental en el Informe de Biodiversidad Verano 2025, a lo cual se le suma los resultados del Informe de Verano 2024 el cual no fue incluido en dicha comparativa.

En la siguiente grafica se aprecia el índice de diversidad de Shannon (H´) para los diferentes sitios para cada uno de los monitoreos efectuados. Se puede apreciar que

no existe una marcada tendencia temporal, sino más bien variabilidad estacional, la cual se ve reflejada con mayores valores durante las temporadas de Primavera y Verano frente a los de Otoño e Invierno los cuales presentan los valores más bajos.

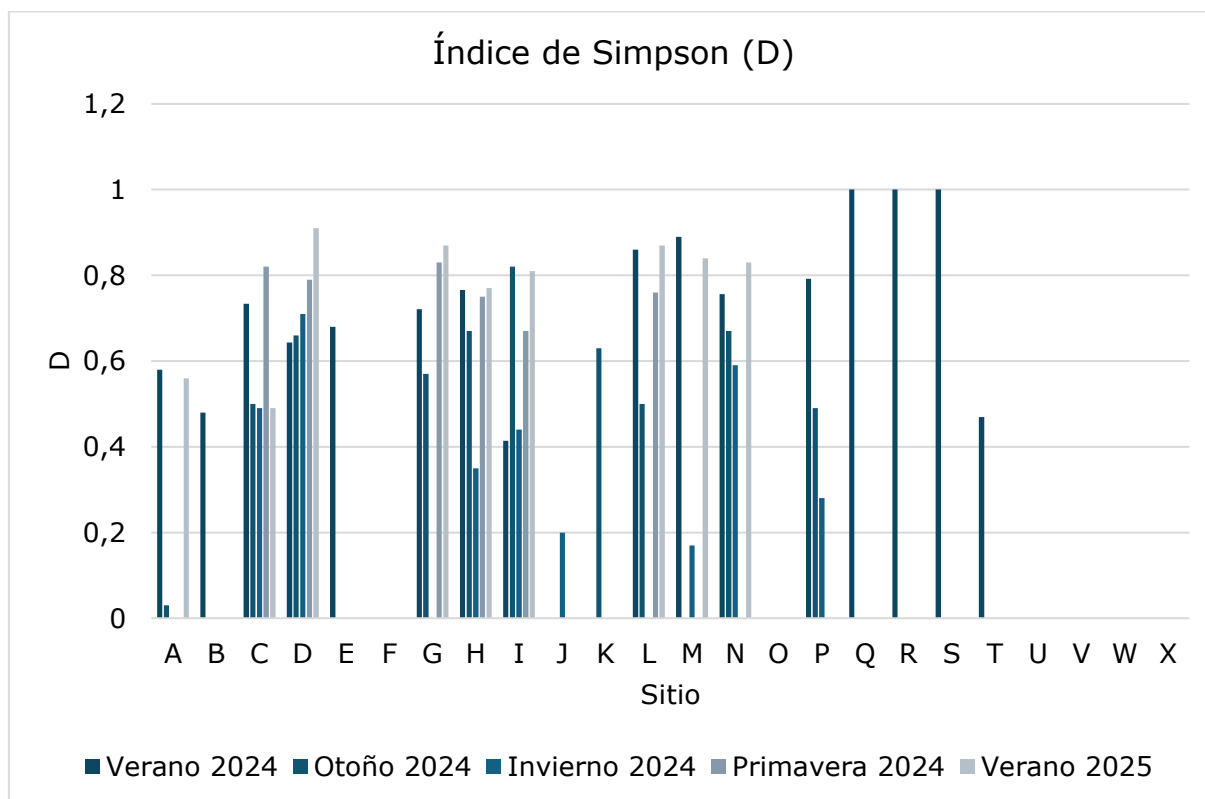
**Gráfica 5.7 Índice de Diversidad de Shannon por sitio y año de monitoreo**



Fuente: GT, 2025.

En cuanto a la dominancia se aprecia que en ciertos puntos como el Q, R, S y T se obtuvo un valor de 1, lo cual está dado por el registro de una única especie de aves, lo cual se refleja como una dominancia absoluta por parte de dicha especie. Asimismo, en los demás sitios con registros, en líneas generales los valores oscilan entre 0,4 – 0,8, siendo la dominancia superior en períodos de Primavera – Verano frente a períodos más fríos.

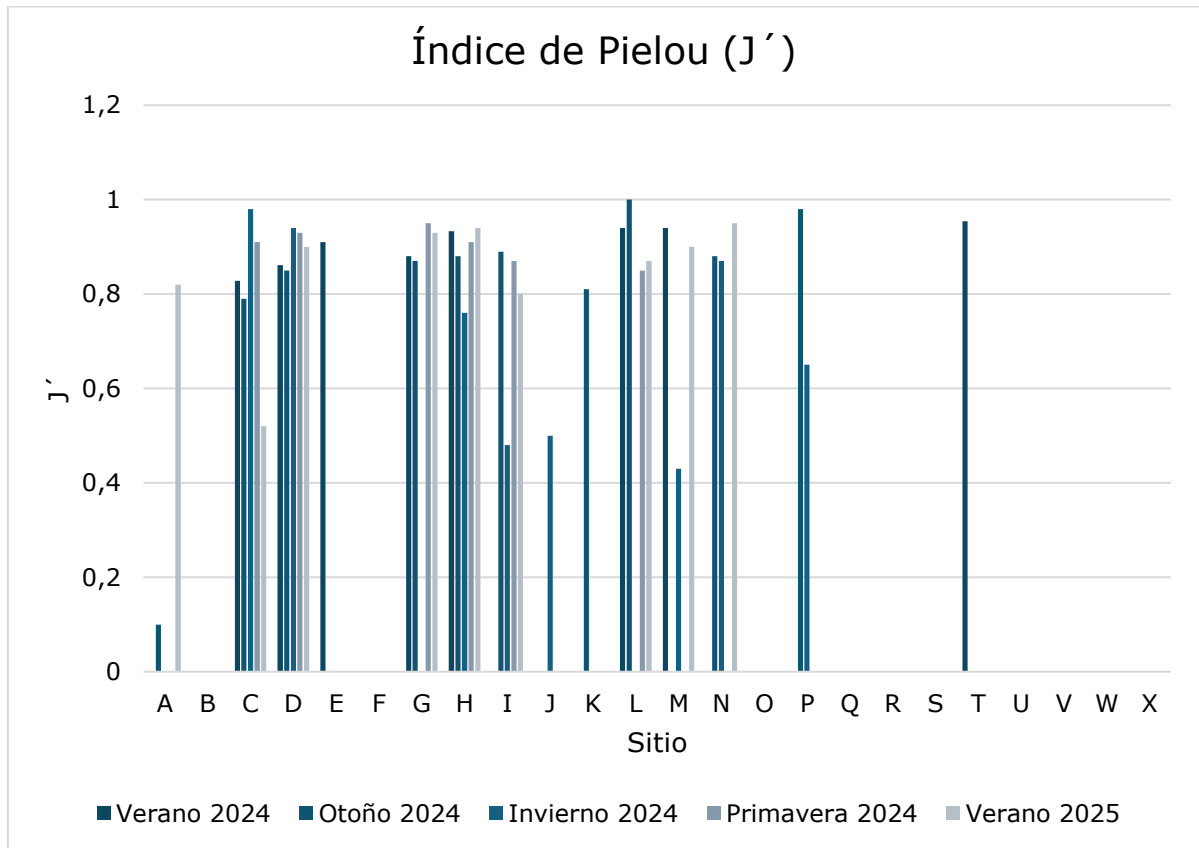
**Gráfica 5.8 Índice de Dominancia de Simpson por sitio y año de monitoreo**



Fuente: GT, 2025.

El índice de Pielou, a diferencia del índice de Simpson que refleja la dominancia de especies, refleja la equidad entre la abundancia de especies, es decir la homogeneidad existente entre sus abundancias relativas. Se puede observar, que contrariamente a lo observado para el Índice de Simpson, los mayores valores se dan para el período invierno, lo cual condice con una menor dominancia durante dicho período.

**Gráfica 5.9 Índice de Equidad de Pielou por sitio y año de monitoreo**



Fuente: GT, 2025.

Proyecto N°: 250505\_071 - Rev01

Informe de Impacto Ambiental – Sal de Oro CP2

Cliente: POSCO Argentina SAU

Junio 2025

**Tabla 5.22 Comparativa de índices de diversidad**

Sitios	Índ. de Diversidad Verano 2024			Índ. de Diversidad Otoño 2024			Índ. de Diversidad Invierno 2024			Índ. de Diversidad Primavera 2024		
	H'	1-D	J'	H'	1-D	J'	H'	1-D	J'	H'	1-D	J'
<b>A</b>	1,186	0,58	-	0,07	0,03	0,1	-	-	-	-	-	-
<b>B</b>	0,68	0,48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>C</b>	1,612	0,734	0,828	0,87	0,5	0,79	0,68	0,49	0,98	1,89	0,82	0,91
<b>D</b>	1,193	0,643	0,861	1,18	0,66	0,85	1,3	0,71	0,94	1,67	0,79	0,93
<b>E</b>	1,26	0,68	0,91	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>F</b>	No visitado	No visitado	No visitado	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>G</b>	1,42	0,721	0,88	0,96	0,57	0,87	-	-	-	1,85	0,83	0,95
<b>H</b>	1,52	0,766	0,933	1,21	0,67	0,88	0,53	0,35	0,76	1,46	0,75	0,91
<b>I</b>	0,789	0,414	-	1,86	0,82	0,89	0,67	0,44	0,48	0,96	0,67	0,87
<b>J</b>	-	-	-	0	0	0	0,35	0,2	0,5	-	-	-
<b>K</b>	No visitado	No visitado	No visitado	0,56	0,63	0,81	-	-	-	-	-	-
<b>L</b>	2,06	0,86	0,94	0,7	0,5	1	-	-	-	1,65	0,76	0,85
<b>M</b>	2,35	0,89	0,94	-	-	-	0,3	0,17	0,43	-	-	-
<b>N</b>	1,49	0,756	-	1,22	0,67	0,88	0,96	0,59	0,87	-	-	-

GT Ingeniería S.A.

[info@gtarg.com](mailto:info@gtarg.com)

Proyecto N°: 250505\_071 - Rev01

Informe de Impacto Ambiental – Sal de Oro CP2

Cliente: POSCO Argentina SAU

Junio 2025

Sitios	Índ. de Diversidad Verano 2024			Índ. de Diversidad Otoño 2024			Índ. de Diversidad Invierno 2024			Índ. de Diversidad Primavera 2024		
	H'	1-D	J'	H'	1-D	J'	H'	1-D	J'	H'	1-D	J'
<b>O</b>	No visitado	No visitado	No visitado	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>P</b>	0,362	0,792	-	0,68	0,49	0,98	0,45	0,28	0,65	-	-	-
<b>Q</b>	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>R</b>	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>S</b>	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>T</b>	0,662	0,469	0,954	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>U</b>	-	-	-	No visitado	No visitado	No visitado	No visitado	No visitado	No visitado	-	-	-
<b>V</b>	-	-	-	No visitado	No visitado	No visitado	-	-	-	-	-	-
<b>W</b>	No visitado	No visitado	No visitado	No visitado	No incluido	No incluido	-	-	-	-	-	-
<b>X</b>	No visitado	No visitado	No visitado	No visitado	No incluido	No incluido	No incluido	No incluido	No incluido	-	-	-

Fuente: GT, 2025 en base a los Informes de Biodiversidad presentados por parte de Eukel – Consultora Ambiental

GT Ingeniería S.A.

[info@gtarg.com](mailto:info@gtarg.com)

## 5.5. Artrópodos

Los insectos son un grupo muy abundante y un importante componente de la biomasa y grandes prestadores de servicios ecosistémicos como polinización, descomposición de materia orgánica, ciclado de nutrientes, control biológico y bioindicación, esto ha sido validado por varios autores literatura lo largo del tiempo (Duffus et al., 2023). Sin embargo, el conocimiento acerca de la diversidad de insectos en la región de Puna y Altoandina en Argentina es aún incipiente.

En base a la bibliografía consultada, se puede afirmar que la época de mayor actividad para insectos y artrópodos es el verano, debido a que las lluvias y la disponibilidad de flores generan microambientes adecuados para el establecimiento de estos organismos (Molina & Szumik 2018). Sin embargo, condiciones específicas del ambiente como viento constante, suelo descubierto y distancias entre la vegetación de grande porte restringe la diversidad de organismos que pueden establecerse, y puede dar lugar a endemismos (Szumik, 2016).

Hexápodos (insectos), arácnidos, crustáceos y miriápodos son las cuatro clases dentro de artrópodos. Muchas especies de estos grupos son relevantes por el impacto (ya sea positivo o negativo) que generan sobre la economía o en la medicina, ya sea por ser consideradas plagas o transmisoras de enfermedades o por el alto valor benéfico de muchas de ellas, como el de los insectos polinizadores.

Además, pueden ser utilizados como bioindicadores a través de la comparación entre poblaciones dependientes del hábitat, al participar en los procesos ecosistémicos como son la descomposición de la materia orgánica, polinización, parasitismo y depredación, entre otros (Putman, 1983). A causa de su sensibilidad a los cambios y la rapidez con que la manifiestan, los métodos de colecta con su relativa simpleza y la alta calidad de la información que se puede obtener, los artrópodos son ideales para estudios de biodiversidad.

En la siguiente tabla se presentan los sitios de monitoreo de artrópodos dentro del Proyecto.

Proyecto N°: 250505\_071 - Rev01  
 Informe de Impacto Ambiental – Sal de Oro CP2  
 Cliente: POSCO Argentina SAU  
 Junio 2025

**Tabla 5.23 Sitios de muestreo de artrópodos**

Denominación del sitio	Coordenadas Geográficas		Coordenadas Sistemas Gauss Kruger – Posgar 94 Faja 3		2023	2024
	Latitud	Longitud	X	Y		
Cono Carro Grande	24°58'26.07"S	66°58'29.10"O			X	X*
Vega Carro Grande Oeste	24°59'19.46"S	66°56'22.21"O			X	X
Vega Carro Grande Este	24°59'21.36"S	66°56'22.54"O			X	X
Vega Bequeville Oeste	25° 5'26.59"S	66°59'59.13"O			X	X
Vega Bequeville Este	25° 5'34.56"S	66°59'59.68"O			X	X
Vega Chuculaqui Norte	25° 9'48.90"S	66°58'22.80"O			X	X
Vega Chuculaqui Sur	25° 9'52.90"S	66°58'25.30"O			X	X
Arroyo Filomena	25° 6'43.20"S	66°53'6.20"O			X	X
Cerro Ratones Norte	25°11'31.00"S	25°11'31.00"O			X	X
Cerro Ratones Noroeste	25°14'26.89"S	66°56'47.53"O			X	X
Cerro Ratones Suroeste	25°17'8.00"S	66°56'28.70"O			X	X
Cerro Ratones Sur	25°18'39.40"S	66°51'27.20"O			X	X
Borde de salar	25°18'53.0"S	66°52'56.2"O			X	X****

GT Ingeniería S.A.

[info@gtarg.com](mailto:info@gtarg.com)

Proyecto N°: 250505\_071 - Rev01

Informe de Impacto Ambiental – Sal de Oro CP2

Cliente: POSCO Argentina SAU

Junio 2025

Denominación del sitio	Coordenadas Geográficas		Coordenadas Sistemas Gauss Kruger – Posgar 94 Faja 3		2023	2024
	Latitud	Longitud	X	Y		
Canteras	25°16'45.57"S	67° 0'47.17"O			X	X*
Laguna Verde	25°19'43.12"S	66°58'13.32"O			X	X
Delta Rio Los Patos	25°20'25.25"S	66°55'12.25"O			X	
Delta Laguna Catal	25°22'31.72"S	66°59'8.53"O			X	X
Rio Los Patos	25°36'49.07"S	66°52'31.84"O			X	X
Planta CP1	25°12'55.80"S	66°58'29.40"O			X	X
Salar	25°22'18.26"S	66°53'5.12"O			X	X
Ducto Carro Grande 1	25° 1'9.24"S	66°59'58.52"O				X*
Ducto Carro Grande 2	25° 7'39.36"S	67° 1'27.99"O				
UP-FFL-CR	25° 18'18.2"S	66°51'12.8"O				
Ciénaga redonda **	25°18'18.2"S	66°51'12.8"O				X **

Fuente: GT, 2025 en base a información proporcionada por Posco Argentina.

(\*) Muestreado en todas las estaciones menos en verano

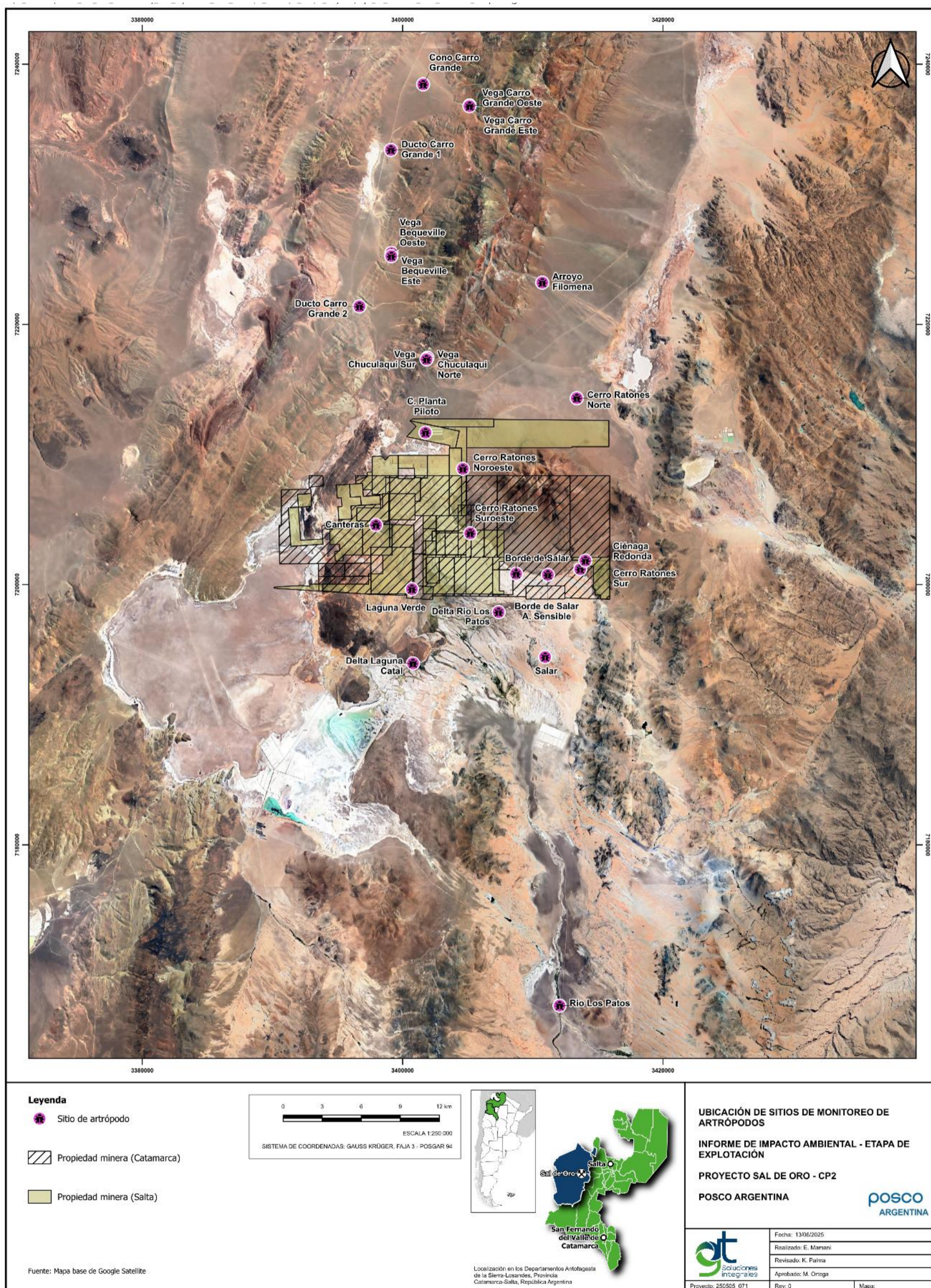
(\*\*) Incorporada en invierno 2024

(\*\*\*) Por ser área sensible, por pedido de personal de Ambiente fue reubicado.

GT Ingeniería S.A.

[info@gtarq.com](mailto:info@gtarq.com)

**Mapa 5.5 Ubicación de sitios de monitoreo de artrópodos**



Fuente: GT, 2025

GT Ingeniería S.A.  
[info@gtarg.com](mailto:info@gtarg.com)

### 5.5.1. Metodología aplicada

En todos los monitoreos se establecieron transectas de 100 metros de longitud en cada sitio, con cuatro técnicas de captura:

- Trampas de caída – pitfall - (Ausden & Drake, 2006): Consisten en recipientes de 15 cm y 200 ml que llevan en su interior una solución de agua y detergente neutro con la abertura direccionada hacia la superficie del suelo, estas son expuestas por al menos 48 horas y separadas cada 20m.
- Platos coloridos (pan traps): Consiste en un plato de color con la misma solución que las pitfall.
- Cebos de sardina: Estos fueron ubicados a los extremos opuestos de la transecta durante media hora.
- Colecta manual (mediante red entomológica). Además, en 2024 se añadió aspirador entomológico. Esta colecta de especímenes se realiza durante 10-15 minutos a lo largo del transectas.

Todas las muestras se etiquetaron y almacenaron en tubos eppendorf (recipientes cilíndricos de plástico de pequeño tamaño), con etanol al 80% y se transportaron a laboratorio en San Miguel de Tucumán, donde fueron procesadas.

#### Fotografía 5.27 y 5.28: Técnicas de monitoreo usadas para el relevamiento de artrópodos



Fuente: GT, 2025 en base a información proporcionada por Posco Argentina.

#### 5.5.1.1. Identificación

Se consultó literatura taxonómica para la identificación de dípteros al nivel más específico posible, una vez separados al nivel de familia (Mariluis & Mulieri 2003; Marinoni et al. 2007, RoigJuñent et al. 2014). Hymenoptera (Michener 2000; Prezoto et al. 2021) así como recursos online para algunas familias de Coleoptera.

#### 5.5.2. Resultados obtenidos

El monitoreo de artrópodos evidenció un aumento notable en la abundancia total luego del inicio de la etapa de construcción, con un pico marcado durante la primavera de 2024. Durante la línea de base (invierno y primavera de 2023), se registraron niveles bajos de abundancia, que se incrementaron considerablemente en los muestreos posteriores, especialmente en los meses de mayor temperatura.

Entre los órdenes más representativos a lo largo del período se destacan Diptera e Hymenoptera, con una marcada presencia en primavera 2024, lo que podría estar relacionado con factores estacionales y ambientales que favorecen su actividad y reproducción. También se registró un incremento sostenido en Coleoptera.

**Tabla 5.24 Registro consolidado de abundancias de artrópodos período 2023 - 2024**

Ordenes	Línea de Base		Monitoreos Post - Inicio Construcción			
	Invierno 2023	Primavera 2023	Verano 2024	Otoño 2024	Invierno 2024	Primavera 2024
Araneae	-	1	3	1	-	7
Coleoptera	4	3	33	9	-	49
Diplopoda	-	1	-	-	-	-
Diptera	8	13	45	11	5	131
Hemiptera	-	1	-	1	-	-
Hymenoptera	5	11	169	6	6	199
Lepidoptera	-	1	-	-	-	6
Odonata	-	1	-	-	-	-
Melacostra	-	-	1	-	-	-

Ordenes	Línea de Base		Monitoreos Post - Inicio Construcción			
	Invierno 2023	Primavera 2023	Verano 2024	Otoño 2024	Invierno 2024	Primavera 2024
Thysanoptera	-	-	1	-	-	-
Siphonáptera	-	-	1	-	-	-
Isopóda	-	-	7	-	-	-
Orthoptera	-	-	-	-	-	1
Phasmida	-	-	-	-	-	1
<b>Total</b>	<b>17</b>	<b>32</b>	<b>267</b>	<b>28</b>	<b>11</b>	<b>394</b>

Fuente: GT, 2025 en base a información proporcionada por Posco Argentina

### 5.5.3. Resultados por Campaña de monitoreo

#### 5.5.3.1. Resultados 2023 – Línea de base

Durante el invierno del año 2023, En total se colectaron 17 ejemplares pertenecientes a los órdenes Díptera, Coleóptera e Hymenóptera. El orden más diverso fue Díptera, representando más de la mitad de los registros. En general entre los sitios muestreados, las vegas mostraron mayor diversidad. La riqueza obtenida en esta estación fue más pequeña pero esperado, durante este muestreo en la mayoría de sitios no hubo presencia de insectos y presentaron ráfagas de viento de más 40km/h, acompañadas de descenso en la temperatura, lo que pudo afectar la actividad de la artropofauna.

Por lo contrario, en primavera 2023, se colectaron 34 especies diferentes de la clase Insecta y Arachnida, donde se reportan más del doble de diversidad de especies que en la estación previa mencionada. En este caso, también los dípteros fueron el taxon más abundante, sin embargo, observaciones in situ sugieren que la actividad de abejas, escarabajos y mariposas también fue alta en los diferentes sitios de muestreo.

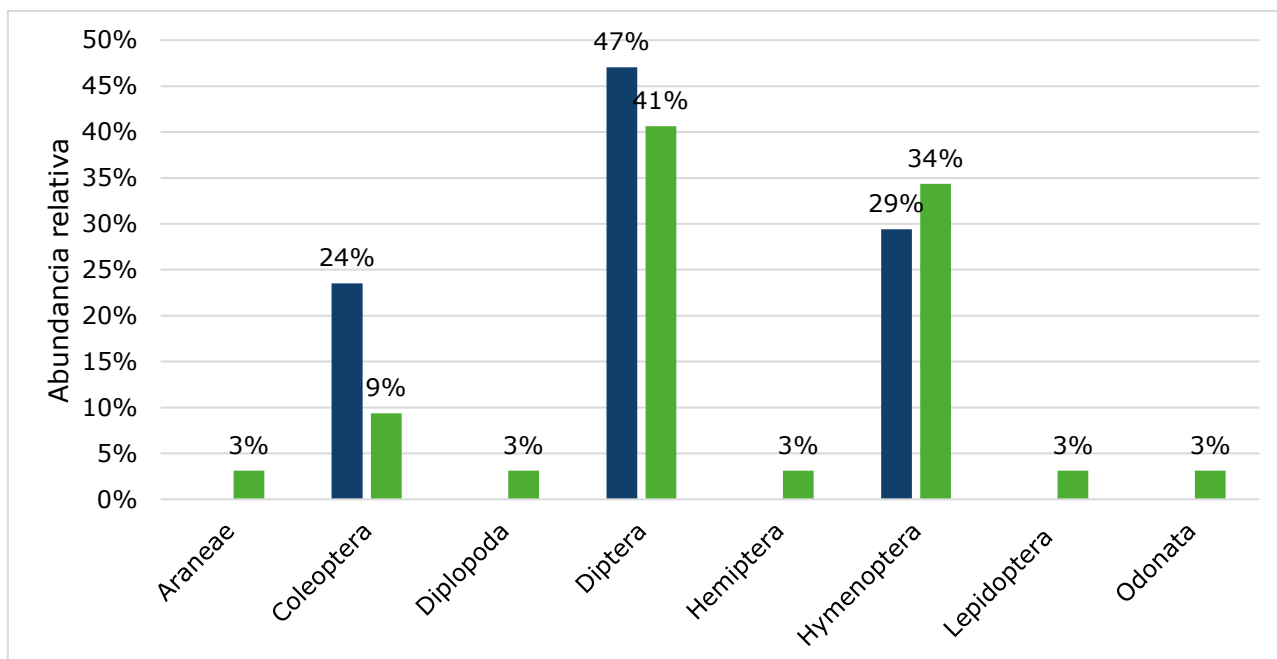
**Tabla 5.25 Abundancia absoluta y relativa de los órdenes presentes en invierno y primavera 2023.**

Orden	Invierno 2023		Primavera 2023	
	Abundancia	Abundancia relativa	Abundancia	Abundancia relativa
Araneae	-	0%	1	3%
Coleoptera	4	24%	3	9%

Orden	Invierno 2023		Primavera 2023	
	Abundancia	Abundancia relativa	Abundancia	Abundancia relativa
Diplopoda	-	0%	1	3%
Diptera	8	47%	13	41%
Hemiptera	-	0%	1	3%
Hymenoptera	5	29%	11	34%
Lepidoptera	-	0%	1	3%
Odonata	-	0%	1	3%
<b>Total</b>	<b>17</b>	<b>100%</b>	<b>32</b>	<b>100%</b>

Fuente: GT, 2025 en base a información proporcionada por Posco Argentina

**Figura 5.10 Comparativa entre invierno y primavera de abundancias relativas de los ordenes presentes.**



Fuente: GT, 2025

Como puede observarse en la figura anterior, el orden que más se registró en el campo, en ambas campañas analizadas es Díptera. Se registraron especies de la familia Calliphoridae, que incluye moscas de colores metálicos de amplia distribución, con un largo y complejo historial taxonómico, por lo que suelen ser difíciles de identificar (Williams & Villet 2014). Las larvas de la mayoría de las especies son saprófagas y/o ectoparásitos, por lo que suelen estar asociadas a centros urbanos,

paisajes rurales productivos y tener importancia veterinaria (Stevens & Wall 1996, 1997).

También se registraron individuos de la familia Drosophilidae que incluye moscas de la fruta, cuya importancia comercial está bien consolidada debido al control biológico, y estudios genéticos. Sin embargo, en el Neotrópico hay poco conocimiento sobre la ecología poblacional de las especies de Sudamérica (Tidon, 2006). Especies de la familia Sarcophagidae, también se registraron, estas tienen importancia forense, y junto con Calliphoridae y Muscidae se incluyen como uno de los insectos descomponedores más importantes de substratos cadavéricos. Su registro en Upstream no es raro, ya que se han documentado en condiciones de aridez y ambientes de altura de Argentina (Aballay et al. 2011).

Finalizando el listado de Díptera, la familia Syrphidae es una de las más diversas y también fue registrada durante los muestreos. Presentan colores vistosos y variables. Tienen un alto potencial económico porque varias son polinizadoras de cultivos, y pueden ser controladoras biológicas al ser fitófagas, micetófagas, coprófagas y predadoras de pequeños artrópodos como áfidos (Thompson et al. 1976).

**Fotografía 5.29 Ejemplar del orden Díptera y Fotografía 5.30 Ejemplar de Hymenoptera.**



Fuente: Posco Argentina, 2023

Además, fragmentos de escarabajos de la familia Tenebrionidae fueron encontrados. La abundancia relativa de este taxon es mayor en invierno que en verano.

**Fotografía 5.31 Restos de ejemplar de escarabajo, invierno 2023**



**Fotografía 5.32 Ejemplar de orden coleoptera, Primavera 2023**



Fuente: Posco Argentina, 2023

#### 5.5.3.2. Verano 2024

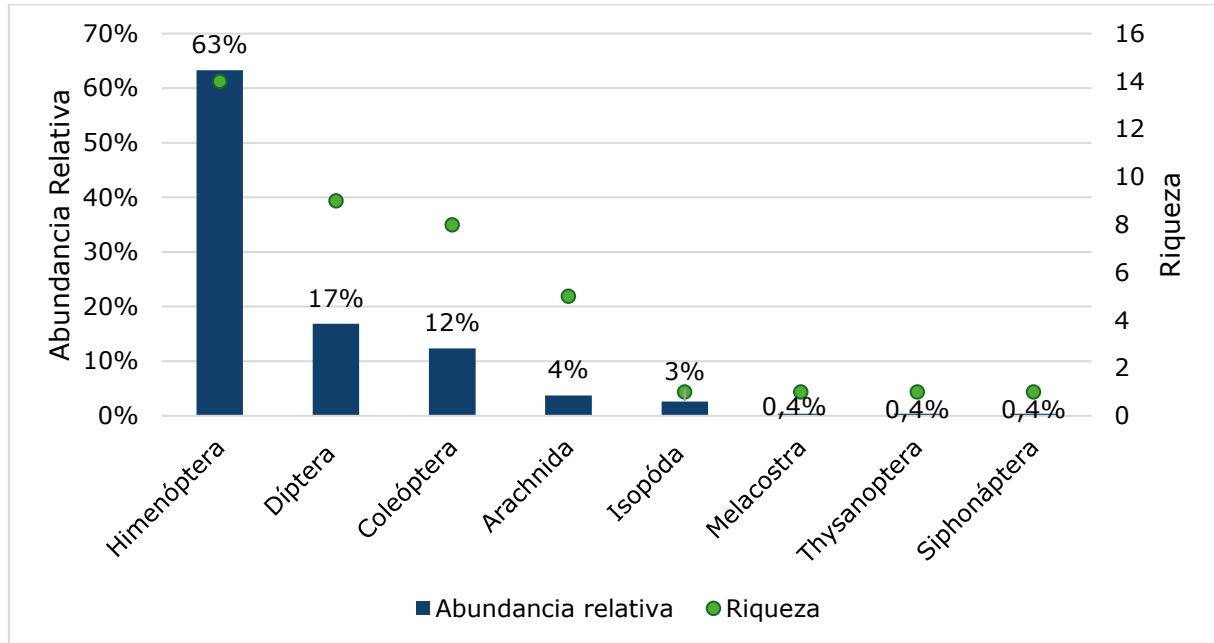
Para el área de estudio se colectaron en total 267 artrópodos de 44 especies/morfoespecies (N=267, S=40). La comunidad de artrópodos estuvo representada por 8 órdenes, el grupo de los himenópteros fue el de mayor riqueza, seguido de Coleóptera (Himenóptera=14, Dípteros=9). En cuanto a la abundancia, Himenóptera también fue el orden más representado (Hymenoptera=169), seguido de Díptera (Díptera=45) y Coleóptera (Coleóptera=33).

**Tabla 5.26 Abundancias y riqueza de artrópodos – verano 2024**

Orden	Abundancia	Abundancia relativa (%)	Riqueza
Díptera	45	17%	9
Coleóptera	33	12%	8
Himenóptera	169	63%	14
Arachnida	10	4%	5
Melacostra	1	0,4%	1
Thysanoptera	1	0,4%	1
Siphonáptera	1	0,4%	1
Isopóda	7	3%	1
<b>Total</b>	<b>267</b>	<b>100%</b>	<b>40</b>

Fuente: GT, 2025.

**Figura 5.11 Abundancia relativa y riqueza de artrópodos – verano 2024**



Fuente: GT, 2025.

Los órdenes más abundantes fueron Hymenoptera, Diptera y Coleóptera mientras que Ixodida, Araneae e Isopoda fueron los grupos menos abundantes. En términos generales las especies más abundantes también fueron las que mayor distribución tienen y se encontraron en casi todos los sitios.

Al analizar por sitios de muestreo, se podría definir a los sitios en tres grupos principales, uno de baja diversidad comprendido por: Cerro Ratones, Borde Salar, Cono Grande, Arroyo Filomena y Río los Patos. El segundo está formado por los sitios con diversidad media como Vega Chuculaqui Este y Sur, V. Bequville Este y Oeste, y Laguna Catalano y en el otro extremo, Vega Chuculaqui Oeste y Norte con alta diversidad.

Las condiciones climáticas, topográficas y ecológicas entre otras influyen en el desarrollo de las poblaciones de artrópodos y en la diversidad. Asociada a estas condiciones, posiblemente, en los sitios de mediana y alta diversidad, la humedad y la disponibilidad de agua permite el desarrollo de una vegetación diversa que ofrece refugio y una mayor oferta de nichos ecológicos para ser ocupados por los artrópodos.

### 5.5.3.3. Otoño 2024

Para el área de estudio se colectaron en total 28 artrópodos de 15 especies/morfoespecies (N=28, S=15). La comunidad de artrópodos estuvo representada por cinco órdenes, el grupo de los Dípteros fue el de mayor riqueza, seguido de Himenópteros (Díptera=6, Hymenoptera=4). En cuanto a la abundancia, Díptera también fue el orden más representado (Diptera=11), seguido de Coleóptera (Coleoptera=9) e Hymenoptera (Hymenoptera=6). Luego, Hemiptera y Aranae fueron los menos abundantes.

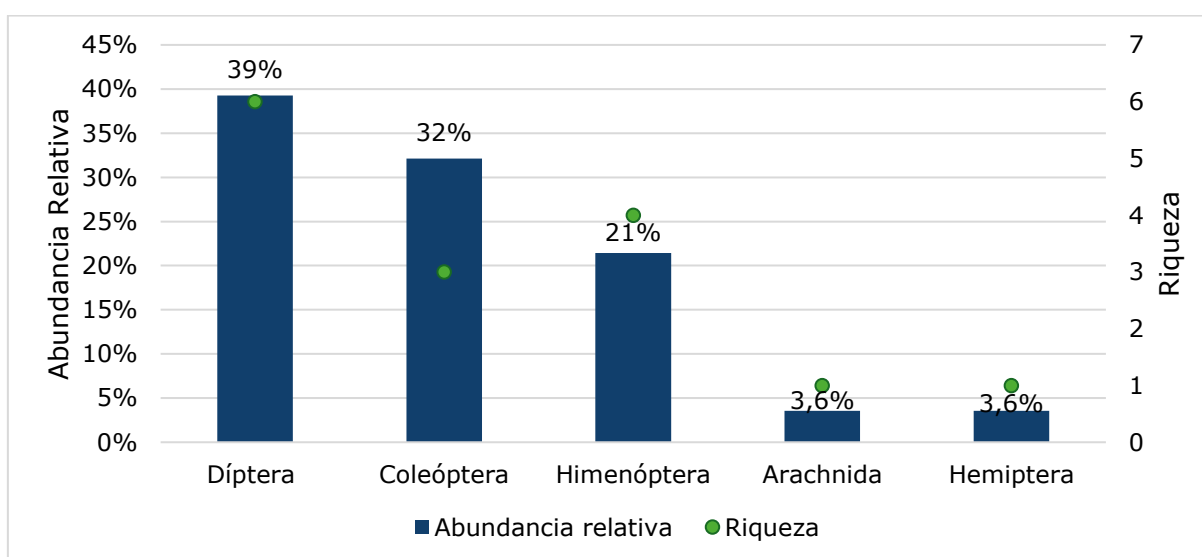
**Tabla 5.27 Abundancias y riqueza de artrópodos – Otoño 2024**

Orden	Abundancia	Abundancia relativa	Riqueza
Díptera	11	39%	6
Coleóptera	9	32%	3
Himenóptera	6	21%	4
Arachnida	1	3,6%	1
Hemiptera	1	3,6%	1
<b>Total</b>	<b>28</b>	<b>100%</b>	<b>15</b>

Fuente: GT; 2025.

A continuación, se presenta un gráfico comparativo de las abundancias totales y riqueza de especies entre los diferentes órdenes de artrópodos registrados.

**Figura 5.12 Abundancia relativa y riqueza de artrópodos – otoño 2024**



Fuente: GT; 2025

GT Ingeniería S.A.

[info@qtarg.com](mailto:info@qtarg.com)

Otoño, fue un muestreo marcado por la baja diversidad y abundancia de especies encontradas a un nivel general podría decirse que no hubo diferencias significativas entre los sitios muestreados. Sin embargo, se puede definir un patrón, el cual sugiere que los sitios con mayor humedad, aporte de agua y diversidad de refugios como son los ambientes de vegas o el río es en donde se produjeron las mayores capturas.

Entre los pocos especímenes colectados se destaca la presencia de una avispa, perteneciente a la familia Chrysididae y una abeja nativa, perteneciente a la familia Colletidae, ambos himenópteros solitarios de hábitos parasitarios, pero también polinizadores de plantas silvestres, lo cual los convierte en especies valiosas para el ecosistema.

#### 5.5.3.4. Invierno 2024

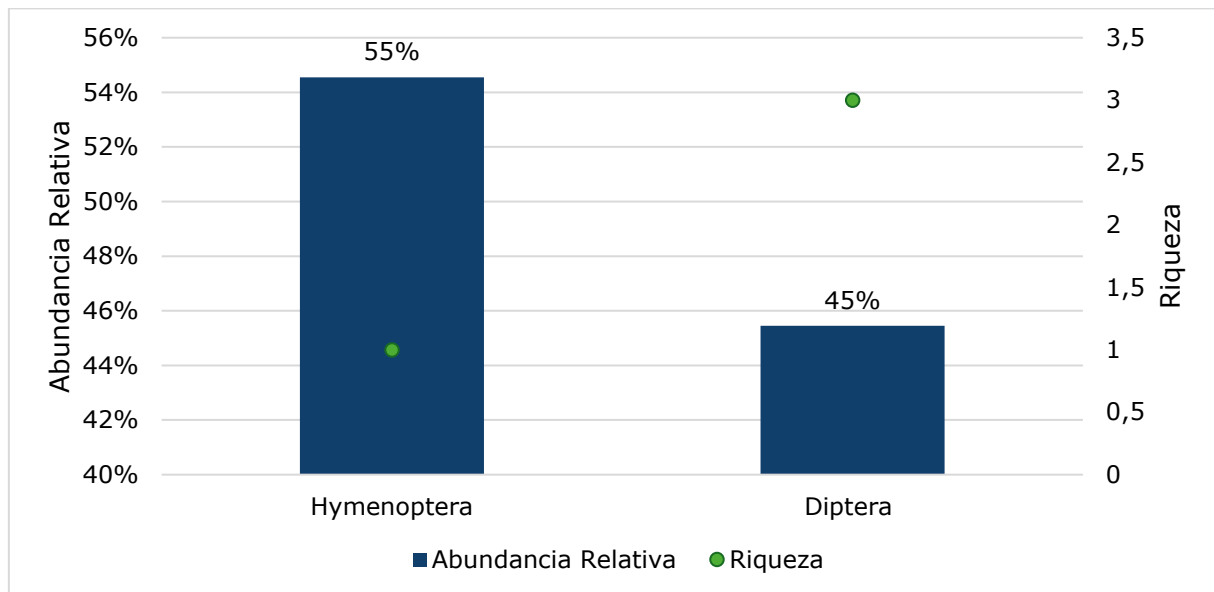
Para el área de estudio se colectaron en total 11 especímenes de artrópodos de 5 especies/morfoespecies (Abundancia=11, Riqueza=4). La comunidad de artrópodos estuvo representada solo por 2 órdenes, Díptera con 5 individuos e Hymenoptera con 6 ejemplares colectados. Para Díptera la riqueza fue de 3 y de 1 para Hymenoptera. A continuación, se presenta una tabla y el gráfico comparativo de las abundancias y riqueza de especies entre los diferentes órdenes de artrópodos registrados.

**Tabla 5.28 Abundancias y riqueza de artrópodos – invierno 2024**

Orden	Abundancia	Abundancia Relativa	Riqueza
Hymenoptera	6	55%	1
Diptera	5	45%	3
<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>100</b>	<b>4</b>

Fuente: GT, 2025

**Figura 5.13 Abundancia relativa y riqueza de artrópodos – invierno 2024**



Fuente: GT, 2025.

Para el invierno 2024 solo se colectaron muestras en 4 sitios de los muestreados y la riqueza específica de artrópodos varió entre 0 y 3 taxas por sitio.

El muestreo de artrópodos de invierno estuvo marcado por la baja diversidad abundancia de individuos colectados. Para el primer atributo solo se cuenta con individuos pertenecientes a dos órdenes de la clase Insecta (Diptera e Hymenoptera). Es importante remarcar que todos representantes de estos órdenes (familias Formicidae, Muscidae, Syrphidae y Drosophidae) comparten ciertos atributos biológicos que explican su presencia durante la colecta. Dichos atributos son: la alta diversidad de especies y que reflejan cierto éxito evolutivo, el hecho de ser cosmopolitas y por ende su gran capacidad para dispersarse y desarrollarse en distintas condiciones ambientales, solo explicada por la facilidad con la que pueden explotar los recursos disponibles sean estos escasos o abundantes.

#### 5.5.3.5. Primavera 2024

Se colectaron en total 394 especímenes de artrópodos de un total de 40 especies/morfoespecies (Abundancia=394, Riqueza=40). La artropofauna durante esta campaña estuvo representada por 6 órdenes: Díptera, Hymenoptera, Coleoptera, Lepidoptera, Orthoptera, Phasmida y Araneae; siendo los órdenes de dípteros e himenópteros los más abundantes y con más número de especies (riqueza

Díptera=15, Riqueza Hymenoptera=12). El orden Díptera muestra una tendencia que se repite en todas las campañas y es que dominan en casi todos los ambientes. Entre los sitios muestreados, las vegas capturaron la mayor diversidad.

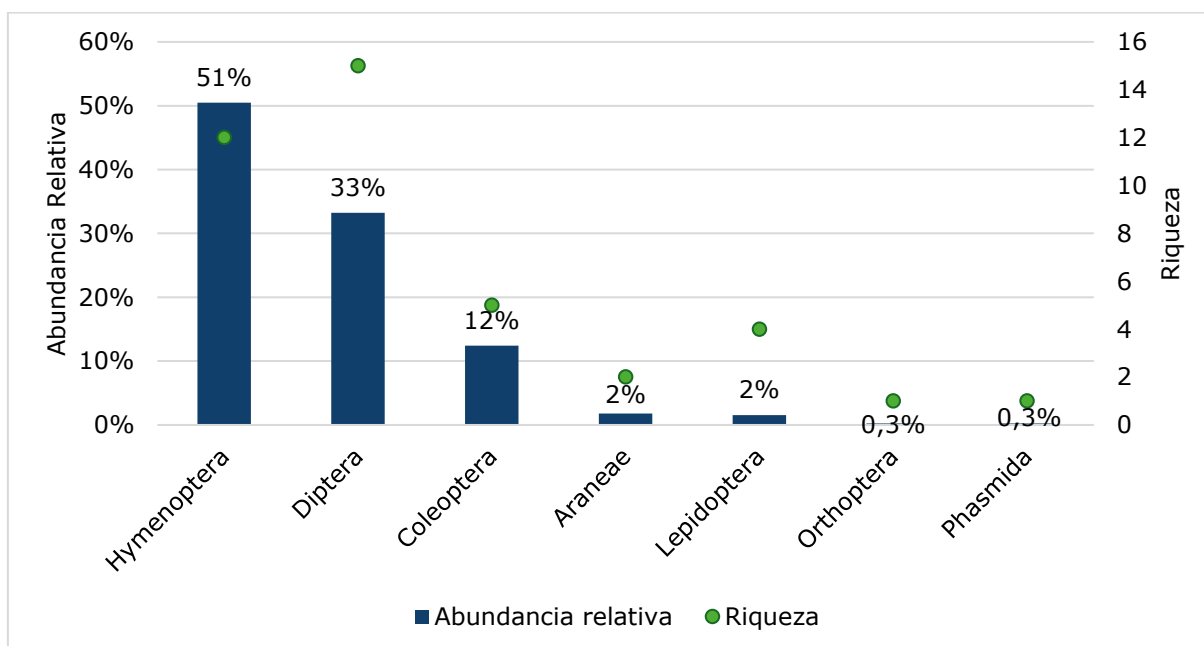
**Tabla 5.29 Abundancias y riqueza de artrópodos – invierno 2024**

Orden	Abundancia	Abundancia relativa	Riqueza
Hymenoptera	199	51%	12
Diptera	131	33%	15
Coleoptera	49	12%	5
Araneae	7	2%	2
Lepidoptera	6	2%	4
Orthoptera	1	0,3%	1
Phasmida	1	0,3%	1
<b>Total</b>	<b>394</b>	<b>100%</b>	<b>40</b>

Fuente GT, 2025.

A continuación, se presenta un gráfico comparativo de las abundancias relativas y riqueza de especies entre los diferentes órdenes de artrópodos registrados.

**Figura 5.14 Abundancia relativa y riqueza de artrópodos – primavera 2024**



Fuente: GT, 2025.

Durante la campaña de primavera 2024 la riqueza específica de artrópodos se incrementó de manera considerable respecto a campañas anteriores, se colectaron ejemplares en todos los sitios muestreados a excepción de Canteras. Es decir que todos los sitios estudiados en su mayoría mostraron una mayor abundancia y riqueza que en las campañas anteriores (Otoño e Invierno 2024).

La riqueza y abundancia de artrópodos en los sitios muestreados fue considerablemente alta y los resultados obtenidos evidencian una dominancia de dípteros e himenópteros; al comparar este informe con los anteriores podemos concluir que la artropodofauna es heterogénea y que hay un recambio constante de especies y una variación asociada a los ecosistemas, donde vemos que las vegas albergan la mayor diversidad a lo largo de las estaciones.

Durante el monitoreo fue clara la presencia de insectos antófilos asociados con la polinización, lo que sugiere que existe una persistencia de este grupo de insectos con potenciales servicios ecosistémicos que podrían favorecer diferentes procesos de restauración ecológica.

#### **5.5.4. Conclusiones**

Los muestreos realizados durante el invierno y la primavera de 2023 constituyen una línea de base valiosa para comprender la comunidad de insectos del área antes del inicio de la etapa de construcción. Aunque la riqueza y abundancia general de insectos fue baja, especialmente en invierno, los resultados revelan una comunidad heterogénea, dominada principalmente por dípteros, y con evidencia clara de recambio de especies entre estaciones.

Durante la primavera, las condiciones climáticas favorables y la mayor disponibilidad de recursos florales se tradujeron en un aumento en la diversidad y resolución taxonómica, particularmente en especies asociadas a vegetación herbácea y suelos superficiales.

Para los años correspondientes a la etapa de construcción del proyecto, se cuenta con monitoreos estacionales de la comunidad de artrópodos. Los resultados obtenidos permiten observar patrones generales de riqueza, abundancia y

composición, así como la influencia de factores ecológicos y climáticos sobre las comunidades presentes.

En términos generales, los grupos más representativos durante todo el periodo fueron Hymenóptera y Díptera, los cuales dominaron en abundancia y riqueza en la mayoría de los muestreos. Esta dominancia, constante a lo largo del año, sugiere una comunidad estructurada por especies ampliamente distribuidas, generalistas y adaptadas a distintos hábitats.

Las diferencias estacionales fueron marcadas. Primavera y verano presentaron los mayores niveles de riqueza y abundancia, destacando los sitios asociados a vegas y ambientes húmedos como los de mayor diversidad. Por el contrario, otoño e invierno estuvieron caracterizados por una notable reducción en la riqueza específica y número de individuos, en especial en invierno, donde la actividad biológica fue muy baja y limitada a unos pocos taxones cosmopolitas y resistentes.

A lo largo del año se mantuvo un patrón claro de diversidad por tipo de sitio, que permitió agrupar las áreas muestreadas en tres niveles (baja, media y alta diversidad), siendo las vegas y sectores cercanos a cuerpos de agua los que consistentemente registraron mayor diversidad de artrópodos.

Además, la presencia de insectos polinizadores y especies de valor ecológico, como abejas nativas y avispas solitarias, resalta el potencial ecosistémico del área.

## 5.6. Herpetofauna

La herpetología incluye tanto anfibios como reptiles. El conocimiento de anfibios es importante dado su intrínseco valor como parte de la naturaleza, que ofrecen muchos beneficios como eslabones en la cadena alimenticia, tanto como predador o presa, ayudando a sostener el balance ecosistémico. En zonas en las que han desaparecido ya están siendo documentados los efectos perjudiciales de su ausencia, ya que los anfibios ayudan a controlar plagas provocadas por insectos (u otros invertebrados), lo cual es importante para reducir la propagación de enfermedades.

En términos de conservación y monitoreo de los cambios climáticos los anfibios constituyen un grupo de gran importancia, ya que sus características fisiológicas y

de comportamiento complejo, los identifican como indicadores de contaminación atmosférica y de aguas.

En cuanto a los reptiles en general muestran gran vinculación al área donde viven, registrándose un gran número de casos de endemismos y microendemismos. Esto se encuentra en parte relacionado a la baja capacidad de dispersión de estos grupos (Pianka 1986), convirtiéndolos en muchos casos en especialistas de hábitat. En este marco, y considerando que se trata de especies que son predadores y presas de un gran número de animales, es fácil imaginar la importancia de los reptiles a nivel ecosistémico.

La declinación de anfibios y reptiles actualmente es causada por diferentes procesos, tanto a nivel global (radiación UV, calentamiento global) como local (contaminación del agua, sobrepastoreo, fragmentación de hábitats naturales) (Ross y Stephen, 1999). En la región Noroeste de la Argentina la fauna de reptiles está representada por dos grupos de especies, uno más relacionado a los Andes y regiones de mayor altura, y otro de mayor distribución asociado a zonas más bajas (Ceï, 1993).

El monitoreo se realizó en 24 sitios, en la siguiente tabla se presentan los sitios monitoreados y sus coordenadas geográficas.

Proyecto N°: 250505\_071 - Rev01

Informe de Impacto Ambiental – Sal de Oro CP2

Cliente: POSCO Argentina SAU

Junio 2025

**Tabla 5.30 Sitios de monitoreo de herpetofauna**

Sitio	Coordenadas geográficas		Coordenadas Sistema Gauss Kruger – Posgar 94 Faja 3	
	Latitud	Longitud	X	Y
Cono Carro Grande	24°58'26.07"S	66°58'29.10"O	3401575,05	7238448,3
Vega Carro Grande Oeste	24°59'19.46"S	66°56'22.21"O	3405145,71	7236830,44
Vega Carro Grande Este	24°59'21.36"S	66°56'22.54"O	3405136,86	7236771,91
Vega Bequeville Oeste	25° 5'26.59"S	66°59'59.13"O	3399145,24	7225489,09
Vega Bequeville Este	25° 5'34.56"S	66°59'59.68"O	3399131,64	7225243,71
Vega Chuculaqui Norte	25° 9'48.90"S	66°58'22.80"O	3401902,98	7217436,57
Vega Chuculaqui Sur	25° 9'52.90"S	66°58'25.30"O	3401833,85	7217312,97
Arroyo Filomena	25° 6'43.20"S	66°53'6.20"O	3410732,44	7223212,29
Cerro Ratones Norte	25°11'31.00"S	25°11'31.00"O	3413381,7	7214330,69
Cerro Ratones Noroeste	25°14'26.89"S	66°56'47.53"O	3404631,39	7208900,77
Cerro Ratones Suroeste	25°17'8.00"S	66°56'28.70"O	3405193,19	7203946,48
Cerro Ratones Sur	25°18'39.40"S	66°51'27.20"O	3413646,77	7201190,33
Borde de salar	25°18'53.0"S	66°52'56.2"O	3411159,95	7200755,64
Canteras	25°16'45.57"S	67° 0'47.17"O	3397956,21	7204584,06
Laguna Verde	25°19'43.12"S	66°58'13.32"O	3400711,48	7199657,95

GT Ingeniería S.A.

[info@gtarg.com](mailto:info@gtarg.com)

Proyecto N°: 250505\_071 - Rev01

Informe de Impacto Ambiental – Sal de Oro CP2

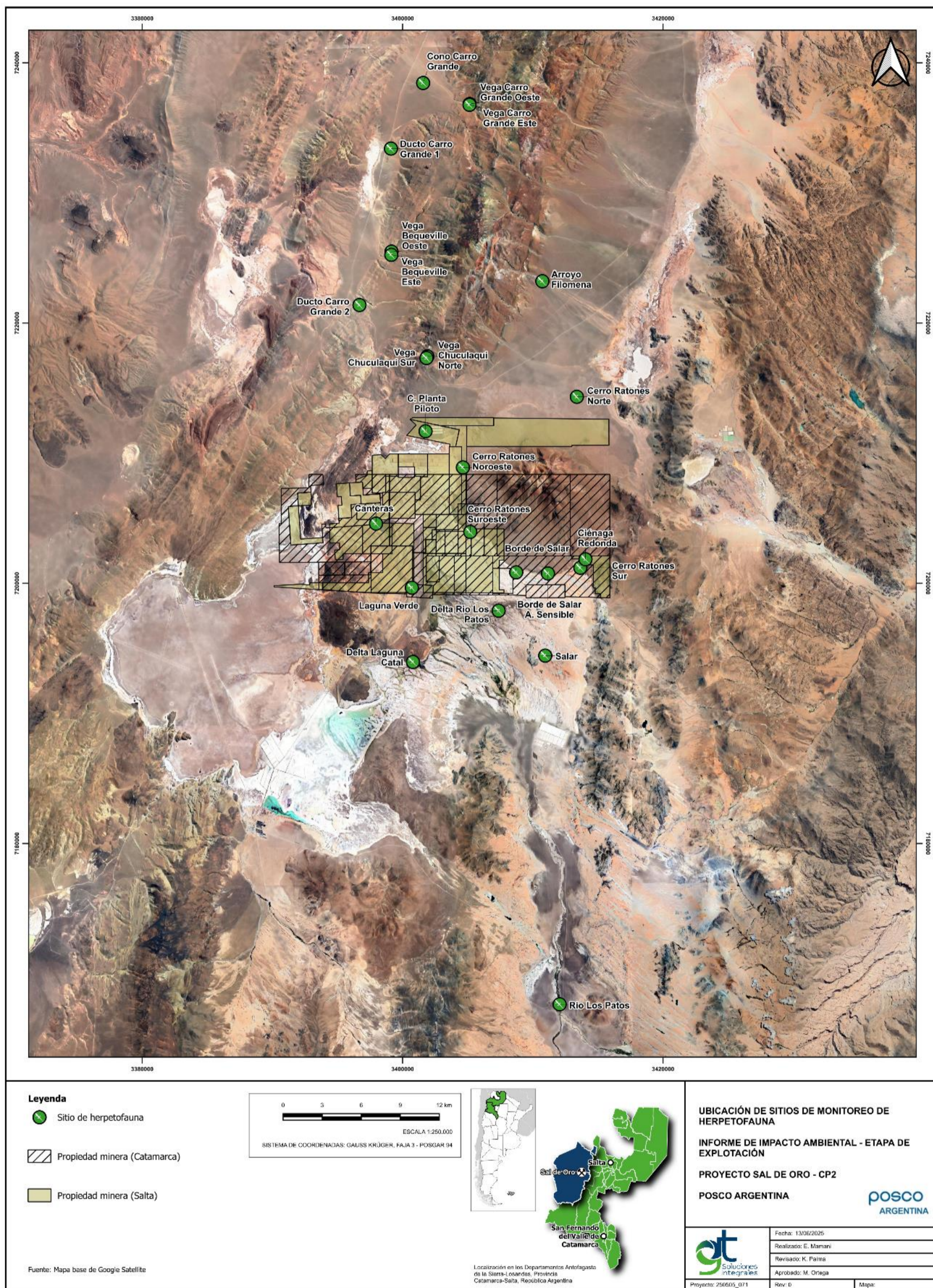
Cliente: POSCO Argentina SAU

Junio 2025

Sitio	Coordenadas geográficas		Coordenadas Sistema Gauss Kruger – Posgar 94 Faja 3	
	Latitud	Longitud	X	Y
Laguna Verde	25°19'26.30"S	66°59'10.0"O	3407373,86	7197891,13
Delta Rio Los Patos	25°20'25.25"S	66°55'12.25"O	3400794,63	7193952,02
Delta Laguna Catal	25°22'31.72"S	66°59'8.53"O	3412058,93	7167644,64
Rio Los Patos	25°36'49.07"S	66°52'31.84"O	3401759,79	7211683,59
Planta CP1	25°12'55.80"S	66°58'29.40"O	3410952,2	7194437,32
Salar	25°22'18.26"S	66°53'5.12"O	3399103,82	7233408,78
Ducto Carro Grande 1	25° 1'9.24"S	66°59'58.52"O	3396686,04	7221384,59
Ducto Carro Grande 2	25° 7'39.36"S	67° 1'27.99"O	3414045,43	7201845,3
UP-FFL-CR	25° 18'18.2"S	66°51'12.8"O	3408721,8	7200839,08

Fuente: POSCO Argentina, 2025.

Mapa 5.6 Ubicación de puntos de monitoreo de herpetofauna



Fuente: GT, 2025

GT Ingeniería S.A.  
[info@gtarg.com](mailto:info@gtarg.com)

### **5.6.1. Metodología aplicada**

Para este grupo de animales, se aplicó la metodología para inspección por encuentros visual (VES). Esta, es una de las técnicas más utilizadas y puede emplearse para medir la composición de especies, la abundancia relativa, la asociación de hábitats y la actividad (Heyer et al. 1994).

La esencia de la VES radica en su simplicidad y efectividad: consiste en la observación meticulosa y el registro de individuos a lo largo de recorridos preestablecidos, ya sean de distancias fijas o seleccionadas aleatoriamente, durante períodos de tiempo determinados. Esta flexibilidad hace que la técnica sea especialmente adecuada tanto para levantamientos exhaustivos de inventario como para programas continuos de monitoreo.

El procedimiento consiste en caminar lentamente por una transecta de 100 m por media hora, buscando, registrando y contando todas las especies e individuos de anfibios y reptiles que se encuentran a 2 m a cada lado del eje principal de la transecta.

Su aplicación resulta particularmente eficaz en entornos de amplias extensiones, donde la uniformidad de los hábitats y la visibilidad facilitan el avistamiento de reptiles activos en zonas abiertas y de anfibios en hábitats acuáticos poco profundos, claros y con vegetación dispersa.

El relevamiento es de intensidad media (Lavilla 2001), que significa que el personal de campo además de contar los especímenes que son visibles directamente, voltean objetos que se encuentran en la superficie (como troncos y rocas) y se busca en huecos, entre raíces, pajonal y arbustos, contando los animales así descubiertos. Los objetos desplazados deben ser regresados a su posición original para minimizar la alteración del hábitat.

Para complementar la metodología aplicada, se realizaron búsquedas asistemáticas en todos los ambientes seleccionados, revisando debajo de rocas, troncos, etc., con el fin poder detectar individuos que durante los muestreos no hayan sido observados; a su vez, se realizó un registro fotográfico de todas las especies encontradas, así como de los ambientes asociados a ellas.

## 5.6.2. Resultados obtenidos

Durante el monitoreo de herpetofauna se registró la presencia de varias especies del género *Liolaemus*, así como representantes de los géneros *Phymaturus* y *Rhinella*. La mayoría de los registros corresponden a épocas cálidas (primavera y verano), lo que concuerda con la mayor actividad superficial de estos grupos durante esos períodos.

Algunas especies, como *Liolaemus poecilochromus* y *Liolaemus sp.*, estuvieron presentes tanto en la línea de base como en distintos momentos posteriores al inicio de la construcción, lo que sugiere una cierta continuidad en su presencia en el área. Por otro lado, especies como *Liolaemus volcanus* y *Liolaemus scrocchii* se detectaron únicamente en los monitoreos posteriores, mientras que *Liolaemus kunza* solo estuvieron presentes durante la línea de base hasta el verano del 2024.

**Tabla 5.31 Registro consolidado de presencia de herpetofauna período 2023 - 2024**

Especie	Línea de Base		Monitoreos Post - Inicio Construcción			
	Invierno 2023	Primavera 2023	Verano 2024	Otoño 2024	Invierno 2024	Primavera 2024
<i>Liolaemus poecilochromus</i>	x	x	x	x	x	x
<i>Liolaemus kunza</i>	x	x	x			x
<i>Liolaemus sallitrosus</i>		x				x
<i>Liolaemus scroochii</i>			x			
<i>Liolaemus volcanus</i>						x
<i>Liolaemus sp</i>		x	x			x
<i>Phymaturus antofagastensis</i>		x	x			
<i>Rhinella spinulosa</i>		x	x			

Fuente: GT, 2025.

## 5.6.3. Resultados por Campaña de monitoreo

### 5.6.3.1. Invierno 2023

Durante el invierno del año 2023, se confirmó la presencia de dos especies de lagartos.

**Tabla 5.32 Numero de individuos de especies registradas.**

Especie	N° de individuos
<i>Liolaemus poecilochromus</i>	2
<i>Liolaemus kunza</i>	3

Fuente: GT, 2025

**Fotografía 5.33: Ejemplar de *Liolaemus poecilochromus***



Fuente: POSCO Argentina, 2023.

El área de influencia del proyecto comprende diferentes ambientes, cada uno con características ambientales particulares. Estas particularidades son la que favorecen o no la presencia de las diferentes especies de reptiles.

La gran mayoría de las especies del género *Liolaemus* poseen un ámbito de actividad muy restringido, desplazándose poca distancia en los alrededores de su cueva en busca de alimento. Esta característica las hace más vulnerables frente a la alteración o destrucción del hábitat. Esto toma mayor relevancia en las especies cuya distribución es más restringida.

#### 5.6.3.2. Primavera 2023

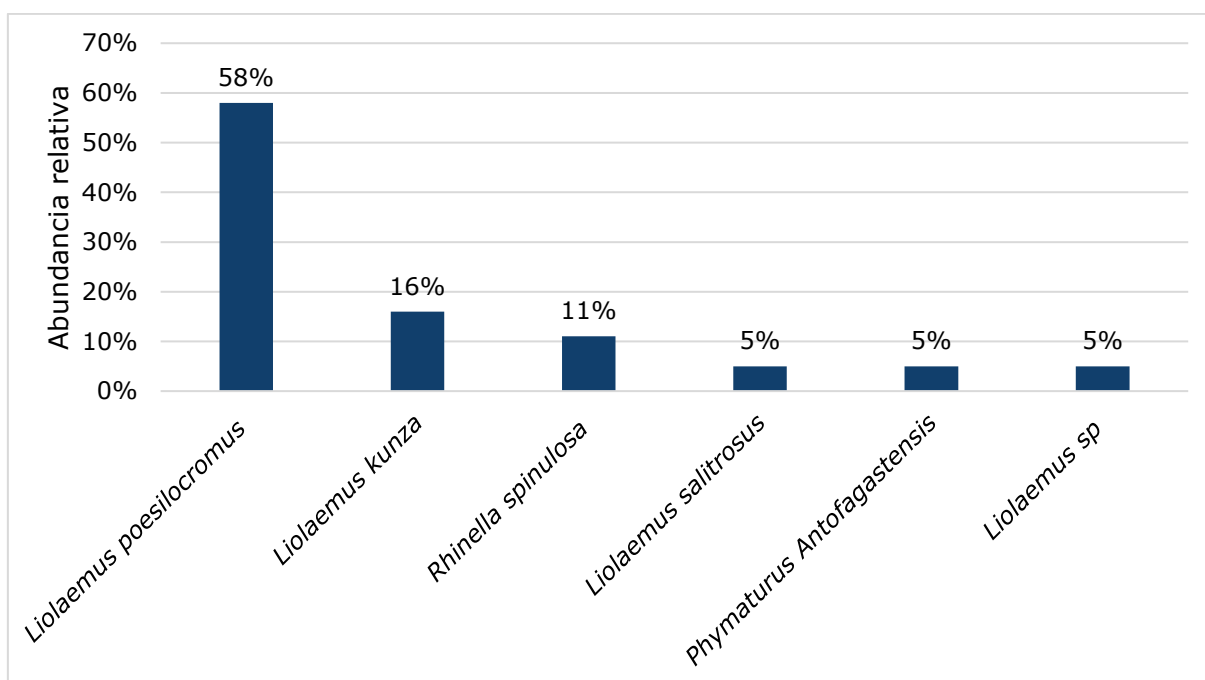
El área del Salar y la Puna Salteña presentan un conjunto único de especies adaptadas a condiciones extremas, presentando un total de 19 individuos,

GT Ingeniería S.A.

[info@qtarg.com](mailto:info@qtarg.com)

destacando la presencia de *Liolaemus poecilochromus*, *Liolaemus sallitosus*, *Phymaturus antofagastensis*, y *Liolaemus kunza*. La adaptación de estas especies a ambientes de alta montaña y salares resalta su importancia evolutiva y ecológica.

**Figura 5.15 Abundancia relativas de especies de herpetofauna – primavera 2023**



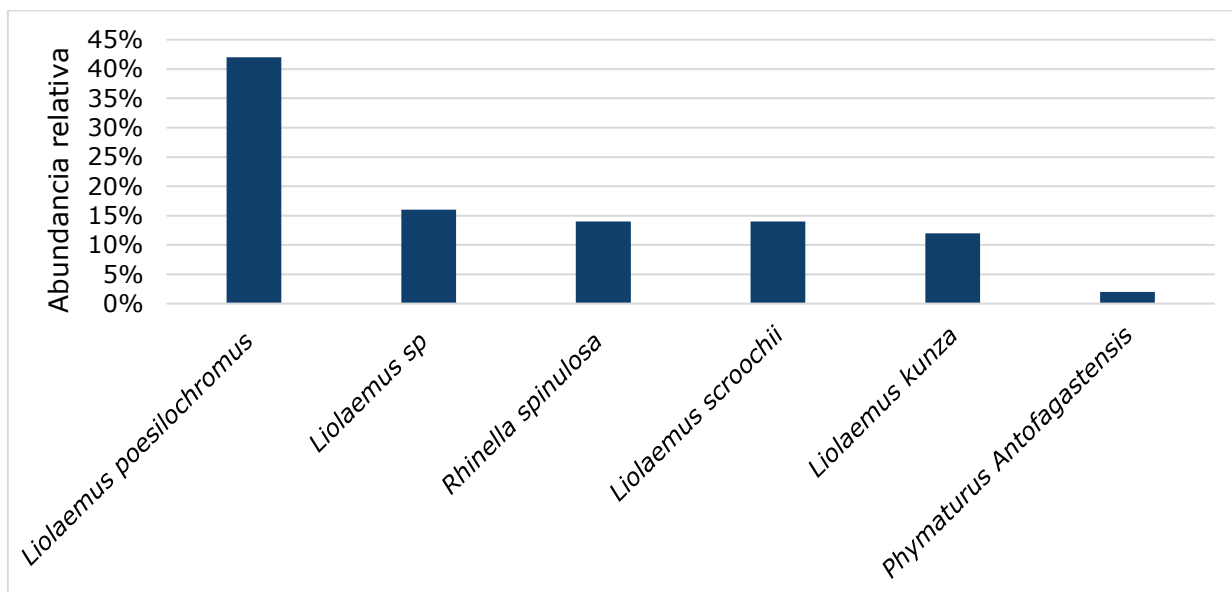
Fuente: GT, 2025.

Como puede observarse en la gráfica anterior, la única especie registrada durante el monitoreo de primavera 2023 es *Rhinella spinulosa*.

#### 5.6.3.3. Verano 2024

A continuación, se presenta una gráfica con las abundancias relativas de las especies de anfibios y reptiles registradas durante el muestreo realizado en verano del año 2024. Como puede observarse aquí también, la única especie observada de anfibios fue *Rhinella spinulosa*.

**Figura 5.16 Abundancia relativas de especies de herpetofauna – verano 2024**



Fuente: GT, 2025.

La predominancia de *Liolaemus poecilochromus* sugiere que ciertas características del hábitat en la Puna salteña favorecen a esta especie, posiblemente debido a su adaptabilidad a variadas condiciones ambientales o a la disponibilidad de recursos. La presencia de especies como *Liolaemus kunza* y *Liolaemus scrocchii*, aunque en menor medida, refuerza la importancia de la región como un hábitat crítico para la conservación de la herpetofauna.

**Fotografía 5.34: Ejemplar de *L. poecilochromus* adulto y Fotografía 5.35: Ejemplar de *Liolaemus scrocchii***



Fuente: POSCO Argentina, 2025.

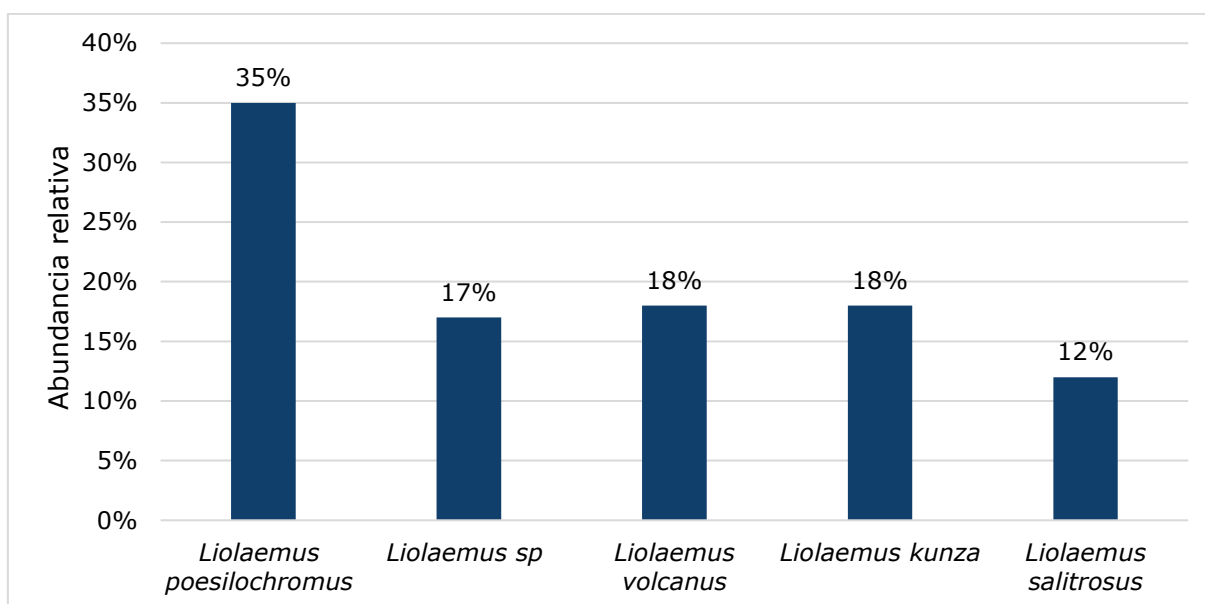
*Phymaturus antofagastensis*, y *Rhinella spinulosa* tuvieron observaciones limitadas, destacando la importancia de monitorear estas especies para comprender mejor su distribución y abundancia.

#### 5.6.3.4. Primavera 2024

Los relevamientos de herpetofauna durante la campaña de primavera 2024 dieron como resultado la presencia de individuos en 6 de los 20 sitios relevados. La mayoría de estos individuos pertenecen a la especie *Liolaemus poecilochromus* y el resto al mismo género, sin lograr la determinación a nivel de especie.

La riqueza específica para esta campaña fue de 4 y la abundancia absoluta fue de 17. La mayoría de los sitios monitoreados no obtuvo registro alguno de herpetofauna y en los sitios que tuvieron registros solo se observaron reptiles.

**Figura 5.17 Abundancia relativas de especies de herpetofauna – primavera 2024**



Fuente: GT, 2025.

Como se puede observar, durante esta campaña no se registraron especies de anfibios en ninguno de los sitios monitoreados.

#### 5.6.3.5. Otoño 2024

Durante el muestreo realizado en esta estación tanto la diversidad como riqueza de especies fue muy baja debido a que solo se registraron 4 individuos de *Liolaemus poecilochromus*, distribuidos en dos de los sitios monitoreados.

La baja diversidad y riqueza observadas en los sitios monitoreados sugieren que las condiciones ambientales durante el periodo de estudio no fueron favorables para la actividad herpetológica.

#### 5.6.3.6. Invierno 2024

Los relevamientos de herpetofauna durante la campaña de invierno 2024 dieron como resultado la presencia de un solo individuo. Se trata de un reptil de la especie *Liolaemus poecilochromus*. Esto resulta en una riqueza específica de 1 y en abundancia absoluta de 1 para la campaña de invierno.

#### 5.6.4. Conclusiones

Del análisis obtenido resulta notable la caída de la abundancia absoluta de individuos en las temporadas de otoño - invierno. Tanto en la campaña de primavera 2023 como en la de verano 2024 no varió mucho la riqueza de especies (5 y 6). Sin embargo, la abundancia absoluta fue notablemente disímil entre ambas campañas, liderando la de verano 2024 con 40 individuos, seguida por la de primavera 2023 con 19 individuos.

Por su parte, las campañas de otoño e invierno 2024 también obtuvieron la misma riqueza específica ( $S=1$ ), aunque la abundancia absoluta fue mayor en otoño, con 4 individuos, mientras que en invierno fue de apenas 1.

Estos datos permiten evidenciar variaciones significativas tanto en la abundancia absoluta como en la riqueza específica a lo largo de las estaciones. Si bien la riqueza de especies se mantuvo relativamente constante en primavera y verano, se registró una marcada disminución en la abundancia absoluta entre estas estaciones, acentuándose dicha tendencia en otoño e invierno, donde se observó una fuerte reducción tanto en la diversidad como en el número de individuos. Estos resultados reflejan una posible influencia estacional en la actividad y presencia de la herpetofauna, lo cual debe ser considerado en futuras evaluaciones ecológicas y estrategias de conservación.

## 5.7. Ictiofauna

El Salar del Hombre Muerto, es una cuenca endorreica que se encuentra ubicada en la región de la Puna, entre las provincias de Catamarca y Salta. Esta conformados por las lagunas Catal y Verde y los ríos Trapiche y los Patos (Paoli et al., 2009; Lobo y González, 2009). Siendo este último un cuerpo de agua permanente con fluctuaciones de caudal entre la época seca y húmeda (Vinante y Alonso, 2006).

La Puna se ubica en la ictiorregión Parano-platense occidental, caracterizada por presentar una ictiofauna pobre, por la rigurosidad climática y geológica. Se registra una especie para ríos y arroyos, con la presencia de endemismos pertenecientes a la familia Trichomycteridae (López et al., 2002; Menni, 2004; Lobo y Gonzales, 2009; Fernández, 2013). De acuerdo con las características hidrológicas de la Puna, similares a las del altiplano de Perú, Bolivia y Chile, cabría de esperar que la ictiofauna sea parecida con la presencia de los géneros Orestias, Pseudorestias, Astroblepus, Trichomycterus y Jenynsia. Hasta el momento, en la puna argentina, solo se registraron ejemplares de los dos últimos géneros (Menni, 2004; Lobo y González, 2009; Fernández, 2013, Andreoli Bize, et al., 2021). Para la provincia de Catamarca se registran 36 especies nativas, tres especies introducidas y dos trasplantada (Fernández et al., 2012, Contreras et al., 2022). Fernández y Andreoli Bize (2017) registraron dos especies de Trichomycterus: T. alterus y T. corduensis, en un río de Antofagasta de la Sierra (Catamarca), ampliando su distribución. Para el río Los Patos, cabría de esperar la presencia de especies de Trichomycterus.

### 5.7.1. Metodología

Para el muestreo de peces se utilizó pesca eléctrica (Equipo Samus Rich P 2000 L) combinando con redes de mano (Tipo Skimmig net) y red marco (100 x 52 cm; malla de 0.5mm) (ver figura). El esfuerzo de pesca fue, aproximadamente, de treinta minutos en los ambientes muestreados, con un recorrido entre 50 a 100 m.

El material fue fijado en formol al 10% y alcohol 96°, colocado en bolsas plásticas, con etiquetas de la localidad de colecta.

En el laboratorio el material se pasó a alcohol 75° para su estudio y conservación. El mismo fue pesado y medido: se tomó la longitud estándar (Lst). Fue determinado

usando claves actualizadas, a su vez fue revisado para encontrar signos externos de malformaciones, enfermedades y parasitismo externo.

**Fotografía 5.36 Redes empleadas para el monitoreo.**



Fuente: EUKEL, 2023.

**Fotografía 5.37 Red de mano.**



Fuente: EUKEL, 2023.

5.7.1.1. Sitios de monitoreo

El área de muestreo se encuentra ubicado en el Salar del Hombre Muerto, Departamento Antofagasta de la Sierra, Catamarca. Hidrográficamente, es una cuenca endorreica que tiene, aproximadamente, una superficie de 4.823 km<sup>2</sup>. Esta formada por tres subcuencas: la del Río Trapiche, la del Río de Los Patos y la del Salar (Paoli, et al., 2009; Integral Consulting Inc, 2023).

La subcuenca de Los Patos es la más grande, de unos 2,140 km<sup>2</sup>, este río nace en el Cerro Galán tiene como afluente al Río Aguas Caliente. Ambos, se fusionan en la cuenca aluvial al oeste de Cerro Amarillo y desembocan en la Laguna Catal (Vinante y Alonso, 2006; Integral Consulting Inc, 2023).

Los sitios de monitoreo y sus respectivas coordenadas geográficas se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla 5.33 Sitios de monitoreo de ictiofauna**

Punto de muestreo	Coordenadas Geográficas	Coordenadas Sistema KG Posgar 94 – Faja 3
Río Los Patos	66°37'50.3" S - 66°51'43.3" O	3407373,86 - 7197891,13
Delta Laguna Catal	25°22'31.72" S - 66°55'19.2" O	3400794,63 - 7193952,02
Delta Río Los Patos	25°19'54.1" S - 66°55'19.2" O	3412058,93 - 7167644,64

Fuente: Datos suministrados por POSCO Argentina.

A continuación, se realiza una breve descripción de los sitios de monitoreo:

- **Río Los Patos:** El río ancho, con barrancas de escasa altura, vegetadas y algunas zonas con playas. Sustrato areno-limoso con guijarros y bloques de tamaño chico (5 -10 cm). Con menos caudal que en el muestreo de invierno.
- **Delta Laguna Catal:** Laguna somera, de sustrato areno-limoso de escasa profundidad.
- **Delta Río Los Patos:** En este monitoreo no presentaba agua.

**Fotografía 5.38 Sitio de monitoreo, Delta Río Los Patos.**



Fuente: EUKEL, 2023.

**Fotografía 5.39 Sitio de monitoreo, Laguna Catal.**



Fuente: EUKEL, 2023.

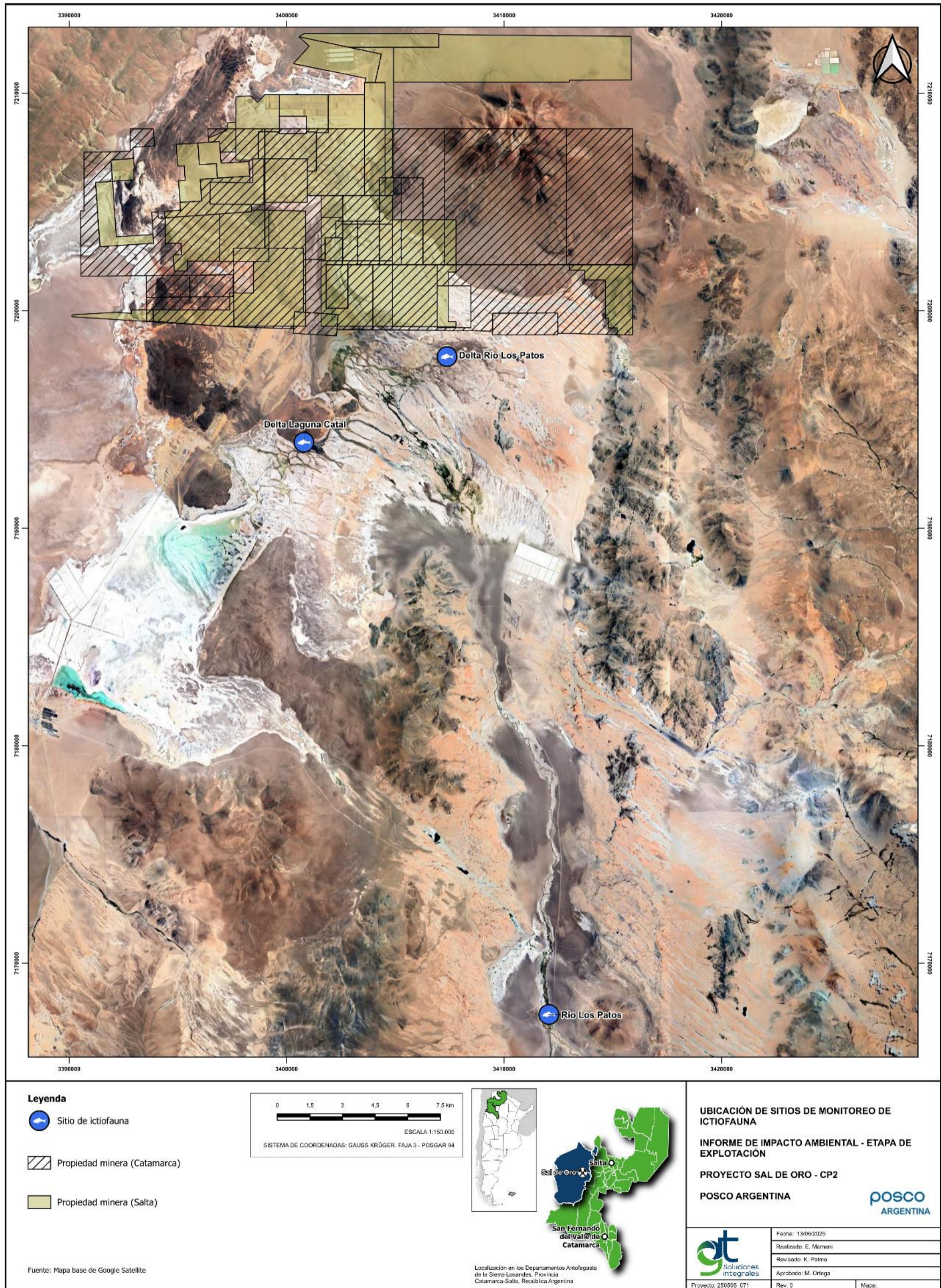
Proyecto N°: 250505\_071 - Rev01  
Informe de Impacto Ambiental – Sal de Oro CP2  
Cliente: POSCO Argentina SAU  
Junio 2025

### **Fotografía 5.40 Sitio de monitoreo, Delta Rio Los Patos.**



Fuente: EUKEL, 2023.

**Mapa 5.7 Ubicación de los sitios de monitoreo de ictiofauna.**



Fuente: GT, 2025.

## 5.7.2. Resultados obtenidos

### 5.7.2.1. Monitoreos 2023 – Línea de base

Durante la campaña realizada en invierno 2023, de los tres sitios de muestreo, solo se obtuvieron ejemplares en Río Los Patos. Se colectaron tres especímenes de *Ocorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) (truchas arco iris), pertenecientes a la Familia Salmonidae, Orden Salmoniformes. De los cuales dos fueron fijadas y uno devuelto al río.

Al igual que en invierno, durante la campaña de primavera 2023, solo se obtuvieron registros en el sitio Río Los Patos en donde se colectaron cuatro ejemplares de *Ocorhynchus mykiss*. Siendo la riqueza específica de uno.

En la siguiente tabla se presentan las abundancias registradas en invierno y primavera del 2023.

**Tabla 5.34 Abundancia de individuos registrada en las campañas 2023.**

Especies	Línea de base	
	Invierno 2023	Primavera 2023
<i>Onchorhynchus mykiss</i>	3	4

Fuente: GT, 2025 en base a datos suministrados por POSCO Argentina.

Los ejemplares colectados, no presentaron malformaciones, ni parasitosis externas. Solo en un ejemplar se observó una extrema delgadez, pero sin signos de enfermedad. En la necropsia realizada se observó la presencia de ovocitos en estado de absorción, lo que denotaba que era una hembra desovada.

**Fotografía 5.41 Ejemplar de truca arcoiris colectado en el sitio Rio Los Patos, invierno 2023.**



Fuente: EUKEL, 2023.

**Fotografía 5.42 Ejemplares de Fotografía 5.43 Hembra desovada de trucha arco iris colectado en el Río *Oncorhynchus mykiss*. Los Patos.**



Fuente: EUKEL, 2023.



Fuente: EUKEL, 2023.

#### 5.7.2.2. Monitoreos 2024

Durante las campañas realizadas en verano, otoño, invierno y primavera 2024 solo de registro la presencia de una especie de peces, *Ocorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) (truchas arco iris), perteneciente a la Familia Salmonidae, Orden Salmoniformes.

En la siguiente tabla se presentan las abundancias registradas durante las campañas realizadas en el periodo 2024.

**Tabla 5.35 Abundancia de individuos registrada en las campañas 2024.**

Especies	Periodo			
	Verano 2024	Otoño 2024	Inverno 2024	Primavera 2024
<i>Onchorhynchus mykiss</i>	5+	5	0	4++

Fuente: GT, 2025 en base a datos suministrados por Posco Argentina.

+Tres ejemplares avistados; ++dos ejemplares avistados.

Durante el monitoreo de verano 2024 realizado en el mes de febrero, en el punto Rio Los Patos se colectaron dos ejemplares y se hicieron 3 avistamientos de *Ocorhynchus mykiss* (truchas arco iris), siendo la riqueza específica de una especie.

Cabe aclarar que, durante esta campaña el sitio Delta Laguna Catal no presentaba agua, por lo tanto, no se realizó el muestro. Al igual que en el sitio Delta Rio los Patos al cual no se pudo acceder debido a las malas condiciones del camino.

**Fotografía 5.44 Ejemplar macho de trucha arco iris.**



Fuente: EUKEL, 2024.

**Fotografía 5.45 Vista frontal de la boca de ejemplar de trucha arco iris.**



Fuente: EUKEL, 2024.

Con respecto al monitoreo de otoño 2024, se colectaron cinco ejemplares de truchas arco iris: *Ocorhynchus mykiss*. La riqueza específica fue de uno. En el sitio Delta Rio Los Patos no se realizó el muestreo por la falta de agua y en Delta Laguna Catal no se obtuvieron ejemplares ya que presenta muy escasa profundidad.

En la campaña de invierno 2024 no se obtuvieron registros en ninguno de los sitios de monitoreo. Cabe mencionar que en Delta Río Los Patos no se realizó el muestreo por la escasa cantidad de agua que presentaba el ambiente, al igual que en Delta Laguna Catal, que presentaba muy escasa profundidad.

Por último, durante el monitoreo de primavera 2024, se capturaron 4 truchas *Oncorhynchus mykiss* y se avistaron 2 en el sitio Río Los Patos. Todos los ejemplares fueron devueltos al río. Al igual que en la campaña de invierno 2024 en el sitio Delta Río Los Patos no se realizó el muestreo por ausencia de agua, mientras que en Delta Laguna Catal presentaba muy escasa profundidad.

#### **Fotografía 5.46 Ejemplar de trucha arcoiris capturada, primavera 2024.**



Fuente: EUKEL, 2024.

#### **5.7.3. Conclusiones**

La diversidad de peces de la puna es baja con respecto a las ictioregiones aledañas, solo se han registrado tres familias: Trichomycteridae, Anablepidae y Salmonide, esta última introducida con fines deportivos (Barros & Monasterio de Gonzo, 2004; Lobo & González, 2009; Fernández, 2013; Posco Argentina, 2023; Fernández *et al.* 2024). En la región del Salar del Hombre muerto, solo se han registrado especímenes de trucha arcoíris, *Oncorhynchus mykiss*. A pesar de que en áreas aledañas se colectaron ejemplares de las familias Anablepidae y Trichomycteridae (Fernández & Andreoli Bize, 2017; Firpo Lacoste *et al.*, 2020; Fernández *et al.* 2024), quedando así, el Salar del Hombre Muerto en un área sin registros, de especies típicas de la puna.

En los distintos monitoreos realizados solo se obtuvieron registros en el sitio Río Los Patos de ejemplares de truchas arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*). Lo que varía es la cantidad de ejemplares colectados en las distintas estaciones del año.

### 5.8. Microorganismos extremófilos

La Puna Argentina es una meseta árida ubicada en la parte noroeste de Argentina, caracterizada por su gran altitud (por encima de los 3000 m) y condiciones ambientales extremas. Estas condiciones extremas han llevado al desarrollo de una variedad de microorganismos extremófilos, que son organismos capaces de sobrevivir y prosperar en ambientes extremadamente inhóspitos. El estudio de estos no solo tiene aplicaciones prácticas, sino que también contribuye al conocimiento científico sobre la diversidad microbiana y la evolución en ambientes extremos. Por otro lado, se ha observado una alta biodiversidad de sus comunidades microbianas con un valor biotecnológico significativo debido a sus adaptaciones únicas y las potenciales aplicaciones que pueden tener en diversas áreas, a saber:

- **Adaptación a la aridez extrema.** La Puna es una de las regiones más secas del mundo, con precipitaciones escasas y condiciones de sequía frecuentes. Los microorganismos de la Puna han desarrollado adaptaciones para sobrevivir en este ambiente, como la capacidad de resistir la desecación y la radiación solar más alta del planeta (radiófilos). Estas adaptaciones pueden tener aplicaciones en la biotecnología relacionada con la conservación de la humedad y la protección contra la radiación en cremas cosméticas o medicamentos oncológicos.
- **Tolerancia a la salinidad.** Muchas áreas de la Puna presentan suelos salinos y salmueras debido a la evaporación del agua en un clima árido. Los microorganismos extremófilos de la Puna a menudo pueden tolerar niveles extremadamente altos de salinidad (halófilos), lo que es relevante en la biotecnología para la producción de sal, la remediación de suelos salinos y la producción de productos químicos y bioplásticos a partir de biomasa salina.
- **Producción de biomoléculas.** Algunos microorganismos de la Puna tienen la capacidad de producir biomoléculas únicas, como enzimas termoestables, capaces de reparar ADN y de producir lípidos y pigmentos. Estas biomoléculas

pueden ser utilizadas en diversas aplicaciones biotecnológicas, como la industria alimentaria, cosmética y medicina, la producción de bioplásticos y la síntesis de productos químicos.

- **Biorremediación.** Los microorganismos extremófilos de la Puna también pueden desempeñar un papel importante en la biorremediación, es decir, la eliminación de contaminantes tóxicos del suelo y el agua. Su capacidad para tolerar condiciones ambientales adversas los hace candidatos ideales para la limpieza de sitios contaminados, especialmente de arsénico y cobre.

Los hechos anteriormente citados nos hablan de la importancia de realizar estudios de prospección microbiológica como parte de la línea de base ambiental de tal manera de comprender y gestionar los impactos ambientales de una explotación minera en la Puna Argentina de una manera integral. Esto permite tener en cuenta la vida microbiana allí existente, que, por otro lado, constituye la base de todo el ecosistema.

### 5.8.1. Metodología

#### 5.8.1.1. Sitios de monitoreo

El monitoreo de microorganismos extremófilos se llevó a cabo durante las estaciones de otoño, invierno y primavera de 2024 en Laguna Verde. El sitio constituye una laguna somera hipersalina, con fondo arenoso ubicada en el Salar del Hombre Muerto a más de 4000 metros sobre el nivel del mar. En este sitio se tomaron muestras en 3 puntos, detallados juntos con su denominación en la siguiente tabla:

**Tabla 5.36 Ubicación geográfica de los sitios de monitoreo de microorganismos extremófilos.**

Código	Sitio	Coordenadas Geográficas		Sistema Gauss Kruger Posgar 94	
		Latitud	Longitud	X	Y
M1	Punto inicial	25°20'49.5" S	66°58'24.9" O	3401991,56	7197106,74
M2	Punto medio	25°20'52" S	66°58'22.2" O	3402067,63	7197030,35
M3	Punto final	25°20'57.2" S	66°58'19.1" O	3402155,48	7196870,95

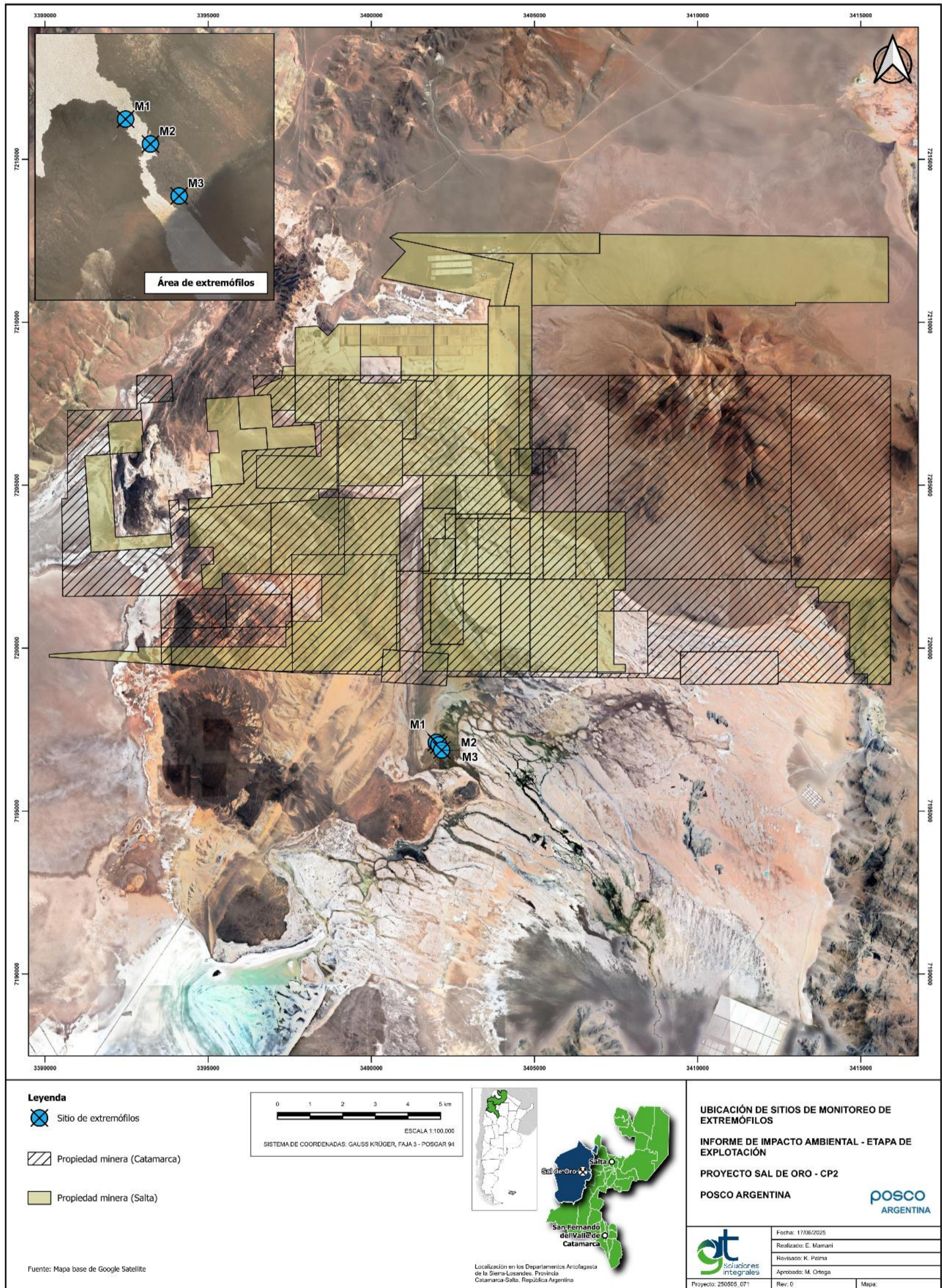
Fuente: Datos proporcionados por POSCO Argentina.

Las muestras fueron conservadas a 4°C hasta su entrega en el Centro Integral de Microscopía Electrónica dependiente de CONICET y UNT.

GT Ingeniería S.A.

[info@gtarg.com](mailto:info@gtarg.com)

**Mapa 5.8 Sitios de monitoreo de microorganismos extremófilos.**



Fuente: GT, 2025.

#### 5.8.1.2. Trabajo en laboratorio

Procesamiento y observación de muestras ambientales por microscopía electrónica de barrido (MEB) para determinación de microorganismos extremófilos. Permite la identificación de morfotipos procariotas (cocos, bacilos, micelio, esporas, cianobacterias) y de eucariotas (micelios de hongos, dimórficas levaduras, diatomeas, etc.). También se pueden identificar minerales y elementos químicos predominantes en la muestra por espectroscopía de dispersión de rayos X.

Se reciben tres muestras correspondientes a tapetes microbianos en condiciones refrigeradas. Las mismas fueron procesadas siguiendo protocolos estandarizados en nuestro laboratorio (Albarracin et al., 2010; Farias et al., 2015, Toneatti et al, 2017). Las muestras fueron visualizadas utilizando el microscopio electrónico de barrido Zeiss Supra 55VP en condiciones optimizadas para el estudio de muestras de suelo (EHT: 3, 4 y 20 kV, Apertura: 30  $\mu$ m, WD: 4-9 mm, Signal A: SE2, Sistema de Vacío: 3 e-006 en valor promedio). Para estudiar la composición química elemental de la muestra se utilizó un equipo de detección de energía de dispersión de Rayos X (INCA-Oxford, EDS) acoplado al microscopio y operado en condiciones estándares.

#### 5.8.2. Resultados

A continuación, se presentan los resultados de los monitoreos realizados en otoño, invierno y primavera 2024 por la consultora EUKEL. Cabe mencionar que corresponden a los primeros análisis realizados en el área de influencia del Proyecto.

- **Muestra M1**

Durante los monitoreos realizados en el periodo mencionado en este sitio se observan abundantes morfotipos de microorganismos; abundantes diatomeas, enteras o parcialmente fragmentadas con sus frústulas. Se observa diversidad de diatomeas, con o sin rafe, de diversos tamaños. Probables géneros presentes: *Gomphonema*, *Gomphoneia*, *Navicula*, *Pinnularia*, *Denticula*. La mayoría se encuentran fragmentadas o invadidas por agregados de aparentes morfotipos microbianos, cocos y bacilos, con minerales.

Durante invierno y primavera se identificaron además distintos niveles de agregados microbianos, asociados a minerales y material tipo mucoso, con formación incipiente de biofilms.

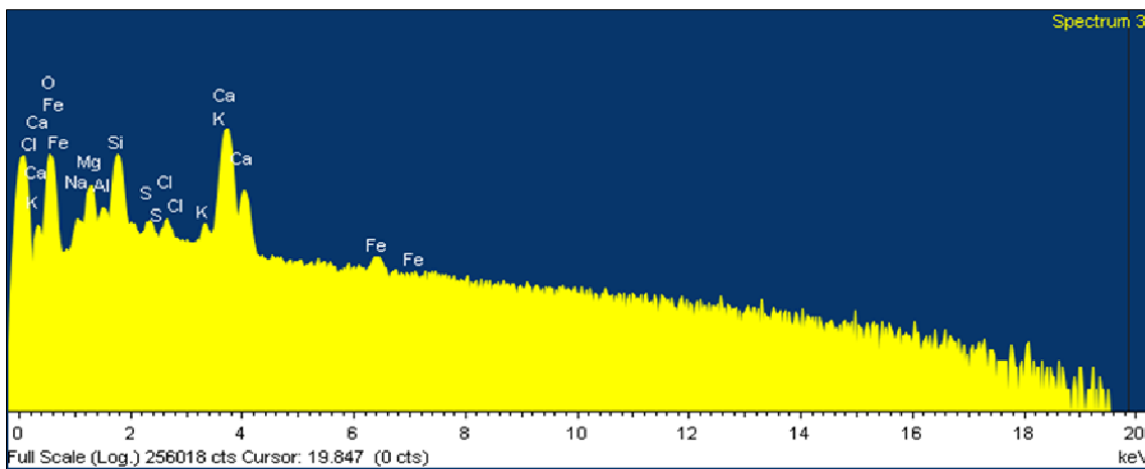
### **Fotografía 5.47 Microfotografía correspondiente a muestra M1**



Fuente: EUKEL, 2024.

Los espectros de EDS indican que las muestras extraídas en otoño 2024 están constituidas principalmente por O, Si y Fe, con menor concentración se encuentran el Ca, Mg, Al, Na, y en concentraciones mínimas: Cl, Cu, S y K. En algunos espectros, se detecta Ti. La alta concentración de Si/O se correlaciona con la alta cantidad de diatomeas observadas.

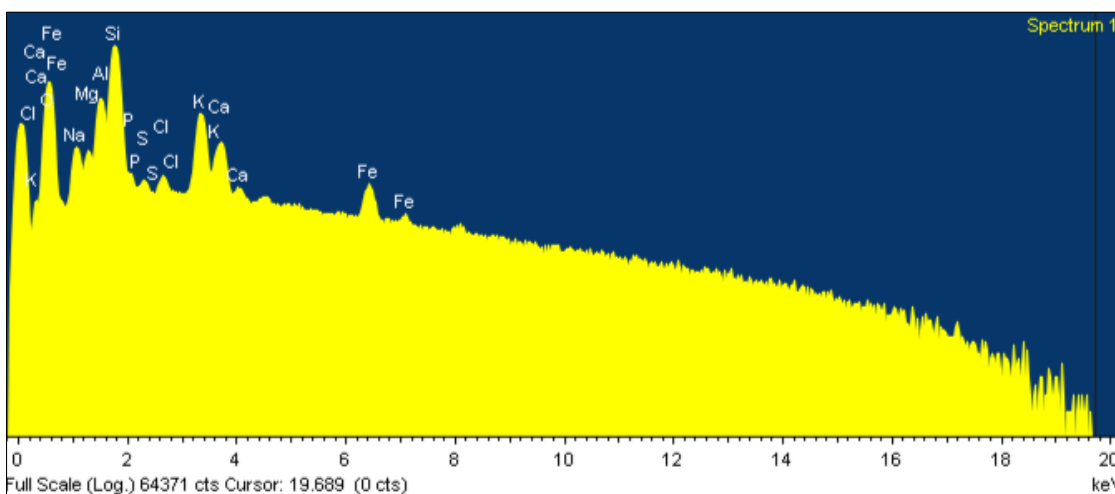
**Figura 5.18 Espectro de EDS muestra M1. Otoño 2024.**



Fuente: EUKEL, 2024.

Durante la primavera de 2024, los espectros de EDS indican abundante cantidad de Si en acuerdo con la gran cantidad de diatomeas presentes.

**Figura 5.19 Espectro de EDS muestra M1. Primavera 2024.**



Fuente: EUKEL, 2024.

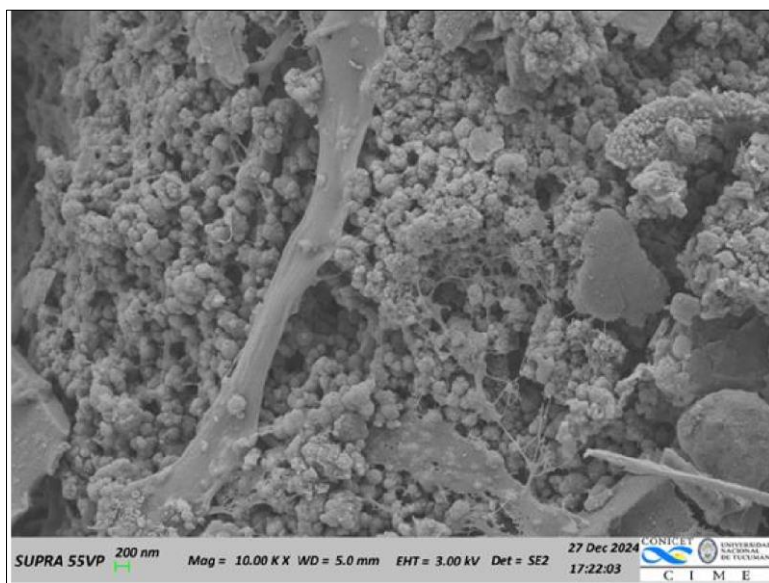
- **Muestra M2**

Durante los monitoreos realizados en el periodo mencionado en este sitio, se observa una abundante diversidad de microorganismos dado los diferentes morfotipos; cocos, diplococos, microorganismos filamentosos (probablemente cianobacterias). Se observan abundantes diatomeas, enteras o parcialmente fragmentadas con sus frústulas. Se observa diversidad de diatomeas, con o sin rafe, de diversos tamaños.

Proyecto N°: 250505\_071 - Rev01  
 Informe de Impacto Ambiental – Sal de Oro CP2  
 Cliente: POSCO Argentina SAU  
 Junio 2025

Probables géneros presentes: *Gomphonema*, *Gomphoneia*, *Navicula*, *Pinnularia*, *Denticula*. La mayoría se encuentra fragmentadas o invadidas por agregados de aparentes morfotipos microbianos, cocos y bacilos, con minerales.

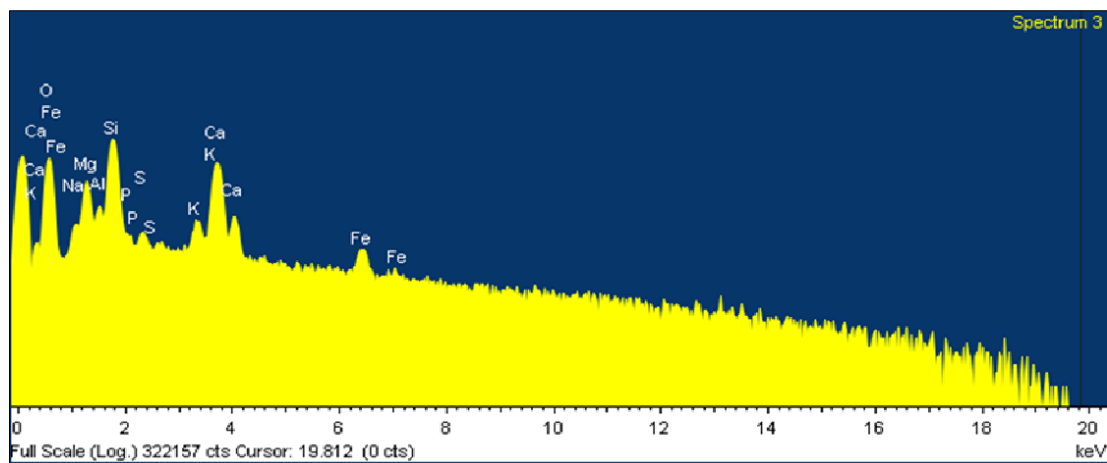
#### Fotografía 5.48 Microfotografía correspondiente a muestra M2.



Fuente: EUKEL, 2024.

Los espectros de EDS indican que las muestras extraídas durante el otoño de 2024 están constituidas principalmente por C, O, Ca, Si, Fe, con menor concentración de Mg, Al, Na y K S y P. En algunos espectros, se detecta Ti. La alta concentración de Si/O se correlaciona con la alta cantidad de diatomeas observadas.

#### Figura 5.20 Espectro de EDS muestra M2. Otoño 2024.

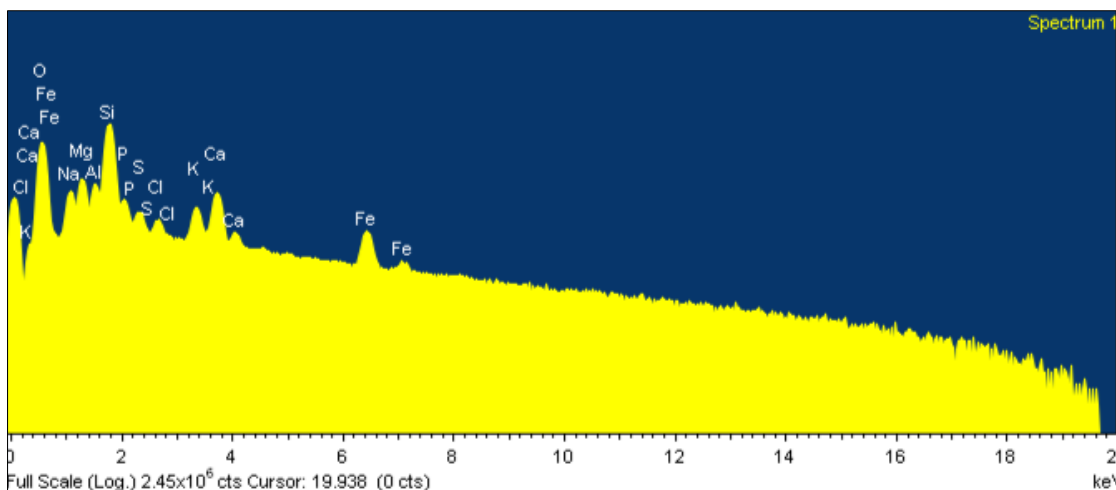


Fuente: EUKEL, 2024.

GT Ingeniería S.A.  
[info@gtarg.com](mailto:info@gtarg.com)

Por otro lado, los espectros de EDS indican abundante cantidad de Si en acuerdo con la gran cantidad de diatomeas presentes, durante la primavera de 2024.

**Figura 5.21 Espectro de EDS muestra M2. Primavera 2024.**



Fuente: EUKEL, 2024.

- **Muestra M3**

Los resultados obtenidos en este sitio durante el otoño de 2024 indican que se trata de una muestra con abundantes cristales, de tipo espículas, intercaladas con gran cantidad de diatomeas. En algunas imágenes, se observa la presencia de morfotipos microbianos tipo coco de tamaño menor a las 200 nm, algunos interconectados, pueden corresponder a arqueas. En otras imágenes, aparecen morfotipos cocoides más parecidos a bacterias, sobre las estructuras de cristales y de sedimentos.

Durante el invierno de 2024 se observan abundantes diatomeas, enteras o parcialmente fragmentadas con sus frústulas. Se observa diversidad de diatomeas, con o sin rafe, de diversos tamaños. Probables géneros presentes: *Gomphonema*, *Gomphoneia*, *Navicula*, *Pinnularia*, *Denticula*. La mayoría se encuentran fragmentadas o invadidas por microorganismos. Hay un mayor nivel de asociación, formando agregados de minerales, diatomeas y distintos microorganismos (cocos, filamentos, bacilos).

Por último, en las muestras extraídas en primavera 2024 se observa una abundante diversidad de microorganismos dado los diferentes morfotipos; cocos, diplococos, microorganismos filamentosos (probablemente cianobacterias). Se observa

diversidad de diatomeas, todas fragmentadas, probablemente de origen sedimentario. Con o sin rafe, de diversos tamaños. Probables géneros presentes: *Navicula*, *Pinnularia*, *Denticula*. La mayoría se encuentran invadidas o asociadas a agregados de aparentes morfotipos microbianos, cocos, con minerales (cloruro de sodio y calcio principalmente) y material tipo mucoso, conexiones intercelulares y abundantes con formación de biofilms.

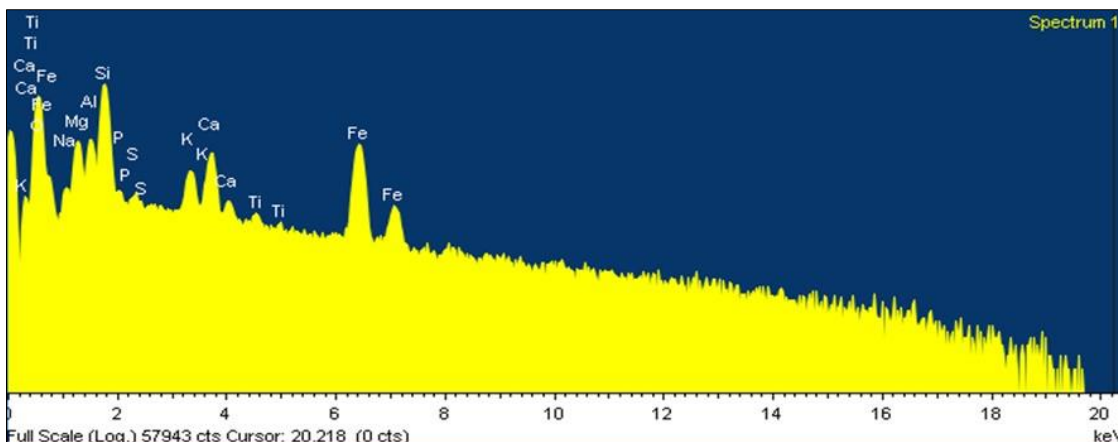
### **Fotografía 5.49 Microfotografía correspondiente a muestra M3.**



Fuente: EUKEL, 2024.

Los espectros de EDS indican que las muestras extraídas durante el otoño de 2024 en este sitio están constituidas principalmente por Si, O, Fe, Ca, con menor concentración se encuentran el Na, Mg, Al, K, y en concentraciones mínimas se encuentran S, P y Cl. En algunos espectros, se detecta Ti. La alta concentración de Si/O se correlaciona con la alta cantidad de diatomeas observadas.

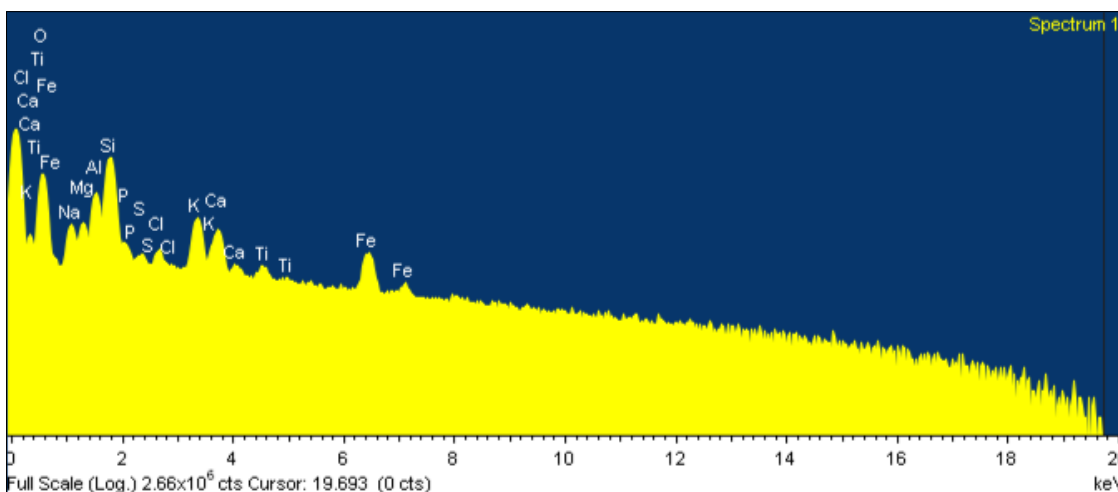
**Figura 5.22 Espectro de EDS muestra M3. Otoño 2024.**



Fuente: EUKEL, 2024.

Según los análisis realizados en primavera 2024 los espectros de EDS indican abundante cantidad de Si en acuerdo con la gran cantidad de diatomeas presentes.

**Figura 5.23 Espectro de EDS muestra M3. Primavera 2024.**



Fuente: EUKEL, 2024.

### 5.8.3. Conclusiones

Los microorganismos extremófilos se denominan así, desde un punto de vista antropocéntrico, ya que son capaces de sobrevivir en condiciones que no permiten la vida humana. Entre los factores físico-ambientales, cuya escasez o abundancia induce a considerar extremófilo a un ser viviente, se cuentan: la temperatura (termófilos o psicrófilos), la radiación (resistentes a rayos ultravioletas, X, gamma u otros), la presión (barófilos), la sequedad (xerófilos), la salinidad (halófilos), el pH

GT Ingeniería S.A.

[info@gtarg.com](mailto:info@gtarg.com)

(alcalófilos, acidófilos) y los metales pesados (metalo-resistentes). Los organismos expuestos a más de una condición extrema, como sucede con los microbios de la Puna Andina en general y del Salar del Hombre Muerto en particular, son considerados poliextremófilos, pues al mismo tiempo están sobreviviendo a diversas tensiones: hipersalinidad, alta irradiación UV, concentraciones venenosas de arsénico, alcalinidad, etc.

La asociación de microorganismos en biopelículas, biofilms o tapetes microbianos es una forma de adaptación a las condiciones extremas imperantes. Esta capacidad fue observada en numerosas comunidades microbianas en toda la Puna, tanto en Chile como en Argentina.

Debido a su versatilidad metabólica, se consideran una fuente potencial para la creación de nuevos procesos biotecnológicos y son asimismo modelos para investigar cómo determinadas biomoléculas reaccionan cuando son sometidas a esta clase de condiciones. Entre los productos explotables de los extremófilos se pueden nombrar las extremoenzimas. Las enzimas son los catalizadores biológicos que, en todos los organismos vivos, catalizan las transformaciones metabólicas; las enzimas tradicionales acostumbran a funcionar bien solo en condiciones moderadas de pH, temperatura o salinidad, y se alteran en condiciones más extremas. Pero las extremoenzimas se pueden usar, según su origen, en diversas condiciones como en altas temperaturas; un ejemplo de estas son las enzimas resistentes al calor, derivadas de organismos termófilos. Por esto, se pueden usar para mejorar reacciones químicas que se llevan a cabo a temperaturas más altas, en procesos industriales como la obtención de ciclodextrinas a partir del maíz. Las ciclodextrinas son estructuras muy útiles para dispensar ciertos fármacos y estabilizar ciertos componentes aromáticos alimentarios, entre otros. En el otro extremo, las enzimas procedentes de microorganismos psicrófilos son de interés para desarrollar procesos industriales –alimentarios, de aromas y perfumes– que necesitan refrigeración.

## 5.9. Limnología

El agua es un recurso imprescindible en el mantenimiento de los ecosistemas, pero sobre todo es un derecho esencial para la vida, teniendo en cuenta una mirada holística que involucre al hombre, al ambiente y a todos los seres que habitan este

GT Ingeniería S.A.

[info@gtarg.com](mailto:info@gtarg.com)

planeta. Por lo tanto, el carácter transversal del agua como recurso hace que sea fundamental para el desarrollo sostenible a nivel económico, social y ambiental.

Los sistemas hidrográficos de la Puna constituyen parches de hábitats acuáticos dentro de un paisaje desértico (Ruthsatz, 2012). Las lluvias son escasas y se concentran entre octubre y marzo provocando una gran variación estacional en los caudales hídricos. Estos procesos darían como resultados ambientes inestables, con baja predictibilidad y alta fragilidad frente a la acción antrópica.

Las precipitaciones de la Puna argentina fluctúan entre los 100 y 400 mm anuales. Los ecosistemas acuáticos de la Puna incluyen una amplia variedad de ambientes incluyendo lagos y lagunas generalmente salinos de distinto tamaño, manantiales termales y ríos de montaña que en muchos casos se asocian a grandes humedales o vegas (Maldonado et al., 2011). A pesar de las condiciones áridas, las vegas son humedales que conservan agua superficial o subterránea durante todo el año y por lo tanto conforman sitios de elevada productividad primaria (Squeo et al., 2006).

La combinación y variabilidad de los diferentes ambientes hídricos en esta zona origina la presencia de una biota particular en donde conviven organismos comúnmente presentes en los ríos y aquellos dominantes en lagos o lagunas. Los ecosistemas acuáticos albergan una gran diversidad de organismos que pueden ser utilizados como indicadores biológicos, entre ellos los macroinvertebrados bentónicos y las comunidades planctónicas se destacan como herramientas útiles para un monitoreo biológico.

Los monitoreos biológicos analizan las especies presentes en los sistemas acuáticos tales como: fitoplancton, zooplancton, macroinvertebrados y peces. La presencia o abundancia de éstos, permiten evaluar si las condiciones ambientales están fuera de sus rangos naturales. Sin embargo, también se reconoce que la situación ideal para la evaluación es considerar el uso de variables físicas, químicas y biológicas, para proveer así un completo espectro de la información para un apropiado manejo del recurso acuático. La determinación del grupo depende de su importancia en el sistema en cuestión y de la presencia de especialistas, siendo hasta ahora las microalgas y los macroinvertebrados bentónicos los más utilizados (Sladeczek, 1973; Abel, 1996). Debido a la sensibilidad y diversidad de estos organismos, su uso como

bioindicadores permite responder diferencialmente a varios tipos de perturbaciones y contaminantes, reflejando así el efecto integrado de todas las variables ambientales (Bunn & Davies, 2000; Allan, 1995).

La diversidad en los cuerpos de agua está directamente relacionada con el clima, y las concentraciones de nutrientes, entre otros factores. En sistemas de aguas continentales la composición y diversidad de estos microorganismos varía en el curso del año por las variaciones de las condiciones ambientales, por lo cual su relevamiento periódico brinda información valiosa y detallada de lo que sucede en las diferentes estaciones del año.

### **5.9.1. Metodología**

La metodología utilizada para cada grupo limnológico corresponde a aquella descrita en los informes de monitoreos de biodiversidad realizados en 2023 y 2024 por la consultora EUKEL.

#### **Fitoplancton**

##### Variables abióticas

Los parámetros físicos y químicos medidos "in situ" fueron: pH conductividad eléctrica (CE,  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), oxígeno disuelto (mg/l) y sólidos disueltos totales (g/l).

##### Variables Bióticas

En cada sitio se recogió una muestra cualitativa y una cuantitativa. La muestra cualitativa fue extraída con una red de plancton cónica de filtración, dicha red posee una boca provista de un aro metálico al cual se ajusta la red en su parte superior, la misma tiene un tamaño de poro de 20 micrones y fue ubicada a favor de la corriente durante 20 minutos, el filtrado obtenido fue conservado en frascos herméticos. Luego de monitorear un sitio las redes fueron lavadas con alcohol al 96%. Para los análisis cuantitativos se recogió agua directamente en frascos plásticos de 250 cc. Ambas muestras fueron fijadas "in situ" con formaldehído al 4%.

Los ejemplares algales fueron observados bajo microscopio binocular marca: Zeiss Axio 1, con cámara fotográfica incorporada, se empleó en caso de que fuera requerido, contraste de fase y campo oscuro usando objetivo de 100X.

Las determinaciones hasta nivel genérico se basaron en Hoek van den et al. (1995). Para las determinaciones específicas se consultó, para cianofitas a Anagnostidis & Komárek (1988); Desikachary (1959); Komárek & Anagnostidis (1999, 2005). En el caso de las Chlorophyta se siguió a Bourrelly (1972), Komárková-Legnerová (1969); Krieger (1937), Prescott (1961); Prescott et al. (1972); Tracanna (1982, 1985) y Uherkovich (1966). La determinación taxonómica para las diatomeas se basó en: Bourrelly (1981), Echazu, (2012); Germain (1981), Krammer & Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991, 2004); Levkov (2009); Levkov, Metzeltin & Pavlov (2013); Maidana et al., (1998); Maidana et al., (2011); Maidana & Seeligmann (2006, 2008, 2015); Metzeltin et al. (2005); Patrick & Reimer (1966,1975); Seeligmann & Maidana (2003, 2013, 2024), Taboada et al., 2023, entre otros. En las Euglenophyta se consultó a Huber-Pestalozzi (1955) y Confortí et al. (2005). Los géneros y especies presentes que se determinaron se actualizaron con la base de datos AlgaeBase (Guiry & Guiry, 2024).

Los recuentos algales fitoplanctónicos se realizaron bajo microscopio invertido Zeiss IDO2 a un aumento de 400 X según la metodología de Utermöhl (1958). Se utilizaron columnas 10 ml y se contabilizó un número fijo de campos elegidos al azar, se aceptó un error máximo del 20%. Para el cálculo del error se tuvo en cuenta una confianza del 95% ( $\alpha = 0,05$ ).

### **Fotografía 5.50 Toma de muestras de fitoplancton**



Fuente: EUKEL, 2024.

GT Ingeniería S.A.

[info@gtarg.com](mailto:info@gtarg.com)

## **Zooplancton**

### Materiales y Métodos

Los organismos zooplanctónicos también se colectaron utilizando una red cónica de filtrado con un tamaño de poro de 25 micrones. Se estudió la fracción del microzooplancton, la cual comprende organismos acuáticos entre 20 y aproximadamente 200  $\mu\text{m}$ . Esta comunidad está formada por diversos protozoos y pequeños metazoos, tales como rotíferos, copépodos, etc. Entre los protozoos son conspicuos los rizópodos, desnudos y testáceos y los ciliados. Los ejemplares fueron observados bajo microscopios binoculares marca: Leitz SM Lux y Zeiss Axio 1, con dispositivo para dibujo y cámara fotográfica incorporados, también se empleó el uso de lupa estereoscópica. El recuento se realizó tomando una alícuota, que se observó bajo microscopio en una cámara de volumen conocido. Se utilizó el método de cámara (tipo Sedgwick-Rafter) cuyo volumen es de 1 ml para el zooplancton. El error de recuento que se aceptó fue de hasta un 20%. Los resultados se expresan en número de individuos por litro.

Para las determinaciones se consultó diversa bibliografía: Lopreto y Tell (1995), Margalef (1969), Fernández et al., (1994, 1995, 2001), Oviedo (2016), entre otros.

## **Macroinvertebrados**

### Muestreo y trabajo de laboratorio

En cada sitio visitado se tomó una muestra semicuantitativa, empleando red surber o red D, 30 minutos de esfuerzo de muestreo. Se tomó también un cualitativo empleando coladores de mano. Las muestras son fijadas en campo usando alcohol etílico 96° y almacenadas para ser posteriormente procesadas en laboratorio. En cada sitio se realizó una pequeña descripción del lugar y sus ambientes, y se tomaron fotografías para ilustrar el sitio. En gabinete se procedió a separar las muestras bajo lupa binocular, descartando la materia orgánica y mineral y conservando los organismos (algunos sitios fueron sub- muestreados y multiplicados por la fracción correspondiente, debido a la gran cantidad de individuos y materia orgánica presentes en el sitio; estos sitios son identificados en la tabla con un asterisco “\*”). Los macroinvertebrados fueron identificados al nivel de género o familia, empleando

claves generales y específicas (Claps *et al.* 2008; Domínguez & Fernández, 2009). Algunos grupos poco conocidos son identificados hasta un nivel taxonómico superior (como Copepoda u Ostracoda). Para realizar el informe se trabajó al nivel de familia, ya que es el usado en informes anteriores.

## **Análisis ecológico de los sitios monitoreados**

### Fitoplancton y zooplancton

Con los resultados obtenidos se procedió a realizar un análisis cuantitativo y cualitativo de las comunidades planctónicas. Para ello se calculó la riqueza (número de especies presentes en un volumen conocido por sitio) y la abundancia (cantidad de individuos de una especie por volumen conocido en cada sitio). Utilizando el programa PAST 4.0.3 se calcularon diferentes índices de diversidad y similitud, entre los que se destacan, Shannon– Wiener, Equitatividad, Dominancia, Simpson y Jaccard a fin de ver el estado de los diferentes sitios monitoreados. Asimismo, se realizaron las curvas de acumulación de especies por sitio de muestreo.

### Macroinvertebrados

Los datos generados se volcaron en tablas para calcular la riqueza taxonómica (S), abundancia (Nro de individuos, N), abundancia por m<sup>2</sup> (Nro de individuos/m<sup>2</sup>) y abundancia relativa (%); y los siguientes índices: índice de diversidad de Shannon – Wiener (H'), índice de dominancia de Simpson (D) y equitatividad o índice de Pielou (J), empleando el paquete vegan (Oksanen et al. 2022) del software R Studio (R Core Team 2024). Recordamos que la Equitatividad o índice de Pielou se calcula como  $J = H' / \log(S)$ , y refleja la dominancia en la comunidad por algún taxón en particular. Sus valores van de 0 a 1, siendo valores más cercanos a 1 indicadores de una mayor equitatividad y por lo tanto una mayor diversidad. Se confeccionaron curvas de rango – abundancia (o curvas de Whitaker) para ilustrar la estructura de las comunidades estudiadas. Estas curvas muestran cada taxón a través de una curva de pendiente negativa, donde los taxones más abundantes son los que aparecen primero y el grado de la pendiente muestra la diferencia de abundancias entre estos taxa. A mayor pendiente, mayor diferencia de abundancias. Un sitio con mayor diversidad mostrará una curva con menos pendiente.

Se hizo una búsqueda en la base de datos de la IUCN (Red List of Threatened Species) y CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres) para saber si las poblaciones de algún taxón específico se encontraban amenazado.

### Índice Diatómico General

Por último, para la comunidad de algas también se calculó el Índice Diatómico General, el cual indica la calidad del agua mediante el uso de diatomeas. El IDG se determina por 3 variables: la sensibilidad a la polución de cada especie, la amplitud ecológica y su abundancia dentro de la muestra. Los valores de IDG se miden en el intervalo desde 1 hasta 5, en orden decreciente según los niveles de contaminación (Tabla 2) (Coste & Ayphassorho, 1991).

**Tabla 5.37 Clasificación de la calidad del agua según el I.D.G.**

Valor	Significado
<b>IDG &gt; 4.5</b>	Calidad biológica óptima
<b>4 &lt; IDG &lt; 4.5</b>	Calidad normal. Polución débil.
<b>3.5 &lt; IDG &lt; 4</b>	Polución moderada. Eutrofización.
<b>3 &lt; IDG &lt; 3.5</b>	Polución media
<b>2 &lt; IDG &lt; 3</b>	Desaparición de especies sensibles. Polución fuerte.
<b>1 &lt; IDG &lt; 2</b>	Polución muy fuerte.
<b>IDG = 0</b>	La población es considerada como inexistente (polución tóxica). Por debajo de 10 individuos por mm <sup>2</sup>

Fuente: EUKEL 2024 en base a Coste & Ayphassorho (1991)

### 5.9.2. Caracterización de los sitios de monitoreo

El estudio limnológico fue llevado a cabo durante las campañas de septiembre y diciembre 2023 y febrero, mayo, agosto y noviembre 2024 por la Consultora EUKEL, en 11 puntos de muestreo previstos ubicados en el área de influencia de la Segunda Planta Comercial del Proyecto Sal de Oro. En la siguiente tabla se presentan las coordenadas geográficas de los mismos:

**Tabla 5.38 Ubicación sitios de monitoreo de fitoplancton, zooplancton y macrobentónicos.**

Sitios de muestreo	Denominación	Coordenadas Geográficas	Sistema Gauss Kruger – Posgar 94 Faja 3	
			X	Y
Vega Carro Grande Oeste	VCO	24°59'19.46"S 66°56'22.21"O	3405145,71	7236830,44
Vega Carro Grande Este	VCE	24°59'14.49"S 66°56'44.07"O	3404531,55	7236979,12
Vega Bequeville Oeste	VBO	25° 5'26.59"S 66°59'59.13"O	3399145,24	7225489,09
Vega Bequeville Este	VBE	25° 5'34.56"S 66°59'59.68"O	3399131,64	7225243,71
Delta Laguna Catal	LC	25°22'31.72"S 66°59'8.53"O	3400794,63	7193952,02
Laguna Verde	LV	25°19'43.12"S 66°58'13.32"O	3402300,59	7199151,9
Vega Chuculaqui Sur	VCS	25° 9'52.90"S 66°58'25.30"O	3401833,85	7217312,97
Vega Chuculaqui Norte	VCN	25° 9'48.90"S 66°58'22.80"O	3401902,98	7217436,57
Río Los Patos	RLP	25° 5'34.56"S 66°59'59.68"O	3399131,64	7225243,71
Delta río Los Patos	DRP	25°20'25.25"S 66°55'12.25"O	3407373,86	7197891,13
Arroyo Filomena	FIL	25° 06' 51.6"S 66° 52' 52.7"O	3411112,37	7222956,27

Fuente: GT 2025 en base a información suministrada por POSCO Argentina SAU.

Proyecto N°: 250505\_071 - Rev01  
 Informe de Impacto Ambiental – Sal de Oro CP2  
 Cliente: POSCO Argentina SAU  
 Junio 2025

### Fotografía 5.51 Sitios de monitoreo Rio Los Patos y Delta Laguna Catal.



Fuente: Posco Argentina SAU.

### Fotografía 5.52 Sitios de monitoreo Vega Chuculaqui Norte y Sur.



Fuente: Posco Argentina SAU.

GT Ingeniería S.A.  
[info@gtarg.com](mailto:info@gtarg.com)

Proyecto N°: 250505\_071 - Rev01  
 Informe de Impacto Ambiental – Sal de Oro CP2  
 Cliente: POSCO Argentina SAU  
 Junio 2025

### Fotografía 5.53 Sitios de monitoreo Vega Bqueville Este y Oeste.



Fuente: Posco Argentina SAU.

### Fotografía 5.54 Sitios de monitoreo Vega Carro Grande Oeste y Arroyo Filomena.

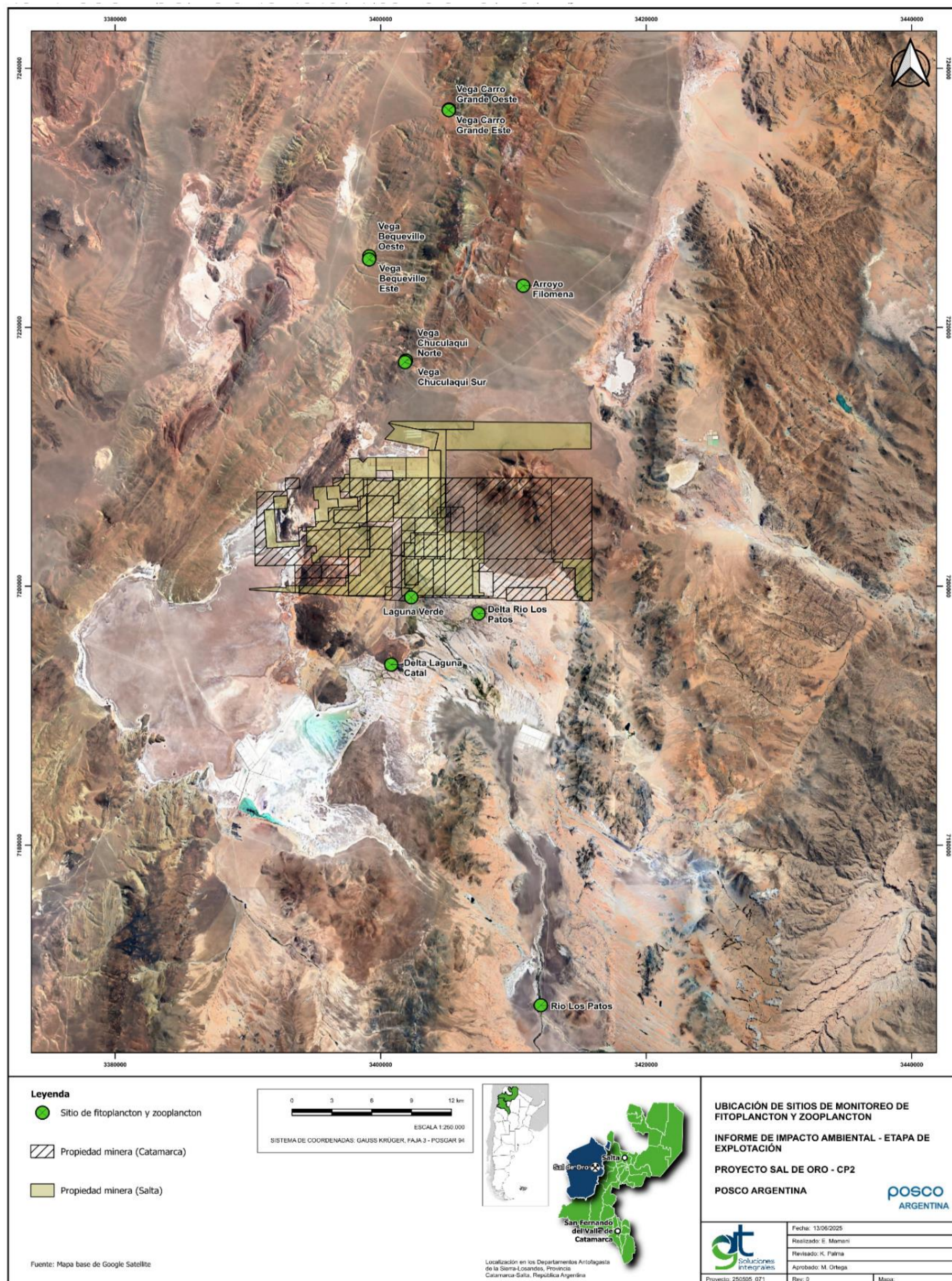


Fuente: Posco Argentina SAU.

GT Ingeniería S.A.

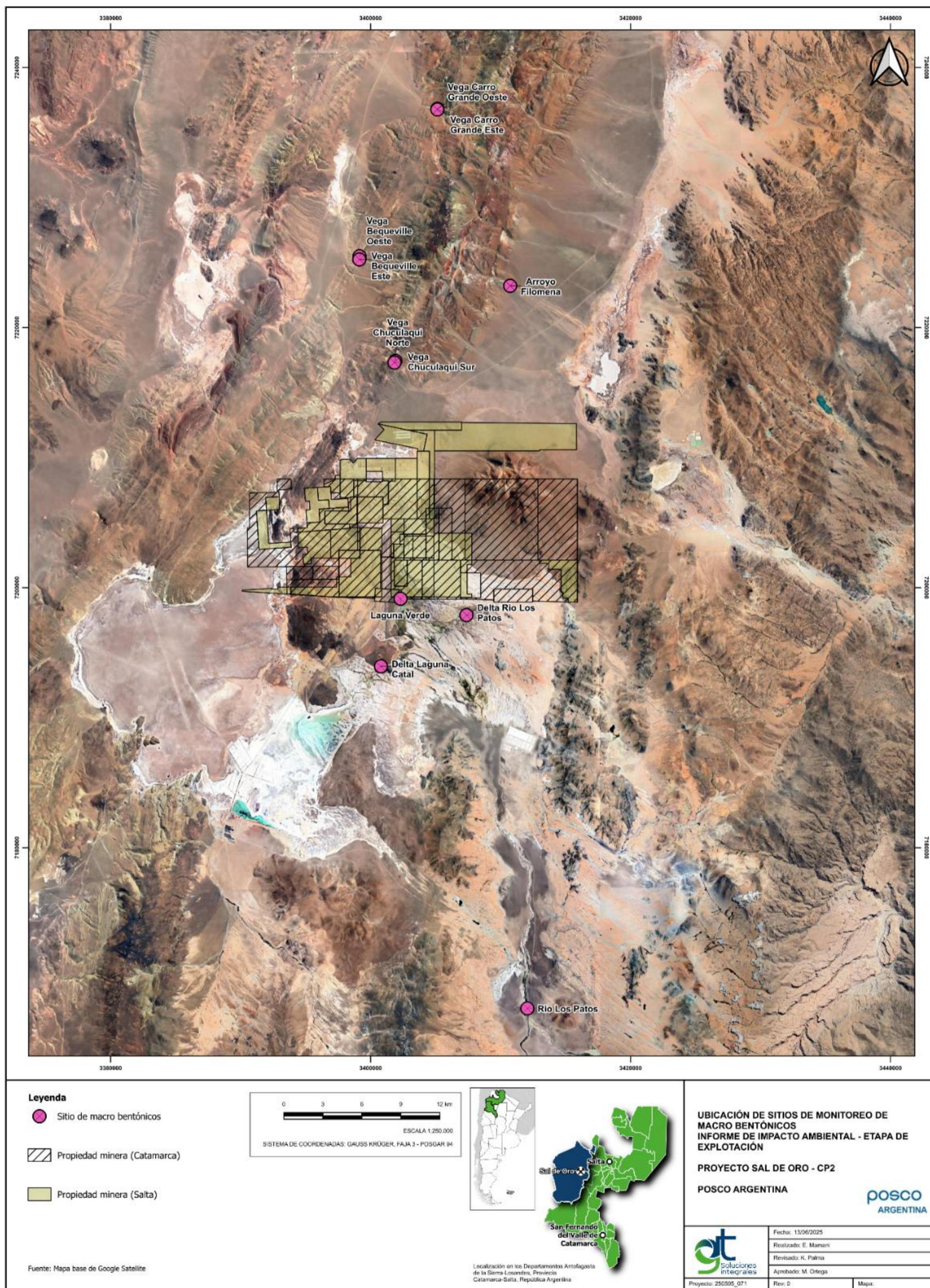
[info@gtarg.com](mailto:info@gtarg.com)

**Mapa 5.9 Ubicación de los sitios de monitoreo de fitoplancton y zooplancton.**



Fuente: GT, 2025.

**Mapa 5.10 Ubicación de sitios de monitoreo de macro bentónicos.**



### 5.9.3. Resultados

#### Fitoplancton

En la siguiente tabla se presentan los taxones identificados en las campañas realizadas durante el periodo 2023-2024. En total se registraron 176 taxones pertenecientes a la comunidad de algas, los cuales fueron reunidos en 4 grupos: diatomeas (División Heterokontophyta, clase Bacillariophyceae), algas verdes (División Chlorophyta), algas verdeazuladas o cianobacterias (División Cyanophyta) y euglenoides (División Euglenophyta). Distribuidos de la siguiente manera: 141 fueron diatomeas (Clase Bacillariophyceae), 15 algas verdeazuladas o cianobacterias (Div. Cyanophyta), 15 algas verdes (Div. Chlorophyta) y 5 euglenoides (Div. Euglenophyta).

**Tabla 5.39 Taxones identificados en el periodo 2023-2024.**

Taxones	Línea de base		Etapa Construcción			
	inv-23	pri-23	ver-24	oto-24	inv-24	pri-24
<b>Bacillariophyceae (Diatomeas)</b>						
<i>Achnantheidium</i> sp.				X		X
<i>Achnanthes brevipes</i>	X	X			X	
<i>Achnantheidium</i> sp.					X	
<i>Amphora atacamae</i>	X	X	X		X	X
<i>Amphora veneta</i>	X	X	X		X	X
<i>Anomoeneis sphaerophora</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Caloneis bacillum</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Caloneis undulatum</i>	X	X		X	X	
<i>Caloneis westii</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Caloneis silicula</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Campylodiscus</i> sp.				X	X	
<i>Cocconeis placentula</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Craticula cuspidata</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Craticula halofila</i>	X	X		X	X	X
<i>Crenotia</i> sp.				X	X	
<i>Cyclotella menenghiniana</i>	X	X	X	X	X	X

GT Ingeniería S.A.

[info@gtarg.com](mailto:info@gtarg.com)

Proyecto N°: 250505\_071 - Rev01

Informe de Impacto Ambiental – Sal de Oro CP2

Cliente: POSCO Argentina SAU

Junio 2025

Taxones	Línea de base		Etapa Construcción			
	inv-23	pri-23	ver-24	oto-24	inv-24	pri-24
<i>Cymatopleura brunni</i>			X	X	X	
<i>Cymbella neocystula</i>				X	X	X
<i>Cymbella cystula</i>		X	X		X	X
<i>Cymbella cymbiformis</i>	X					
<i>Cymbella excisa</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Cymbella gracilis</i>	X	X	X	X	X	
<i>Cymbella minuta</i>	X	X		X		X
<i>Denticula elegans</i>				X		X
<i>Denticula kuetzingui</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Diadismis confervacea</i>	X	X	X	X	X	
<i>Diatoma vulgare</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Diploneis puella</i>	X	X	X	X	X	
<i>Diploneis subovalis</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Encyonema silesiacum</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Encyonema sp.</i>	X	X			X	
<i>Encyonema elginense</i>				X	X	X
<i>Entomoneis alata</i>			X			
<i>Eolimna subminuscula</i>	X			X	X	
<i>Ephitemia sorex</i>	X	X		X	X	X
<i>Epithemia</i>	X	X	X			
<i>Epithemia adnata</i>				X	X	X
<i>Fallacia pygmaea</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Fragilaria construens</i>				X	X	X
<i>Fragilaria vaucheriae</i>				X	X	X
<i>Fragilaria sp.</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Frustulia vulgaris</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Geissleria decussis</i>	X	X		X	X	X
<i>Gogorevia sp.</i>				X	X	
<i>Gomphonema affine</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Gomphonema augur</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Gomphonema gracile</i>	X	X	X	X	X	X

GT Ingeniería S.A.

[info@gtarg.com](mailto:info@gtarg.com)

Taxones	Línea de base		Etapa Construcción			
	inv-23	pri-23	ver-24	oto-24	inv-24	pri-24
<i>Gomphonema minutum</i>	X	X		X	X	X
<i>Gomphonema olivaceum</i>	X	X		X	X	
<i>Gomphonema parvulum</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Gomphonema pumilum</i>	X	X		X	X	
<i>Gomphonema truncatum</i>				X	X	X
<i>Gyrosigma acuminatum</i>				X	X	X
<i>Gyrosigma scalproides</i>	X		X	X	X	
<i>Hannaea arcus</i>	X			X	X	X
<i>Hantzschia amphyois</i>	X		X	X	X	X
<i>Hantzchia spectabilis</i>	X	X		X	X	
<i>Halamphora coffeoeformis</i>	X		X	X	X	X
<i>Halamphora atacamae</i>				X	X	X
<i>Halamphora veneta</i>				X	X	X
<i>Karayevia clevei</i>				X		X
<i>Lemnicola hungarica</i>	X	X		X		
<i>Luticola acidoclinata</i>	X			X	X	
<i>Luticola geoppertiana</i>	X	X		X	X	
<i>Lutica mutica v ventricosa</i>	X		X	X		
<i>Luticola mollis</i>				X	X	X
<i>Luticola nivalis</i>	X	X		X	X	X
<i>Luticola ventricosa</i>	X	X		X	X	X
<i>Luticola sp.</i>	X					
<i>Mastogloia atacamae</i>				X	X	X
<i>Mastogloia elliptica</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Mastogloia sp. 1</i>	X	X	X			
<i>Mayamae sp.</i>				X	X	X
<i>Melosira varians</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Microstauron sp.</i>	X	X		X	X	X
<i>Navicula atacamae</i>				X	X	
<i>Navicula capitoradiata</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Navicula cari</i>				X	X	X

Proyecto N°: 250505\_071 - Rev01

Informe de Impacto Ambiental – Sal de Oro CP2

Cliente: POSCO Argentina SAU

Junio 2025

Taxones	Línea de base		Etapa Construcción			
	inv-23	pri-23	ver-24	oto-24	inv-24	pri-24
<i>Navicula cincta</i>	X	X	X	X		X
<i>Navicula cryptocephala</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Navicula cryptotenella</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Navicula gregaria</i>	X	X		X	X	X
<i>Navicula peregrina</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Navicula perminuta</i>				X	X	
<i>Navicula radiosa</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Navicula tripunctata</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Navicula trivialis</i>	X			X	X	X
<i>Navicula salinicola</i>	X	X		X	X	X
<i>Navicula veneta</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Nedium sp.</i>			X			
<i>Nitzschia acicularis</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Nitzschia coarctata</i>				X	X	
<i>Nitzschia comunnis</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Nitzschia epithemoides</i>				X	X	
<i>Nitzschia fonticola</i>	X	X		X	X	X
<i>Nitzschia halloyi</i>				X	X	X
<i>Nitzschia hustediana</i>				X	X	X
<i>Nitzschia inconspicua</i>	X	X		X	X	
<i>Nitzschia intermedia</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Nitzschia linearis</i>	X	X	X	X		X
<i>Nitzschia perminuta</i>	X	X		X	X	X
<i>Nitzschia pumila</i>	X	X	X	X	X	
<i>Nitzschia umbonata</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Nitzschia valdecostata</i>	X	X		X	X	
<i>Pinnularia borealis</i>	X	X		X	X	
<i>Pinnularia gibba</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Pinnularia subcapitata</i>	X	X	X	X		X
<i>Pinnularia viridis</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Placoneis elginensis</i>	X	X		X	X	

GT Ingeniería S.A.

[info@gtarg.com](mailto:info@gtarg.com)

Proyecto N°: 250505\_071 - Rev01

Informe de Impacto Ambiental – Sal de Oro CP2

Cliente: POSCO Argentina SAU

Junio 2025

Taxones	Línea de base		Etapa Construcción			
	inv-23	pri-23	ver-24	oto-24	inv-24	pri-24
<i>Planothidium bporum</i>	X	X	X	X	X	
<i>Planothidium chilensis</i>				X	X	X
<i>Planothidium delicatulum</i>				X	X	X
<i>Planothidium lanceolatum</i>				X	X	X
<i>Rhopalodia acuminata</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Rhopalodia constricta</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Rhopalodia gibba</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Scoliopleura peisonis</i>				X	X	
<i>Sellaphora pupula</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Stauroneis legumen</i>	X	X				
<i>Staurosyra longitropis</i>	X	X		X	X	X
<i>Stauroneis atacamae</i>				X	X	X
<i>Stauroneis latistauros</i>				X	X	
<i>Staurosirella galanensis</i>				X	X	
<i>Staurosirella salitrensis</i>				X	X	X
<i>Surirella angusta</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Surirella biseriata</i>	X			X		
<i>Surirella ondeana</i>				X	X	X
<i>Surirella ovalis</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Surirella turgida</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Surirella sella</i>	X	X	X	X	X	
<i>Tryblionella acuminatum</i>	X	X				
<i>Tabellaria sp</i>			X	X	X	
<i>Tryblionella littoralis</i>			X			
<i>Tryblionella levidensis</i>					X	
<i>Tryblionella compressa</i>	X	X	X	X	X	
<i>Tryblionella hungarica</i>				X		X
<i>Tryblionella salinarum</i>	X	X	X	X	X	
<i>Ulnaria ulna</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Veigaludwigia urbana</i>	X			X	X	
<b>Chlorophyceae (algas verdes)</b>						

GT Ingeniería S.A.

[info@gtarg.com](mailto:info@gtarg.com)

Proyecto N°: 250505\_071 - Rev01

Informe de Impacto Ambiental – Sal de Oro CP2

Cliente: POSCO Argentina SAU

Junio 2025

Taxones	Línea de base		Etapa Construcción			
	inv-23	pri-23	ver-24	oto-24	inv-24	pri-24
<i>Carteria sp.</i>			X	X		
<i>Chlamydomonas sp.</i>			X	X		
<i>Closterium acerosum</i>			X			
<i>Closterium acutum</i>				X	X	
<i>Closterium sp. 1</i>				X	X	X
<i>Closterium sp. 2</i>				X	X	X
<i>Cosmarium sp. 1</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Cosmarium sp. 2</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Eudorina sp.</i>			X			
<i>Pandorina morum</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Oedogonium sp.</i>			X	X	X	X
<i>Spirogyra sp.</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Stigeoclonium sp.</i>				X	X	
<i>Ulothrix sp.</i>				X	X	
<i>Zygnema sp.</i>	X	X	X	X	X	
<b>Cyanophyceae (algas verdeazuladas)</b>						
<i>Aphanocapsa sp.</i>	X	X		X	X	
<i>Chroococcus sp.</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Dolichospermum sp.</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Gloeocapsa sp.</i>	X	X		X	X	
<i>Gomphosphaeria aponina</i>	X	X	X	X	X	
<i>Nodularia sp.</i>				X	X	X
<i>Nostoc sp.</i>			X			
<i>Planktolyngbya limnetica</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Oscillatoria princeps</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Oscillatoria sp. 1</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Oscillatoria sp. 2</i>	X			X	X	X
<i>Phormidium formosum</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Phormidium sp. 1</i>	X	X	X	X	X	X
<i>Phormidium sp. 2</i>				X	X	X
<i>Scytonema sp.</i>	X			X	X	X

GT Ingeniería S.A.

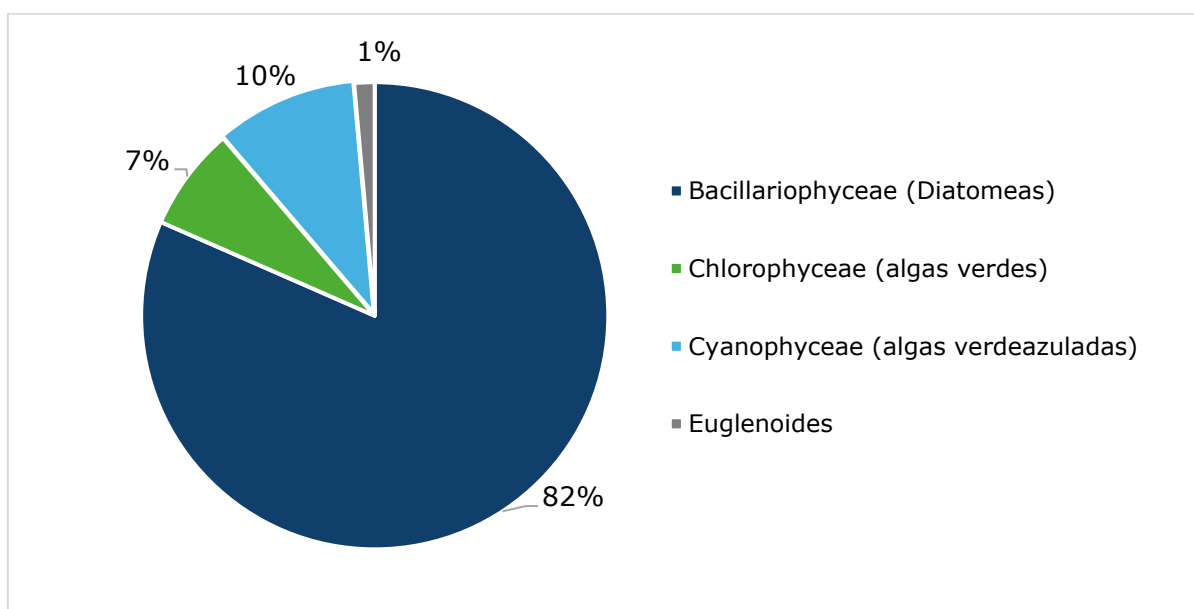
[info@gtarg.com](mailto:info@gtarg.com)

Taxones	Línea de base		Etapa Construcción			
	inv-23	pri-23	ver-24	oto-24	inv-24	pri-24
<b>Euglenoides</b>						
<i>Euglena sp.</i>		X	X	X	X	X
<i>Phacus sp.</i>			X			
<i>Trachelomonas sp.</i>				X	X	
<i>Trachelomonas sp.1</i>						X
<i>Trachelomonas sp.2</i>						X

Fuente: GT, 2025 en base a información suministrada por POSCO Argentina.

Como se observa en la siguiente figura, las diatomeas aportaron la mayor riqueza en la composición del fitoplancton, representando el 82%. Los géneros con más números de especies correspondieron a *Navicula*, *Nitzschia*, *Gomphonema*, *Luticola* y *Surirella*. La composición de algas verdes y algas verdeazuladas fue similar, con un 7% y 10% de representación, mientras que euglenoides ocupó el 1%

**Figura 5.24 Riqueza en porcentaje por grupo algal.**



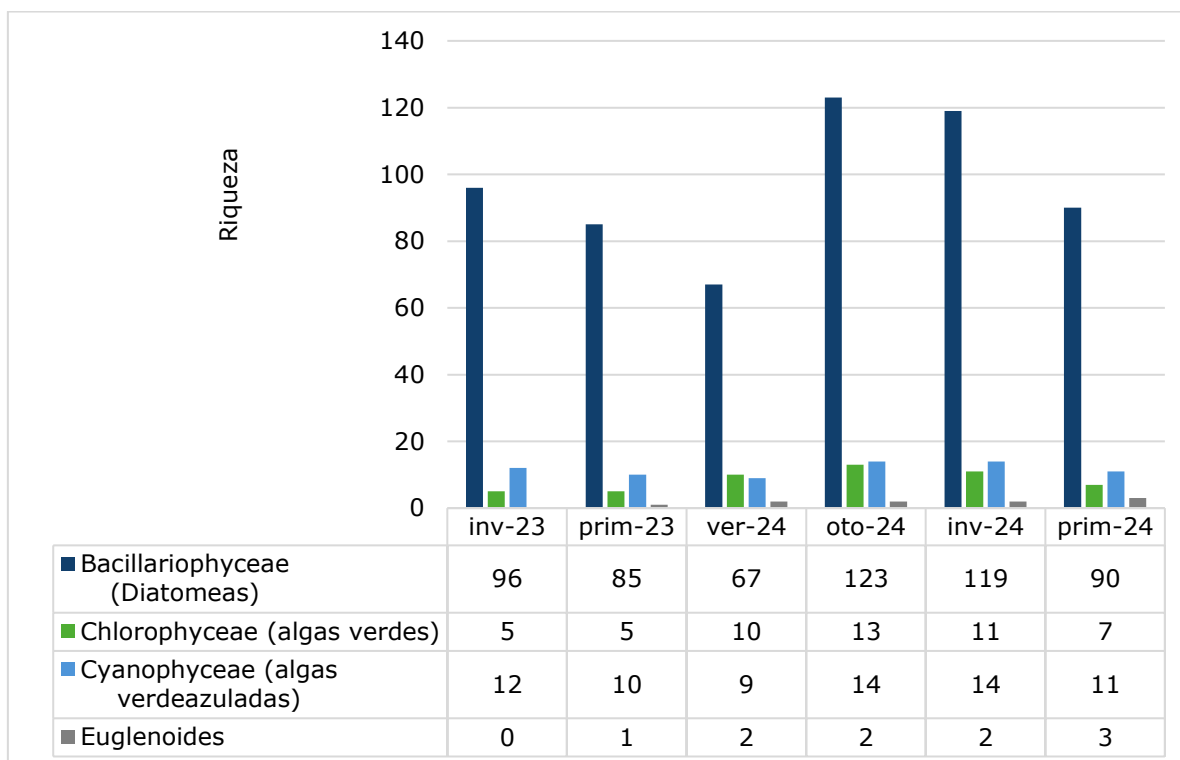
Fuente: GT, 2025 en base a información suministrada por POSCO Argentina.

Se observa en el siguiente gráfico que Bacillariophyceae (diatomeas) son el grupo más rico durante todos los monitoreos realizados. Este grupo muestra picos de riqueza durante el otoño e invierno 2024 con 123 y 119 taxones identificados

respectivamente, mientras que en verano 2024 se evidencia la riqueza más baja del periodo, registrando 67 taxones. Los grupos Cyanophyceae y Chlorophyceae muestran riquezas similares con valores entre 5 y 14. Los taxones menos abundantes corresponden a Euglenoides, que evidencian una riqueza de entre 1 y 3 taxones en todos los sitios muestreados durante 2023 y 2024.

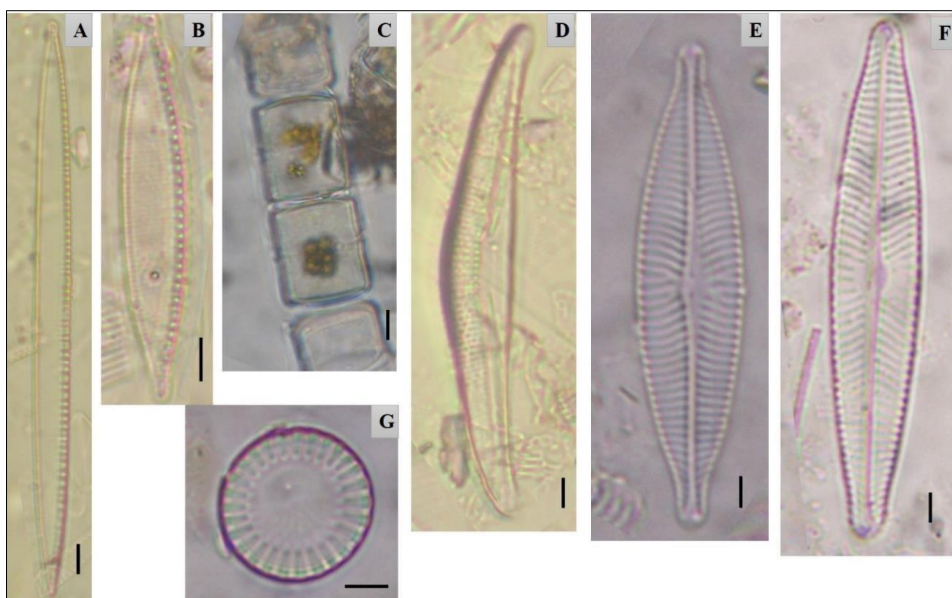
La distribución y la composición de las comunidades acuáticas responden a patrones estacionales o factores ambientales específicos y los datos obtenidos permiten inferir un estado dinámico puntual correspondiente a la estación invernal de estas comunidades en estos sistemas.

**Figura 5.25 Riqueza por grupo algal registrada en el periodo 2023-2024.**



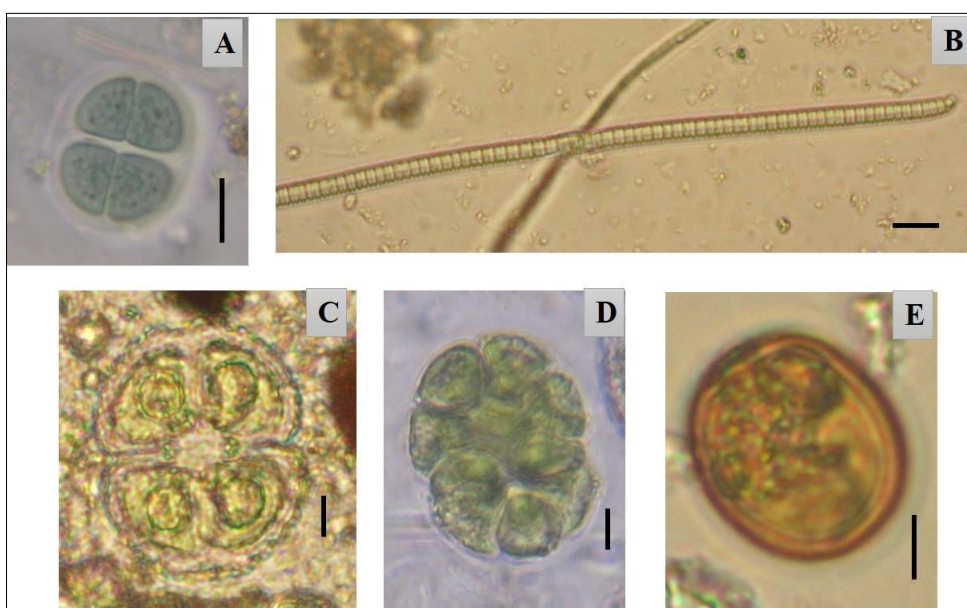
Fuente: GT, 2025 en base a información suministrada por POSCO Argentina.

**Figura 5.26 Diatomeas: A) *Nitzschia intermedia*, B) *Nitzschia* sp. 1 C) *Melosira varians*, D) *Halamphora veneta* E) *Navicula capitoradiata*, F) *Navicula radiosa* G) *Cyclotella meneghiniana*. Escala=10 µm.**



Fuente: EUKEL, 2024.

**Figura 5.27 Cianobacterias: A), *Chroococcus* sp. B) *Phormidium* sp. 1. Algas verdes: C) *Cosmarium* sp. 1 D) *Pandorina morum* Euglenoides: E) *Trachelomonas* sp. Escala = 10 µm.**



Fuente: EUKEL, 2024.

Proyecto N°: 250505\_071 - Rev01  
Informe de Impacto Ambiental – Sal de Oro CP2  
Cliente: POSCO Argentina SAU  
Junio 2025

En la siguiente tabla se presentan las abundancias absolutas, relativas y riquezas registradas en cada sitio de monitoreo, durante las campañas realizadas en 2023 y 2024.

Proyecto N°: 250505\_071 - Rev01

Informe de Impacto Ambiental – Sal de Oro CP2

Cliente: POSCO Argentina SAU

Junio 2025

**Tabla 5.40 Abundancia, abundancia relativa y riqueza de zooplancton por sitios de monitoreo en el periodo 2023-2024.**

		FITOPLANCTON																	
Sitios		Invierno-23			primavera-23			verano-23			otoño-24			invierno-24			primavera-24		
		AT	AR	R	AT	AR	R	AT	AR	R	AT	AR	R	AT	AR	R	AT	AR	R
<b>Vega Bequeville Este</b>	<b>VBE</b>	298	6,45	40	285	8,68	34	154	9,7	32	515	12,2	63	781	11,4	56	331	14,8	56
<b>Vega Bequeville Oeste</b>	<b>VBO</b>	365	7,9	32	319	9,71	28	171	10,78	25	313	7,4	46	663	9,7	57	257	11,5	44
<b>Vega Chuquilaqui Norte</b>	<b>VCN</b>	280	6,06	31	244	7,43	30	134	8,44	29	269	6,4	47	1039	15,2	73	205	9,1	55
<b>Vega Chuquilaqui Sur</b>	<b>VCS</b>	336	7,27	27	286	8,71	24	150	9,45	23	288	6,8	45	968	14,2	85	237	10,6	50
<b>Vega Carro Grande Este</b>	<b>VCE</b>	271	5,87	26	316	9,62	28	163	10,27	27	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
<b>Vega Carro grande Oeste</b>	<b>VCO</b>	569	12,3	32	322	9,8	28	130	8,19	33	369	8,7	38	579	8,5	55	186	8,3	48
<b>Laguna Verde</b>	<b>LV</b>	553	12	30	404	12,3	29	143	9,01	29	426	10,1	43	468	6,9	61	219	9,8	44
<b>Delta Laguna Catal</b>	<b>DLC</b>	509	11	30	376	11,45	25	223	14,05	33	1126	26,7	74	503	7,4	61	326	14,5	65
<b>Río Los Patos</b>	<b>RP</b>	1031	22,3	63	678	20,64	55	288	18,15	45	915	21,7	86	1335	19,6	100	421	18,8	83
<b>Delta Río Los Patos</b>	<b>DRLP</b>	407	8,81	40	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	389	5,7	35	S/D	S/D	S/D
<b>Arroyo Filomena</b>	<b>FIL</b>	S/D	S/D	S/D	55	1,67	12	31	1,95	7	S/D	S/D	S/D	99	1,5	20	60	2,7	22

Fuente: GT, 2025 en base a información suministrada por POSCO Argentina.

GT Ingeniería S.A.

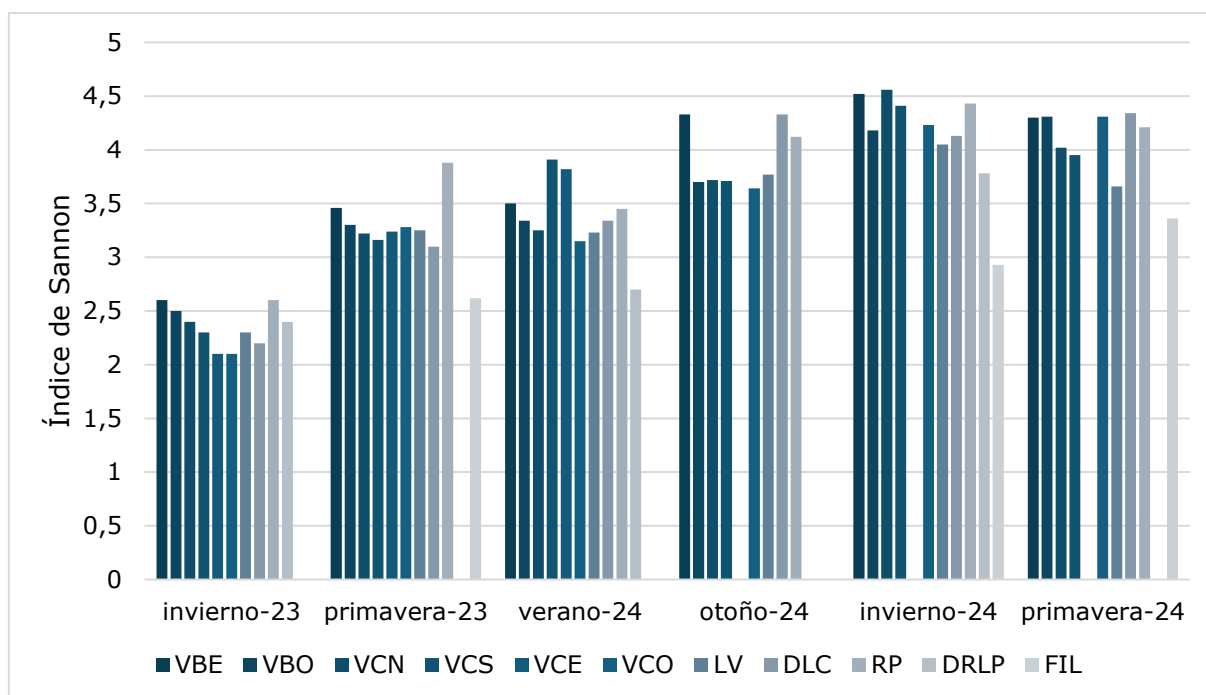
[info@gtarg.com](mailto:info@gtarg.com)

En la siguiente tabla y figura se presentan los valores del índice de diversidad calculados para cada sitio muestreado en los diferentes monitoreos, para el fitoplancton

**Tabla 5.41 Índice de Shannon por sitio de monitoreo.**

Sitios	Siglas	invierno -23	primave ra-23	verano- 24	otoño- 24	invierno -24	primavera- 24
<b>Vega Bequeville Este</b>	<b>VBE</b>	2,6	3,46	3,5	4,33	4,52	4,3
<b>Vega Bequeville Oeste</b>	<b>VBO</b>	2,5	3,3	3,34	3,7	4,18	4,3
<b>Vega Chuqulaqui Norte</b>	<b>VCN</b>	2,4	3,22	3,25	3,72	4,56	4
<b>Vega Chuqulaqui Sur</b>	<b>VCS</b>	2,3	3,16	3,91	3,71	4,41	4
<b>Vega Carro Grande Este</b>	<b>VCE</b>	2,1	3,24	3,82	S/D	S/D	S/D
<b>Vega Carro Grande Oeste</b>	<b>VCO</b>	2,1	3,28	3,15	3,64	4,23	4,3
<b>Laguna Verde</b>	<b>LV</b>	2,3	3,25	3,23	3,77	4,05	3,7
<b>Delta Laguna Catal</b>	<b>DLC</b>	2,2	3,1	3,34	4,33	4,13	4,3
<b>Río Los Patos</b>	<b>RP</b>	2,6	3,88	3,45	4,12	4,43	4,2
<b>Delta Río Los Patos</b>	<b>DRLP</b>	2,4	S/D	2,7	S/D	3,78	S/D
<b>Arroyo Filomena</b>	<b>FIL</b>	S/D	2,62	S/D	S/D	2,93	3,4

Fuente: GT, 2025 en base a información suministrada por Posco Argentina.

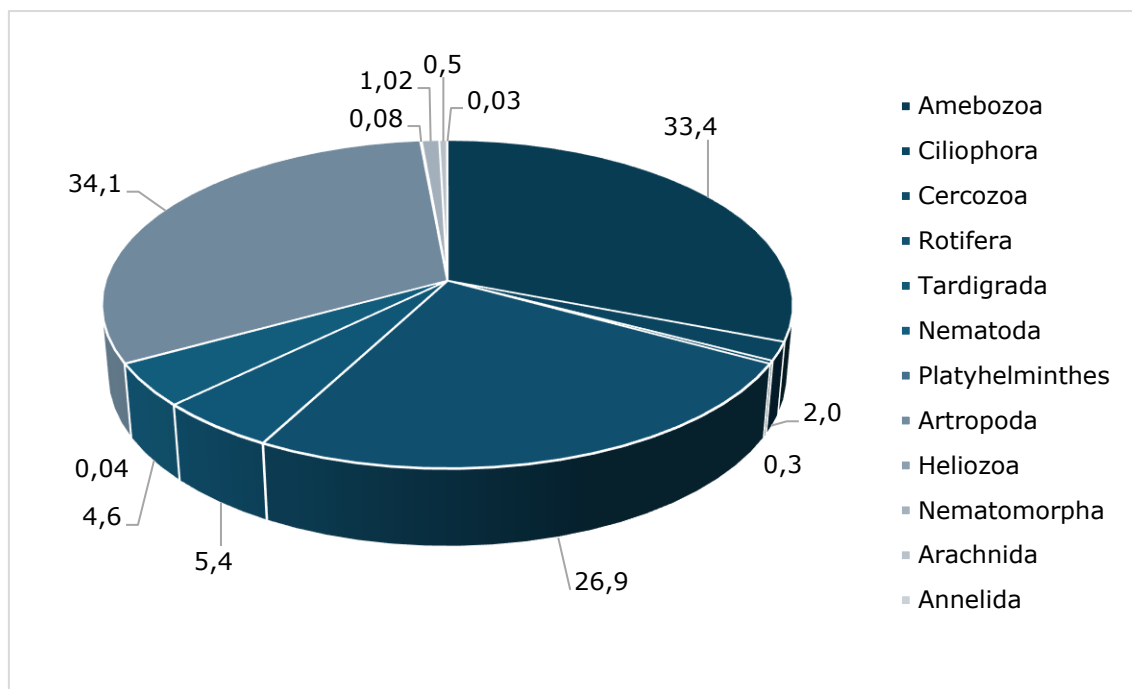
**Figura 5.28 Índice de Shannon por sitio de monitoreo, periodo 2023-2024.**

Fuente: GT, 2025 en base a información suministrada por POSCO Argentina.

## Zooplankton

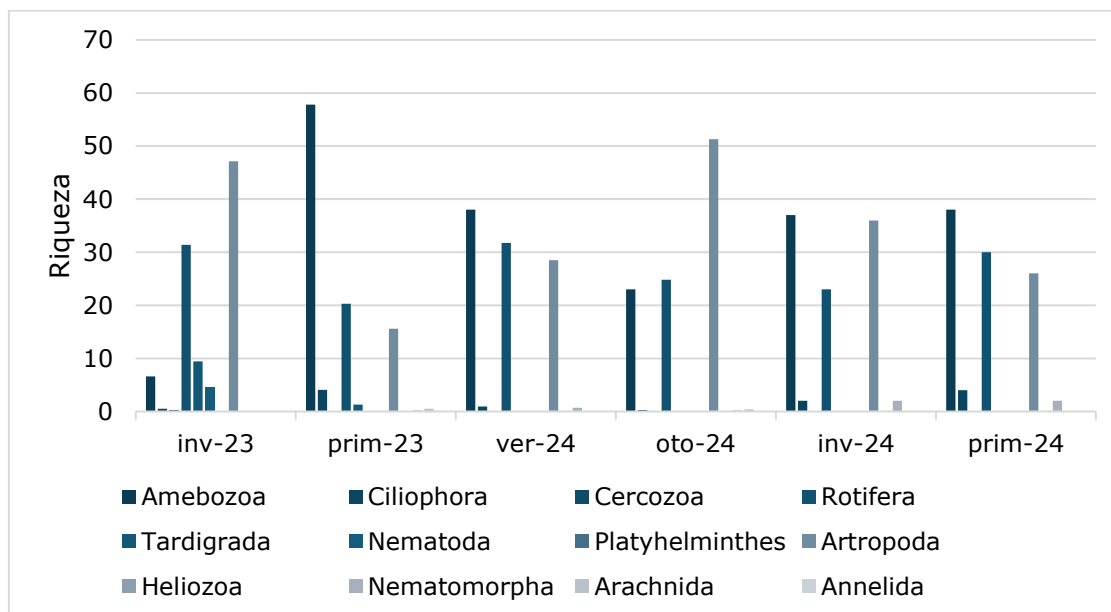
En la siguiente figura se presenta la riqueza zooplanctónica registrada en el periodo 2023-2024, representada por 12 grandes grupos. Sin embargo, se observa un predominio de los grupos Artopoda con un 34,1%, Amebozoa con un 33,4% y Ciliophora con un 26,9%. Los grupos restantes ocuparon un menor porcentaje.

**Figura 5.29 Riqueza en porcentaje de grupos de zooplancton.**



Fuente: GT, 2025 en base a información suministrada por POSCO Argentina.

**Figura 5.30 Riqueza (%) de zooplancton identificados por campaña.**



Fuente: GT, 2025 en base a información suministrada por POSCO Argentina.

En lo que se refiere a la comunidad zooplanctónica tanto la riqueza como la abundancia fueron heterogéneas entre los sitios muestreados. Los grupos mejores

representados dentro del zooplancton durante los monitoreos realizados en el periodo 2023-2024 fueron los Artropoda seguido de Rotífero y Amebozoa, tanto en riqueza como abundancia, presentes durante todas las campañas realizadas.

La distribución y la composición de las comunidades acuáticas correspondientes al fitoplancton y zooplancton responden a patrones estacionales o factores ambientales específicos y los datos obtenidos permiten inferir un estado dinámico puntual correspondiente a la estación invernal de estas comunidades en estos sistemas.

Al analizar los valores de abundancias y riqueza presentados en la siguiente tabla para cada uno de los sitios de monitoreo se observó una variabilidad notoria en la composición, dinámica y estructura, siendo el arroyo Filomena el que registró las menores riquezas y abundancias.

Los valores de los índices de diversidad obtenidos para los sistemas considerados demarcaron, en general, una elevada diversidad en los sitios, destacándose los sitios Vega Chuculaqui Sur y Norte en primavera 2024.

.

Proyecto N°: 250505\_071 - Rev01

Informe de Impacto Ambiental – Sal de Oro CP2

Cliente: POSCO Argentina SAU

Junio 2025

**Tabla 5.42 Abundancia, abundancia relativa y riqueza de zooplancton por sitios de monitoreo en el periodo 2023-2024.**

ZOOPLANCTON																		
Siglas	Invierno-23			primavera-23			verano-23			otoño-24			invierno-24			primavera-24		
	AT	AR	R	AT	AR	R	AT	AR	R	AT	AR	R	AT	AR	R	AT	AR	R
<b>VBE</b>	33	1,4	7	1011	5,8	16	192	1,8	5	624	3,2	6	120	3,6	12	111	5,9	15
<b>VBO</b>	418	17,3	10	798	4,6	13	229	2,1	9	42	0,2	2	174	5,2	9	134	7,1	19
<b>VCN</b>	144	6	11	343	2	18	1160	10,7	16	2340	12,1	11	400	11,8	6	235	12,4	27
<b>VCS</b>	308	12,7	3	1358	7,8	16	2610	24,1	23	1077	5,6	24	781	23,1	20	381	20,1	28
<b>VCE</b>	60	2,5	8	10463	60,4	28	209	1,9	18	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
<b>VCO</b>	762	31,5	6	49	0,3	10	477	4,4	14	42	0,2	5	270	8	12	155	8,2	22
<b>LV</b>	52	2,2	5	1800	10,4	16	234	2,2	13	3027	15,7	7	161	4,8	22	83	4,4	17
<b>DLC</b>	254	10,5	2	64	0,4	6	2929	27	21	12060	62,4	19	620	18,4	17	S/D	S/D	27
<b>RP</b>	382	15,8	10	1414	8,2	14	2805	25,9	17	127	0,7	13	675	20	17	411	21,7	32
<b>DRLP</b>	3	0,1	5	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	169	5	21	S/D	S/D	S/D
<b>FIL</b>	S/D	S/D	S/D	13	0,1	2	1	0,01	1	S/D	S/D	S/D	6	0,2	2	10	0,5	4

Fuente: GT, 2025 en base a información suministrada por POSCO Argentina.

GT Ingeniería S.A.

[info@gtarg.com](mailto:info@gtarg.com)

Proyecto N°: 250505\_071 - Rev01

Informe de Impacto Ambiental – Sal de Oro CP2

Cliente: POSCO Argentina SAU

Junio 2025

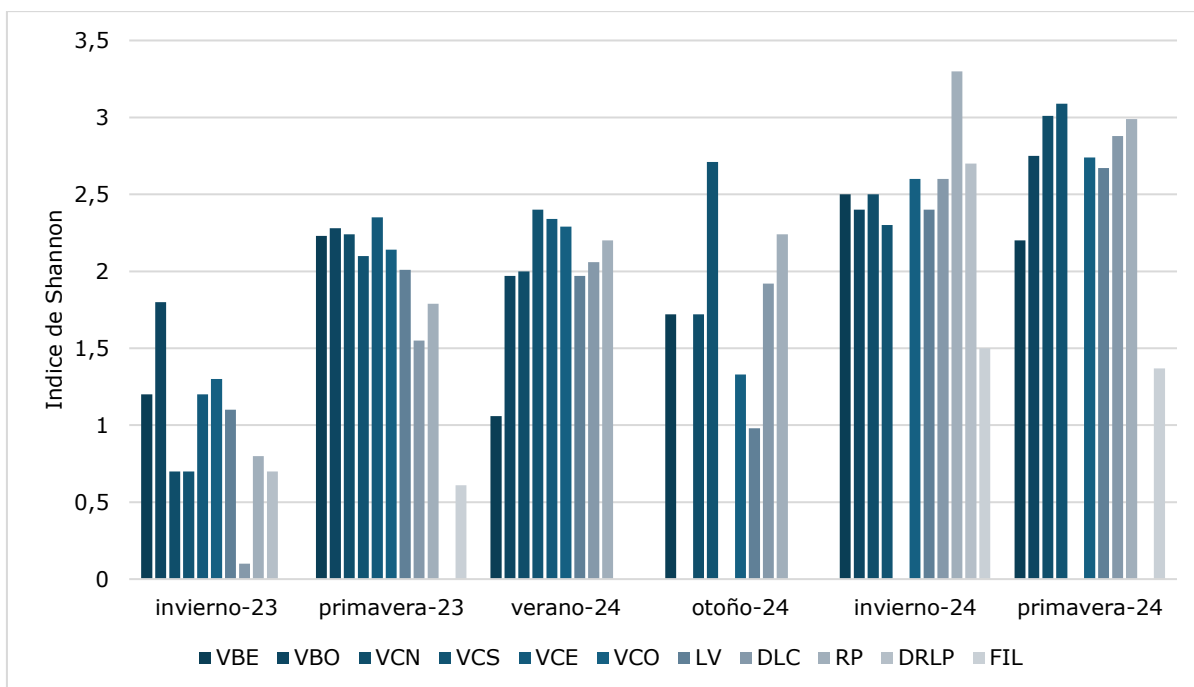
En la siguiente tabla y figura se presentan los valores del índice de diversidad calculados para cada sitio muestreado en los diferentes monitoreos, para el zooplancton.

**Tabla 5.43 Índice de Shannon por sitio de monitoreo.**

<b>Siglas</b>	<b>invierno- 23</b>	<b>primavera- 23</b>	<b>verano- 24</b>	<b>otoño- 24</b>	<b>invierno- 24</b>	<b>primavera- 24</b>
<b>VBE</b>	1,2	2,23	1,06	1,72	2,5	2,2
<b>VBO</b>	1,8	2,28	1,97	0	2,4	2,75
<b>VCN</b>	0,7	2,24	2	1,72	2,5	3,01
<b>VCS</b>	0,7	2,1	2,4	2,71	2,3	3,09
<b>VCE</b>	1,2	2,35	2,34	S/D	S/D	s/d
<b>VCO</b>	1,3	2,14	2,29	1,33	2,6	2,74
<b>LV</b>	1,1	2,01	1,97	0,98	2,4	2,67
<b>DLC</b>	0,1	1,55	2,06	1,92	2,6	2,88
<b>RP</b>	0,8	1,79	2,2	2,24	3,3	2,99
<b>DRLP</b>	0,7	S/D	S/D	S/D	2,7	S/D
<b>FIL</b>	S/D	0,61	0	S/D	1,5	1,37

Fuente: GT, 2025 en base a información suministrada por POSCO Argentina.

**Figura 5.31 Índice de Shannon por sitio de monitoreo.**



Fuente: GT, 2025 en base a información suministrada por POSCO Argentina.

### Macroinvertebrados

Durante el muestreo de primavera 2023 se registraron un total de 15 taxones (723 ejemplares) de macroinvertebrados acuáticos pertenecientes a tres subfilums Annelida, Mollusca y Arthropoda. Los Arthropoda fueron los que registraron mayor cantidad de familias, 12 en total; seguido por Mollusca con 1 familia y, por último, Annelida con dos familias.

Durante la campaña de verano realizada en diciembre de 2024, se colectaron un total de 1505 ejemplares de macroinvertebrados bentónicos, de 9 taxones pertenecientes a dos phyla Arthropoda y Annelida. Los artrópodos registraron la mayor cantidad de familias, 8 en total; mientras que los anélidos solo estuvieron representados por una familia.

En el monitoreo de otoño 2024, las vegas mostraron una composición similar de sus comunidades de macroinvertebrados, encontrándose dominados en su gran mayoría por Hyallellidae y Chironomidae, con la excepción de Bequeville Oste donde son dominantes los ostrácodos y copépodos. El río Los Patos fue el que presentó mayor

riqueza con 12 taxa, pero una baja abundancia (155 individuos), siendo su comunidad también dominada por Hyallellidae y Chironomidae, encontrándose una importante proporción de Elmidae también. Las lagunas estudiadas son de carácter salino, lo que restringe las formas de vida que podemos encontrar. Esto se hace más visible en Laguna Verde donde la riqueza fue de 4 taxa y se encontraron 16 individuos únicamente. En el sitio Delta Laguna Catal por su parte mostró una mayor diversidad (9 taxa) y una gran abundancia, representada principalmente por Ostracoda.

Durante el monitoreo de invierno 2024, los sitios estudiados en su mayoría mostraron una menor abundancia y riqueza que en la campaña anterior (otoño 2024) y valores más asimilares a los encontrados en monitoreos anteriores. Cabe mencionar que se volvió a tener registro de invertebrados en el sitio Arroyo Filomena, lo que no sucedía desde primavera de 2023, aunque al igual que aquella vez, solo se registraron 3 individuos de un solo taxón (Chironomidae en esta campaña, Elmidae en la de primavera 23). Por otra parte, también se pudo volver a tomar muestras en Delta Río Los Patos, pero no se registraron invertebrados, situación que se mantiene desde las campañas anteriores, ya sea porque el lugar está inaccesible o porque no se registran invertebrados en las muestras

Por último, en el relevamiento correspondiente a primavera 2024 se realizó durante la última semana de noviembre. Se destaca el notorio descenso del nivel de agua que se encontró en todos los sitios visitados, resultando en cursos de agua secundarios que se encontraron secos en las distintas vegas muestreadas, menor caudal y ancho húmedo en el Río Los Patos y Arroyo Filomena, y retracción de los cuerpos de agua constituidos por las lagunas Laguna Verde y Delta Laguna Catal, llegando al estado de sequía en el sitio Delta Río Los Patos.

En el relevamiento realizado se capturaron un total de 11021 individuos repartidos en 21 grupos taxonómicos, identificados mayormente a nivel de familia. El taxón más numeroso fue Amphipoda (Hyallellidae) con un 62% del total de individuos colectados, seguido de Copepoda (18%), Diptera (11%, principalmente Chironomidae), y Coleoptera (mayoritariamente Elmidae, tanto larvas como adultos) con un 7 %. Sin embargo, la mayor cantidad de Copepoda se registró en un solo sitio, Delta Laguna

Catal, donde domina la comunidad. La mayor parte de los sitios presentaron comunidades con poca riqueza, mientras que las abundancias oscilaron entre 70 individuos y 1737 individuos. La mayoría de los sitios presenta una comunidad dominada por Hyallellidae.

En la siguiente tabla se presentan los valores de abundancia, riqueza y del índice de diversidad de Shannon para cada uno de los sitios monitoreados. Se observa particularmente en el caso de Arroyo Filomena durante el último monitoreo realizado (primavera 2024) presento mejores valores de diversidad y abundancia en comparación con los monitoreos anteriores. Vega Carro Grande Oeste y Río Los Patos mantienen relativamente estables los valores de sus indicadores de diversidad. El resto ha mostrado variaciones temporales en estos índices, señalando la variabilidad de estos ambientes.

**Tabla 5.44 Variación entre temporadas de los parámetros: abundancia, riqueza e índice de Shannon.**

Sitio	Temporada	Abundancia	Riqueza	H'
ARROYO FILOMENA	Primavera 24	36	6	0,77
	Invierno 24	3	1	0
	Otoño 24	0	0	
	Verano 24	0	0	
	Primavera 23	3	1	0
CHUCULAQUI NORTE	Primavera 24	2561	4	0,56
	Invierno 24	12	4	0,98
	Otoño 24	732	6	0,39
	Verano 24	213	4	0,27
	Primavera 23	115	4	0,23
CHUCULAQUI SUR	Primavera 24	1878	5	0,43
	Invierno 24	196	4	0,28

Proyecto N°: 250505\_071 - Rev01

Informe de Impacto Ambiental – Sal de Oro CP2

Cliente: POSCO Argentina SAU

Junio 2025

Sitio	Temporada	Abundancia	Riqueza	H'
	Otoño 24	341	4	0,74
	Verano 24	92	1	0
	Primavera 23		1	0
DELTA LAGUNA CATAL	Primavera 24	1827	7	0,34
	Invierno 24	33	3	0,52
	Otoño 24	2484	9	0,76
	Verano 24	22	3	0,8
	Primavera 23	53	3	0,94
LAGUNA VERDE	Primavera 24	31	4	1,18
	Invierno 24	1760	2	0,24
	Otoño 24	16	4	0,95
	Verano 24	9	2	0,59
	Primavera 23	7	1	0
CARRO GRANDE OESTE	Primavera 24	295	6	1,03
	Invierno 24	244	7	0,91
	Otoño 24	157	9	1,41
	Verano 24	349	2	0,29
	Primavera 23	164	3	0,6
BEQUEVILLE ESTE	Primavera 24	70	7	1,6
	Invierno 24	515	8	1,23
	Otoño 24	2504	9	1,04
	Verano 24	31	1	0
	Primavera 23	64	7	1,37
BEQUEVILLE OESTE	Primavera 24	1737	13	0,43

GT Ingeniería S.A.

[info@gtarg.com](mailto:info@gtarg.com)

Proyecto N°: 250505\_071 - Rev01

Informe de Impacto Ambiental – Sal de Oro CP2

Cliente: POSCO Argentina SAU

Junio 2025

Sitio	Temporada	Abundancia	Riqueza	H'
	Invierno 24	341	6	1,08
	Otoño 24	6002	9	0,94
	Verano 24	323	5	0,27
	Primavera 23	137	5	0.63
RÍO LOS PATOS	Primavera 24	2586	11	1,34
	Invierno 24	68	6	1,59
	Otoño 24	155	12	1,58
	Verano 24	442	8	1,06
	Primavera 23	149	5	0.86

Fuente: GT, 2025 en base a información suministrada por POSCO Argentina.

### Fotografía 5.55 Ejemplar de Hyallellidae (izquierda) y Chironomidae (derecha).



Fuente: EUKEL, 2024.

GT Ingeniería S.A.

[info@gtarg.com](mailto:info@gtarg.com)

Proyecto N°: 250505\_071 - Rev01  
Informe de Impacto Ambiental – Sal de Oro CP2  
Cliente: POSCO Argentina SAU  
Junio 2025

### Fotografía 5.56 Larva de Muscidae



Fuente: EUKEL, 2024.

### Fotografía 5.57 Ejemplar de Gripopterygidae (izquierda) y Stratyomidae (derecha).



Fuente: EUKEL, 2024.

### **Fotografía 5.58 Ejemplares de Elmidae, larva (izquierda) y adulto (derecha)**



Fuente: EUKEL, 2024.

### **Fotografía 5.59 Larva de Tabanidae**



Fuente: EUKEL, 2024.

## **5.10. Caracterización ecosistémica**

Este apartado busca interpretar los componentes de la biodiversidad de la región puneña, prestando especial atención a los procesos que los interrelacionan desde la perspectiva de los servicios ecosistémicos. En este análisis se incluyen los servicios de provisión, regulación/soporte y aquellos de valor científico.

### **5.10.1. Servicios de provisión:**

Dentro de esta categoría se pueden identificar recursos como agua, leña, pastos, fuentes de proteína para la alimentación, fibras y cueros, plantas medicinales, materiales de construcción, fuentes de energía y recursos minerales. Además, se

GT Ingeniería S.A.

[info@gtarg.com](mailto:info@gtarg.com)

consideran bienes vinculados a manifestaciones culturales, tanto materiales como inmateriales: patrimonio arqueológico e histórico, expresiones folclóricas, modos tradicionales de producción, simbolismo espiritual, así como actividades recreativas y turísticas. También es relevante la importancia física y geopolítica del entorno en cuanto a su capacidad de facilitar la conectividad e integración territorial en distintas escalas.

El agua, en particular, representa el principal elemento estructurador de los ecosistemas altoandinos y puneños, dadas las limitaciones estrictas de su disponibilidad. Por ello, las fuentes de agua de buena calidad y en cantidades adecuadas son vitales no solo para el equilibrio y funcionamiento del ecosistema, sino también para todas las actividades humanas. Las surgencias de agua dulce cumplen un papel crítico tanto en el sostenimiento de la biodiversidad local como en la viabilidad de los asentamientos humanos y los proyectos de desarrollo que dependen directamente de ellas.

La gestión adecuada del agua, que incluya criterios de caudal ecológico, prácticas sostenibles de uso y monitoreo constante, se torna esencial en este contexto. Estas surgencias provienen de sistemas naturales complejos de captación y almacenamiento que incluyen precipitaciones, nieve, deshielo, infiltraciones y escurrimientos. Las vegas y arroyos se constituyen en verdaderos oasis que sustentan tanto a la fauna como a la flora, y su disponibilidad condiciona las posibilidades productivas de origen humano.

En el área de estudio, las vegas de Chuculaqui, Bequeville y Carro Grande constituyen las principales fuentes de agua dulce de buena calidad. Aunque existen otras fuentes menores, todas son relevantes debido a las condiciones áridas y altamente estacionales de la región. En las laderas altas y los llanos altoandinos, el agua de deshielo se infiltra y da origen a microcuencas de surgencias temporales, fundamentales para la fauna y flora locales.

Otras fuentes, como arroyos salobres o espejos de agua salina, si bien menos útiles para el consumo directo y algunas actividades humanas, resultan esenciales para ciertas especies y usos específicos, incluidos algunos procesos industriales.

### **5.10.2. Servicios de regulación/suporte:**

Los servicios ecosistémicos de regulación comprenden los procesos naturales que permiten la existencia y el mantenimiento del equilibrio funcional del ecosistema.

Nuevamente, el agua se presenta como el elemento determinante en la puna árida, pues su disponibilidad afecta directamente otros procesos fundamentales como la erosión, la formación de suelos (limitada a unos pocos sitios), la productividad vegetal, y la resiliencia ecológica. También influye en fenómenos como la colonización de nuevos espacios, la sucesión ecológica, la dispersión de semillas, la polinización, y otras interacciones biológicas clave para sostener la diversidad genética.

En ambientes áridos y semiáridos, la estructura del paisaje, tanto natural como biológica, cobra especial importancia. Espacios con mayor complejidad vertical—como quebradas, formaciones rocosas o vegetación densa—sirven como hábitat, refugio y zonas de alimentación para la fauna. Estos sectores con estructuras más desarrolladas juegan un papel clave en un paisaje donde las condiciones son extremas, siendo especialmente valiosos para las especies terrestres. Las vegas y áreas riparias asociadas también son cruciales para conservar la diversidad biológica a nivel regional.

En estos sistemas, los ciclos de nutrientes tienen particularidades propias. Algunas especies animales contribuyen activamente al reciclaje de nutrientes, por ejemplo, al concentrarlos o redistribuirlos mediante el movimiento del suelo. Tanto la fauna como la flora influyen directamente sobre el ciclo del agua—desde su filtrado y almacenamiento hasta su disponibilidad—y también en el intercambio de gases atmosféricos como oxígeno, dióxido de carbono y vapor de agua. En algunos salares, microorganismos como las Archaea forman costras bacterianas que también participan en estos procesos.

Además, la fauna cumple funciones de control poblacional a través de la depredación. Carnívoros y aves rapaces, situados en la cima de la cadena trófica, regulan otras poblaciones animales y se autorregulan mediante ciclos reproductivos, migraciones o desplazamientos territoriales.

La interacción entre flora y fauna es esencial para mantener la estabilidad ecológica del sistema, ya que ocupan diversos nichos y refuerzan la capacidad del ecosistema para responder a perturbaciones como el cambio climático, eventos extremos o intervenciones humanas. Estos organismos, junto con los componentes no vivos del ambiente, generan procesos en cascada que activan mecanismos ecológicos como barreras naturales, relaciones simbióticas, competencia y selección natural.

Dado que el agua y los servicios de soporte están estrechamente vinculados, su distribución desigual—concentrada en vegas y zonas específicas de surgencia—refleja tanto su escasez como su importancia estratégica. Por ello, es prioritario proteger estos lugares clave, ya que su existencia regula el funcionamiento integral del sistema socioecológico y productivo de la región.

## **5.11. Áreas naturales protegidas**

### **5.11.1. Ubicación y delimitación**

En la provincia de Salta, el Proyecto se ubica en el territorio correspondiente a la Reserva de la Vicuña, que abarca completamente al Dpto. Los Andes.

La ley provincial N° 6709 en su Artículo 1º prohíbe la caza y tenencia de la vicuña, como así también la comercialización e industrialización de sus productos y subproductos, facultando a la Autoridad de Aplicación para la creación de refugios naturales, nuevas zonas de reserva, crianza en semi-cautiverio y a realizar convenios a tal fin. Asimismo, en su Art. 4º establece que la Autoridad deberá realizar censos o relevamientos con determinación del hábitat natural de la especie de la Provincia, con seguimiento periódico (cada cuatro años).

Fuera del área del proyecto, se encuentra la Reserva Natural de Fauna Silvestre Los Andes, creada por Decreto 308/80. La misma ocupa el territorio del Departamento Los Andes, hasta el paralelo 24º 45´S, lo que representa una superficie aproximada de 1.440.000 ha. Es el área protegida más grande de la provincia de Salta y uno de las más extensas de Argentina. Fue creada en 1980 y su objetivo es conservar las ecorregiones de Puna y Altoandina Surgió por la necesidad de gestionar adecuadamente los ecosistemas altoandinos, con fin de garantizar su conservación y

con el objeto de generar alternativas de desarrollo local compatibles con las particularidades de este ambiente. Alberga no solo valores naturales singulares, sino también importantes valores culturales. Incluye dos municipios (San Antonio de los Cobres y Tolar Grande), como así también varios parajes y población dispersa.

La Secretaría de Ambiente de la Provincia de Salta, obtuvo financiamiento internacional para llevar a cabo la elaboración participativa del Plan Integral de Manejo y desarrollo de la Reserva Natural de Fauna Silvestre Los Andes (RNFLA), que se planteara en el marco del Componente 4 del Programa (BID 2835/OC-AR), como parte del objetivo de consolidar la conservación de las áreas protegidas en la Provincia de Salta.

El mencionado Plan de Manejo ha sido aprobado por Resolución N° 428/18 del día 23-07-2018, e incluye al Refugio Provincial de Vida Silvestre Laguna Socompa y Refugio Provincial de Vida Silvestre Ojos de Mar de Tolar Grande.

#### **5.11.2. Categorización**

En el caso de la Reserva de la Vicuña, la misma no cuenta en la actualidad con una delimitación concreta ni zonificación de su superficie. Carece de Plan de Manejo y de categorización en el marco de la Ley Provincial N° 7.107.

La Resolución N° 428/18 mencionada anteriormente, recategoriza a la "Reserva Natural de Fauna Silvestre Los Andes", asignándose la categoría de "Reserva Natural de Uso Múltiple", en los términos de los arts. 17º, inc. g); 25º; 35º inc. c) y concordantes de la ley 7.107 y art. 25º y ccdtes. del Decreto N° 2019/10, bajo la denominación de "Reserva Natural de Uso Múltiple Los Andes".

El plan de manejo de la Reserva propone una zonificación siguiendo los criterios de la Ley 7.107, según el siguiente esquema:

- **Zona Núcleo o Intangible**

Parte más restrictiva, limitada solo a actividades científicas y de educación ambiental. No tiene una manifestación cartográfica por la falta de información en algunos casos, particularmente de la presencia de especies amenazadas, sitios de ambientes

extremófilos, en otros casos por la movilidad de los elementos a mapear, como los sitios de anidación de los flamencos.

- **Zona de uso restringido**

Se permiten solo actividades acotadas, como ganadería tradicional o turismo. Se divide en 5 sectores: Atractivos Turísticos, Refugios de Vida Silvestre, Sitios Arqueológicos, Vegas y Espacios para Procesos Naturales

- **Zona de Uso Sustentable**

Se permiten todo tipo de actividades, con restricciones para procurar la aplicación de prácticas sustentables y reducir efectos no deseados sobre los valores de conservación del área. Se divide en tres sub- zonas: Infraestructura Urbana e Industrial, Gestión Especial (que incluye Comunidades Vegetales, Altas Cumbres y Salares) y subzona de Usos Múltiples.

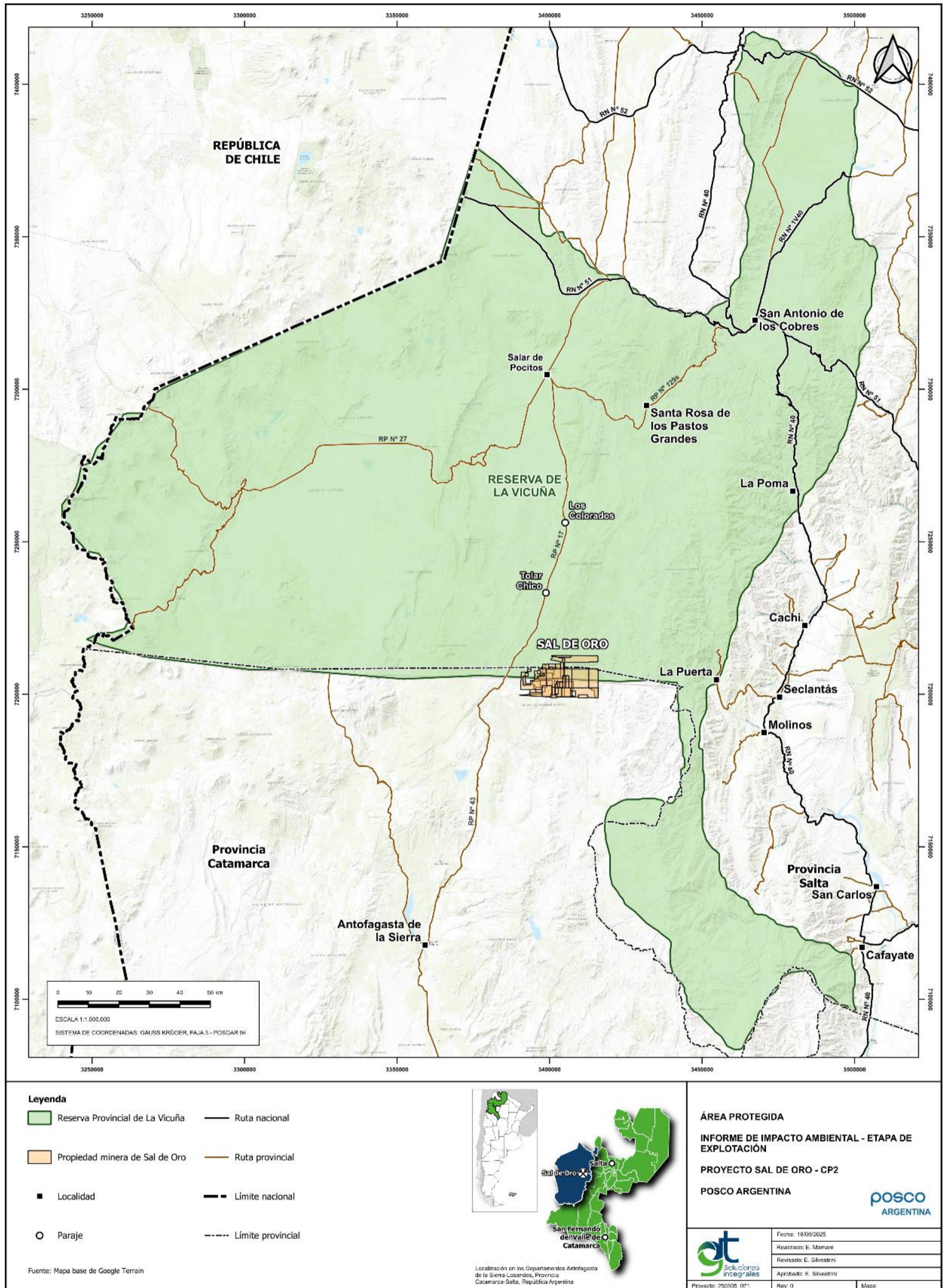
En el siguiente mapa se observa la ubicación del Proyecto Sal de Oro con respecto a las Reservas mencionadas.

Cliente: POSCO Argentina **SAU** SAU

Junio 2025

**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

**Mapa 5.11 Áreas Naturales Protegidas.**



Fuente: GT, 2025.

Cliente: POSCO Argentina **SAU** SAU

Junio 2025

**iError! No se encuentra el origen de la referencia.**

## **6. Paisaje**

### **6.1. Generalidades**

El paisaje es un concepto integrador que comprende tanto los procesos ambientales como los sociales, económicos y culturales, todos ellos manifiestos en un espacio y tiempo determinados. Asimismo, puede considerarse un recurso territorial, ya que su configuración, composición, funcionamiento y dinámica varían según el sitio, otorgándole particularidad y valor. En este sentido, el paisaje se define como el conjunto de interrelaciones que surgen de la interacción entre la geomorfología, el clima, la vegetación, la fauna, el agua y las modificaciones antrópicas (Dunn, 1974; MOPT, 1993).

En el marco del Proyecto Sal de Oro – Etapa de Explotación: Segunda Planta Comercial (CP2), el estudio y la planificación del paisaje constituyen herramientas fundamentales para evaluar los efectos potenciales de las actividades humanas y definir estrategias orientadas a la conservación y protección del entorno natural. Para ello, se adoptó una aproximación desde el paisaje visual, centrada en aquello que el observador puede percibir en el territorio. Esta perspectiva considera al paisaje como la expresión espacial y visual del medio ambiente, así como una realidad percibida que puede ser valorada positiva o negativamente (Álvarez y Espluga, 1999; Martínez Vega et al., 2003).

El presente apartado tiene como objetivo caracterizar el paisaje teniendo en cuenta la combinación dinámica de los elementos del medio físico y natural que lo componen.

### **6.2. Metodología**

Para realizar la caracterización y posterior análisis del paisaje se combinaron las metodologías propuestas por Móniz Sánchez (2001) y Pérez (2010), las cuales fueron adaptadas para el área del proyecto e incluye los siguientes pasos:

#### **6.2.1. Adecuación de Información y Cartografía**

A partir de la información generada en la Línea de Base Ambiental del presente documento, se adecuó la base de datos SIG, por otra parte, como base para la G.T. Ingeniería S.A.

homogeneización de cada una de las capas de información se ha utilizado un mapa ráster del área de estudio y una proyección del sistema geodésico de referencia Gauss Krüger Faja 2. Además del trabajo de homogeneización, se acondicionaron los mapas ajustando su extensión al área de estudio, creando mosaicos con las bases que estaban distribuidas en los mapas generados en la línea de base y rasterizando aquellas bases que se encontraban en formato vectorial.

### **6.2.2. Análisis de la Calidad visual aplicación de un modelo EMC y SIG**

Dado que la percepción del paisaje está sometida a la subjetividad del observador y a su propia diversidad y calidad visual, se realiza un análisis de la calidad visual del paisaje, que incluye componentes como la fisiografía, el recurso hídrico y la vegetación.

La participación de estos múltiples factores en la conformación de un paisaje, así como otros condicionantes como el campo visual, hace que la valoración de su calidad sea una tarea compleja. En este contexto, el método de Evaluación MultiCriterio (EMC) integrado en un Sistema de Información Geográfica es una herramienta de primer orden para el análisis de la calidad visual del paisaje.

Las fuentes utilizadas para obtener las capas de los criterios para el modelo de EMC en este caso han sido extraídas, en su mayor parte de la Información generada en la Línea de Base Ambiental del presente documento.

### **6.2.3. Selección de Criterios**

El primer paso en la implementación de esta metodología ha sido la selección de una serie de criterios que determinan la calidad visual del paisaje, esta selección se realizó mediante la organización de un taller interdisciplinario, empleando la metodología de Evaluación Multicriterio (EMC).

En la siguiente tabla se presentan los factores que se han utilizado para identificar la calidad visual del paisaje agrupado en diferentes categorías.

**Tabla 6.1. Criterios, factores e indicadores seleccionados para el análisis visual.**

<b>Criterios</b>	<b>Factores</b>	<b>Variables</b>
<b>Calidad intrínseca</b>	Fisiográfico	Pendientes (%)
	Geomorfológico	Influencia de Geoformas en el Paisaje
	Hídrico	Presencia de cursos de agua
	Vegetación	Rango de NDVI  (clases de cobertura asociadas a las unidades de vegetación)
<b>Elementos antrópicos de incidencia paisajística</b>	Socioeconómico	Uso del suelo: Infraestructura

Fuente: GT, 2025

#### **6.2.4. Normalización y Valoración de Factores**

Respecto a la normalización de los factores y su valoración, se ha tratado de manera independiente cada uno de los factores considerados, asignando un valor de jerarquía y de importancia relativa como componente del paisaje, empleando el método de comparación por pares (MCP), estos valores fueron integrados en el entorno SIG para su análisis y modelado.

#### **6.2.5. Valoración de la Calidad Visual a partir de la ponderación de las variables**

La ponderación se define como el peso o importancia que se le atribuye a cada uno de los indicadores utilizadas para el cálculo de la calidad visual del paisaje dentro del modelo diseñado para ello.

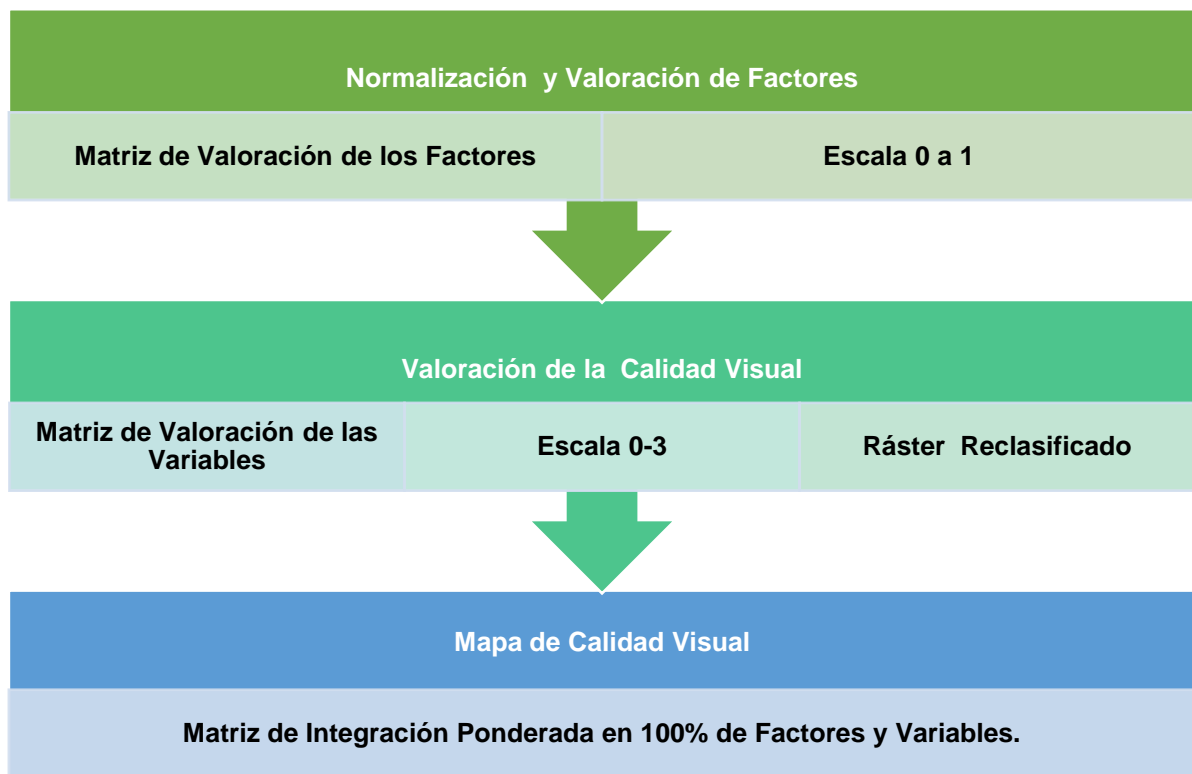
Esta ponderación se ha llevado a cabo utilizando el método Analytic Hierarchy Process (AHP) o Método Analítico Jerárquico. Este método se caracteriza porque descompone y organiza el problema de forma visual en una estructura jerárquica.

A cada variable se le asigna un valor de la escala entre 1 y 3. La asignación de los pesos se obtiene de la sumatoria de los valores asignados por cada especialista en G.T. Ingeniería S.A.

el taller de valoración multiplicados por el valor de jerarquía asignado a cada factor durante el proceso de normalización.

Finalmente, en el SIG, se integran los ráster reclasificados (valores de calidad visual por cada variable) y la Matriz de Pesos Ponderados de las Variables, obteniendo como resultado el mapa ráster de la calidad visual para todo el territorio analizado. En la siguiente figura se resume el procedimiento realizado.

**Figura 6.1. Integración del análisis multicriterio EMC en plataforma SIG**



Fuente: GT, 2025

## 6.3. Resultados

### 6.3.1. Unidades de Paisaje

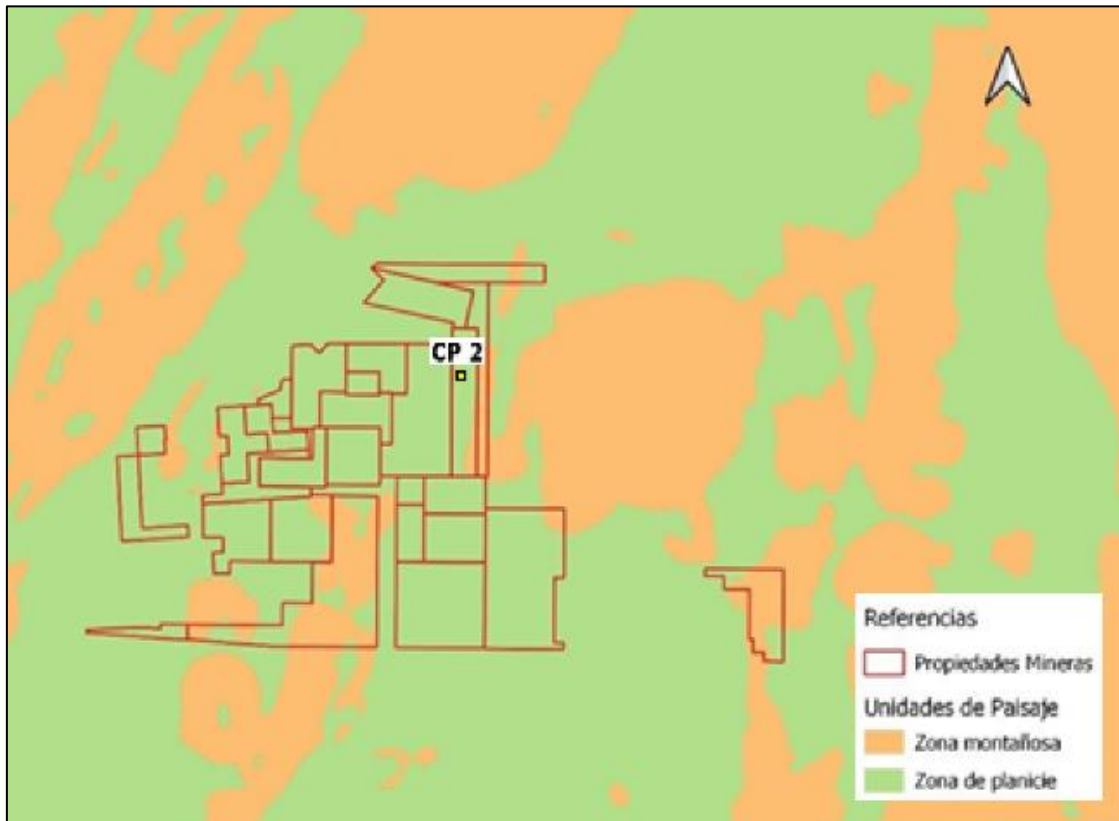
El área del Proyecto Sal de Oro – Etapa de Explotación: Segunda Planta Comercial (CP2) se ubica en una región de relieve escarpado, a una altitud media de aproximadamente 4.000 msnm, enmarcada por volcanes, cordones montañosos, sierras y cerros aislados. Para el análisis de la calidad visual del paisaje, se identificaron dos unidades principales según las formas del relieve: zona montañosa y zona de planicie, cada una con características morfológicas y visuales

distintivas.

La zona montañosa está conformada por cordones de altas cumbres, volcanes, serranías, cerros y quebradas, que generan un paisaje de gran complejidad morfológica y alto valor escénico. Entre los elementos más representativos destacan el Volcán Ratones, el Cordón del Gallego, el Farallón Catal, la Península de Tincalayu y la Sierra Inca Viejo. Un hito visual notable en este entorno es el Cerro Ratones, un cono volcánico de laderas suaves que alcanza los 5.259 msnm, constituyéndose como el punto más elevado y dominante del área.

En contraste, la zona de planicie se caracteriza por la presencia de depresiones endorreicas que incluyen salares, conos y abanicos aluviales, humedales altoandinos, cauces fluviales y afloramientos vegetados. Esta unidad alberga componentes destacados como el Salar del Hombre Muerto, la Laguna Verde, el Delta del Río Los Patos, el Salar Ratones y la Laguna Ratones. A pesar de su distribución limitada, los humedales altoandinos presentes en esta zona constituyen ecosistemas frágiles de alto valor ecológico, con presencia de especies endémicas y una notable belleza paisajística, lo que realza su importancia en el contexto natural y visual de la Puna altoandina. Como puede observarse en la siguiente figura la Segunda Planta Comercial (CP2), se encuentra en la zona de planicie.

**Figura 6.2 Unidades de paisaje definidas para el área de estudio.**



Fuente: GT 2025 en base a datos suministrados por POSCO Argentina.

### 6.3.2. Calidad Visual del Paisaje

Una vez definidas las unidades de paisaje dentro del área de estudio correspondiente al Proyecto Sal de Oro – Etapa de Explotación: Segunda Planta Comercial (CP2), se procedió a la estimación de la calidad visual mediante la aplicación de un modelo de Evaluación Multicriterio (EMC), integrado en un entorno de análisis espacial mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG).

En esta etapa, se valoraron cuantitativamente diversas variables morfológicas, biofísicas y perceptuales que inciden en la percepción visual del entorno. Los resultados obtenidos permiten representar el estado actual del paisaje y establecer su nivel de interés visual o valor escénico, insumo fundamental para identificar zonas con mayor sensibilidad visual frente a intervenciones antrópicas y orientar procesos de ordenamiento territorial y gestión del paisaje.

A continuación, se presenta la valoración obtenida para cada variable analizada,  
G.T. Ingeniería S.A.

las cuales, muestran el estado actual del paisaje estableciendo su interés y atractivo estético.

**Tabla 6.2. Valoración o importancia asignada a cada Factor mediante el Método de Comparación de Pares.**

<b>Factor</b>	<b>Peso o Importancia</b>	<b>Peso de la variable (%)</b>
Fisiográfico	0,30	30
Hídrico	0,25	25
Socio - económico	0,18	18
Geomorfológico	0,15	15
Vegetación	0,12	12
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>100</b>

Fuente: GT 2025 en base a datos suministrados por POSCO Argentina.

Los valores obtenidos en la evaluación reflejan la importancia relativa de cada factor dentro del análisis paisajístico.

El Factor Fisiográfico y el Factor Hídrico fueron los que recibieron las ponderaciones más altas, debido a su incidencia directa en la configuración visual, ecológica y funcional del paisaje.

El Factor Fisiográfico fue el más relevante dentro del modelo, dado que el área del proyecto se localiza en la provincia geológica de la Puna, caracterizada por un relieve abrupto, con pendientes pronunciadas, rodeado de volcanes, cordones montañosos, sierras y cerros aislados, y ubicada a una altitud media cercana a los 4.000 msnm. Variables como la pendiente y la altitud no solo condicionan la visibilidad y la exposición del terreno, sino que también influyen en el tipo de vegetación dominante, la estructura de la red de drenaje y la ocurrencia de procesos geomorfológicos como la erosión y la sedimentación.

Dentro de los rasgos fisiográficos más significativos cercanos al proyecto, destacan el Volcán Ratones, las serranías elevadas como Inca Viejo, el Cordón del Gallego y la Sierra de Ratones, todos ellos elementos prominentes que aportan alto valor escénico al paisaje circundante. En contraste, el Salar del Hombre Muerto representa un plano de aspecto predominantemente horizontal, típico de los salares de la región, interrumpido ocasionalmente por afloramientos rocosos

internos, entre los cuales sobresale el Farallón Catal, cuya elevación alcanza los 4.350 msnm, actuando como un hito visual dentro del salar.

El Factor Hídrico, por su parte, ocupó el segundo lugar en importancia. Este factor está compuesto por cursos de agua de escurrimiento temporal, cuyo aporte hídrico a los salares depende de las condiciones estacionales.

Los humedales altoandinos, aunque escasos, poseen una alta fragilidad ecológica, así como un notable valor paisajístico y nivel de endemismo. Dentro del área de influencia se identifican cuerpos de agua como salares, lagunas, vegas y vegetación halófila asociada al borde salino.

El Salar del Hombre Muerto se inserta en una de estas cuencas endorreicas, con un sistema de drenaje interno que depende principalmente de eventos de precipitación estacional, concentrados durante el verano. Los principales aportes hídricos superficiales provienen del Río Trapiche y del Río Los Patos, localizados al sur y sudeste del salar, respectivamente.

En tercer lugar, se posiciona el factor Socioeconómico, cuya ponderación se justifica por la presencia de intervenciones antrópicas asociadas a las actividades de explotación minera. Dentro del área del proyecto se identifican infraestructuras vinculadas a la etapa de construcción de la Planta de Fosfato de Litio, tales como campamentos, obradores, piletas de concentración de salmueras y caminos de acceso, lo que evidencia un grado moderado de transformación del paisaje natural y un cambio en el uso del suelo.

El cuarto factor en orden de importancia es el Geomorfológico, determinado por la diversidad de geoformas que configuran el paisaje. En el área de estudio se reconocen unidades morfológicas con un alto grado de naturalidad, como volcanes, cordones montañosos y serranías, que se intercalan con amplias depresiones ocupadas por planicies aluviales, salares y lagunas, generando un modelado geomorfológico distintivo y escénicamente significativo.

Por último, el factor Vegetación obtuvo la menor ponderación relativa. En la zona montañosa, la cobertura vegetal es escasa y fragmentada, predominando afloramientos rocosos y grandes superficies de suelo desnudo. Se observa vegetación de tipo estepa arbustiva, mientras que en los entornos asociados a cuerpos de agua se desarrollan comunidades hidrófilas, como pajonales y

vegetación riparia, especialmente en los bordes de salares.

Tras el análisis individual de cada factor, se procedió a su parametrización mediante la asignación de variables cuantificables, las cuales fueron evaluadas en una escala ordinal de 1 a 3, donde valores más altos representan un mayor nivel de calidad visual.

**Tabla 6.3. Escala de Valoración de Calidad Visual.**

Calidad Visual	Valor Asignado
Regular - Baja	1
Media	2
Alta	3

Fuente: GT 2025 en base a datos suministrados por POSCO Argentina.

A continuación, se presentan las variables asignadas para cada factor analizado:

**Tabla 6.4. Variables asignadas a cada Factor**

Factor	Variable
Fisiográfico	Pendientes (%)
Geomorfológico	Influencia de Geoformas en el Paisaje
Hídrico	Presencia de cursos de agua
Vegetación	Rango de NDVI  (clases de cobertura asociadas a las unidades de vegetación)
Socioeconómico	Uso del suelo - Infraestructura

Fuente: GT 2025 en base a datos suministrados por POSCO Argentina.

Para realizar la valoración, se emplearon las imágenes ráster procesadas de cada una de las variables analizadas y la información que contiene cada una de ellas.

**Tabla 6.5. Capas Ráster utilizadas e información obtenida de cada una de las variables.**

Variable	Ráster Utilizado	Información
Pendiente	Mapa de pendientes y MDET	Pendientes (%)
Influencia de Geoformas en el Paisaje	Mapa de geomorfología	Unidades Geomorfológicas
Presencia de cursos de agua	Mapa de red de drenaje	Presencia de cauces temporales y/o

Variable	Ráster Utilizado	Información
		permanentes
Rangos de NDVI	Mapa de NDVI	Clases de cobertura
Socioeconómica	Mapa de Infraestructura y usos del suelo	Áreas con y sin intervención

Fuente: GT 2025 en base a datos suministrados por POSCO Argentina.

A continuación, se presentan las matrices de valoración de la calidad visual elaboradas para cada variable, junto con su correspondiente ponderación. En el caso del Factor Fisiográfico, la asignación de valores tuvo en cuenta que las áreas con mayores pendientes tienden a presentar una configuración topográfica más dinámica y visualmente atractiva, debido a su influencia en los patrones de escurrimiento superficial y en los procesos geomorfológicos. Asimismo, los valores de pendiente y altitud condicionan en gran medida el tipo de vegetación dominante, la estructura de la red de drenaje y la ocurrencia de fenómenos como la erosión y la sedimentación, factores que contribuyen directamente a la percepción visual del paisaje.

**Tabla 6.6. Valoración de Calidad Visual para el Factor Fisiográfico - Variable Pendiente.**

Pendiente (%)	Valoración CV
≤ 5	1
5 - 20	2
≥ 20	3

Fuente: GT 2025 en base a datos suministrados por POSCO Argentina.

La valoración asignada al Factor Geomorfológico se fundamentó en el principio de que las áreas con pendientes más pronunciadas presentan una mayor calidad visual, debido a su complejidad topográfica y su capacidad de generar contrastes escénicos.

**Tabla 6.7. Valoración de Calidad Visual para el Factor Geomorfológico- Variable Unidades Geomorfológicas.**

Unidades Geomorfológicas	Valoración CV
Planicies y conos aluviales	1
Salar y lagunas	2
Afloramientos rocosos (volcanes, altas montañas y serranías)	3

Fuente: GT 2025 en base a datos suministrados por POSCO Argentina.

El Factor Hídrico adquiere un rol central en la valoración de la calidad visual del paisaje, dado que la presencia de cuerpos y cursos de agua constituye uno de los elementos de mayor atractivo escénico. La existencia de lagunas, arroyos temporarios y permanentes, así como vegas altoandinas, contribuye a enriquecer la percepción estética del entorno.

**Tabla 6.8. Valoración de Calidad Visual para el Factor Hídrico - Variable Red de drenaje.**

Red de drenaje	Valoración CV
Sin cursos de agua	1
Cuerpos de agua (lagunas, salinas)	2
Cauces temporales y permanentes	3

Fuente: GT 2025 en base a datos suministrados por POSCO Argentina.

Los valores del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI, por sus siglas en inglés) oscilan entre -1 y 1. Los valores próximos a 1 indican una cobertura vegetal densa y saludable, asociada a una alta actividad fotosintética. En cambio, valores cercanos a 0 corresponden a superficies con escasa o nula vegetación, como suelos desnudos o áreas degradadas. Los valores negativos, por lo general, representan cuerpos de agua, nubes, sombras o superficies nevadas.

**Tabla 6.9. Valoración de Calidad Visual para el Factor Vegetación - Variable Clases de cobertura.**

Clases de cobertura	Valoración CV
Suelo desnudo, cuerpos de agua, salares, sin vegetación	1

Clases de cobertura	Valoración CV
Vegetación escasa	2
Vegetación moderada	3

Fuente: GT 2025 en base a datos suministrados por POSCO Argentina.

Para la evaluación del Factor Socioeconómico se consideró el nivel de ocupación e intervención antrópica del territorio, en función de la presencia y extensión de infraestructuras tales como redes viales y sistemas energéticos, así como del uso actual del suelo, principalmente vinculado a actividades extractivas, como la actividad minera.

**Tabla 6.10. Valoración de Calidad Visual para el Factor Socioeconómico - Variable Áreas con intervención.**

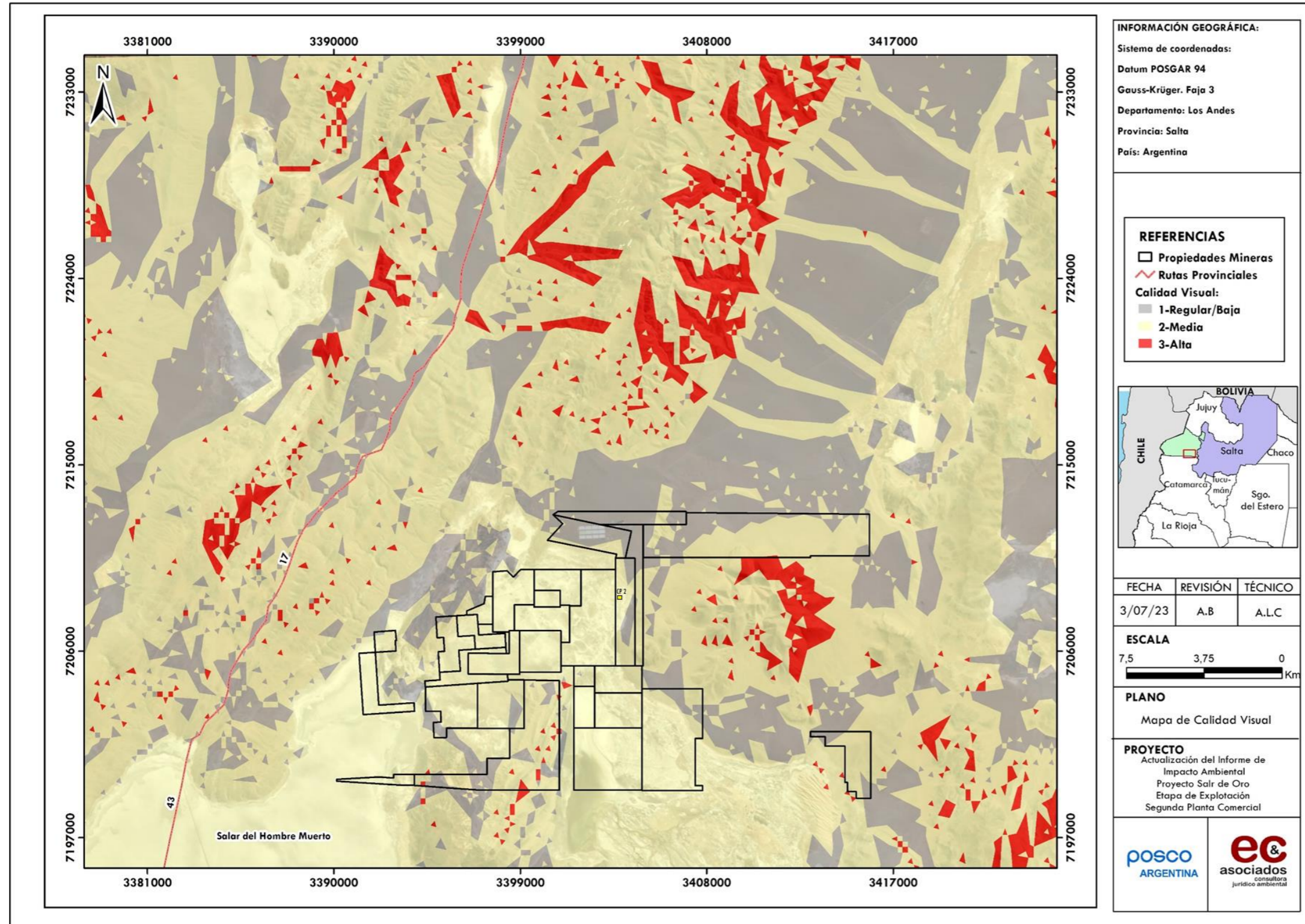
Áreas con intervención	Valoración CV
Con Intervención de infraestructura y usos del suelo	1
Con intervención de infraestructura o con uso del suelo	2
Sin intervención	3

Fuente: GT 2025 en base a datos suministrados por POSCO Argentina.

Una vez establecida la valoración de la calidad visual de cada uno de los factores se procedieron a reclasificar las imágenes ráster, obteniéndose las imágenes reclasificadas por cada variable.

A partir del uso de la metodología de EMC y de las herramientas SIG, mediante la superposición ponderada de las imágenes ráster, se obtuvo un mapa de Calidad Visual del Paisaje para el área de estudio.

**Figura 6.3 Unidades de paisaje definidas para el área de estudio.**



La calidad visual del paisaje en el área de estudio varía entre los rangos Alto y Regular/Bajo, siendo predominantes las categorías Media a Regular/Bajo.

Las áreas clasificadas con Calidad Visual Alta corresponden principalmente a zonas montañosas con relieve escarpado y pendientes pronunciadas, como las cumbres de volcanes y cordones montañosos. La presencia de hitos paisajísticos, como el volcán Ratonés, realza notablemente la valoración escénica del entorno debido a su singularidad y atractivo visual.

La categoría de Calidad Visual Media abarca terrenos montañosos de relieve accidentado y pendientes que oscilan entre moderadas y altas, incluyendo laderas volcánicas, sierras elevadas y cordones montañosos. También se incluyen ciertas planicies, como salares y lagunas, que se destacan por su relación con la vegetación característica de borde de salar. Elementos distintivos como el Salar del Hombre Muerto, la laguna Verde y el Delta de Los Patos, contribuyen a enriquecer visualmente estos sectores.

Por último, la Calidad Visual Regular a Baja se asocia a planicies ocupadas por conos y abanicos aluviales, dominadas por estepas arbustivas y sin presencia de elementos naturales destacados que otorguen singularidad o atractivo especial al paisaje.

Según se observa en el mapa, la Segunda Planta Comercial (CP2) se localiza dentro de un área clasificada con **Calidad Visual Media**. Esto indica que, si bien el entorno posee cierto atractivo natural y elementos paisajísticos relevantes, no presenta rasgos visuales de gran singularidad o impacto escénico destacado. Esta ubicación sugiere una integración visual moderada del proyecto en el paisaje, lo cual puede contribuir a reducir su percepción como elemento discordante en el entorno natural.