



PROYECTO CAUCHARI JV

INFORME DE MONITOREO AMBIENTAL SEMESTRAL

ABRIL 2019

INFORME DE MONITOREO AMBIENTAL SEMESTRAL

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO 1 - INTRODUCCION	3
1.1 Ubicación	3
1.2 Monitoreo participativo	4
CAPÍTULO 2 - RESUMEN EJECUTIVO	5
CAPÍTULO 3 - MONITOREO DE COMPONENTES BIOLÓGICOS	7
3.1 Introduccion	7
3.2 Area de estudio	8
3.3 Consideraciones Generales Y Diseño Del Monitoreo	9
3.4 Metodología	11
3.4.1 Monitoreo de Fauna	12
3.4.1.1 Monitoreo de aves	12
3.4.1.2 Monitoreo de mamíferos	13
3.4.1.3 Monitoreo de otros elementos de fauna	14
3.4.2 Monitoreo de vegetación	15
3.5 Resultados	18
3.5.1 Fauna	18
3.5.1.1 Relevamiento de aves	18
Vega Archibarca	23
Análisis de eficiencia	24
3.5.1.2 Relevamiento de mamíferos	27
Vicuñas	30
3.5.1.3 Monitoreo de otros elementos de la fauna	32
3.5.2 Vegetación	33
3.5.2.1 Riqueza y diversidad	34
3.5.2.2 Abundancia	36
3.5.2.3 Cobertura	38
3.5.2.4 Altura de la vegetación	41
3.6 Conclusiones	44
CAPÍTULO 4 - MONITOREO DE AGUA	48
4.1 Introducción	48
4.2 Muestreo	49
4.3 Parámetros Analizados	49
4.4 Resultados	51
4.4.1 Vega Archibarca	51
4.4.2 Rio Tocomar	54

4.4.3.	Campamento El Porvenir	56
CAPÍTULO 5 - MONITOREO DE SALMUERA		58
5.1	Introducción	58
5.2	Muestreo	60
5.3	Parámetros Analizados	60
5.4	Resultados	60
5.4.1	Pozo 07D	60
CAPÍTULO 6 - MONITOREO DE SUELOS		62
6.1	Introducción	62
6.2	Muestreo	62
6.3	Parámetros Analizados	62
6.4	Resultados	64
6.4.1	Plataforma Pozo 7	64
6.4.2	Plataforma Pozo 12	65
6.4.3	Campamento	66
6.4.4.	Zona de futura planta	68
CAPÍTULO 7 - MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE		70
7.1	Introducción	70
7.2	Muestreo	71
7.3	Parámetros Analizados	72
7.4	Resultados	72
7.4.1	Plataforma Pozo 7	72
7.4.2	Plataforma Pozo 12	73
7.4.3	Campamento	74
CAPÍTULO 8 - MONITOREO DE RUIDOS		75
8.1	Introducción	75
8.2	Muestreo	76
8.3	Parámetros Analizados	76
8.4	Resultados	76
8.4.1	Plataforma Pozo 7	76
8.4.2	Plataforma Pozo 12	76
8.4.3	Campamento	76
9	BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	78
10	ANEXOS	81

INFORME DE MONITOREO AMBIENTAL SEMESTRAL

CAPÍTULO 1 - INTRODUCCION

1.1 UBICACIÓN

El Proyecto Cauchari JV se encuentra ubicado hacia el Oeste del departamento de Suques, a aproximadamente 250 km al NO de la Ciudad de San Salvador de Jujuy, Provincia de Jujuy, Argentina.

La distancia entre el Proyecto y la localidad de Susques, capital de dicho departamento, es aproximadamente 85 km hacia el Este.

El límite con la República de Chile se encuentra a 50 km, hacia el Oeste por Ruta Nacional (RN) 52, coincidente con el Paso de Jama.

El acceso al Proyecto puede realizarse desde la ciudad de San Salvador de Jujuy a través de la RN 9 (pavimentada) hasta la intersección con la RN 52 (pavimentada). Luego de transitar 130 km por dicha ruta hasta Salinas Grandes. Desde aquí se continúa hasta la localidad de Susques, desde donde se recorren 60 km aproximadamente en dirección Sudoeste por la RN 52 hasta arribar a la zona del Proyecto.

Desde la ciudad de Salta, es posible acceder al Proyecto desde la localidad de Campo Quijano, circulando por RN 51 unos 182 km aproximadamente hasta alcanzar la Ruta Provincial (RP) 70, por la cual se recorren 28 km en dirección Norte hasta arribar a la zona del Proyecto.

La región geográfica donde se encuentra ubicado el Salar Cauchari, corresponde a una meseta altiplánica del noroeste de Argentina con una altitud que ronda los 4000 m s.n.m. Desde una perspectiva geográfica, se encuentra sobre los Andes Centrales definidos como la biorregión Andes Tropicales (Simpson y Toddzia 1990), también conocida como la Puna Altiplánica. Es una altipampa cordillerana desértica de altura que se extiende entre las dos ramificaciones que la Cordillera de los Andes presenta en estas latitudes. Forman esta región extensos bolsones y llanuras, separados por cadenas montañosas, y bordeados por la Cordillera Real al este y la Cordillera de los Andes al oeste. En Argentina, ocupa las zonas montañosas y mesetas del noroeste, desde el límite con Bolivia hasta San Juan. Las altitudes medias en su porción del norte se encuentran entre los 3.400 y los 4.500 m.s.n.m. (Garreaud et al. 2003).

En la región de la Puna, las lluvias se concentran particularmente entre los meses de noviembre y marzo, período en el que se registran entre el 99% al 100% de las precipitaciones anuales. El resto del año el déficit hídrico es alto marcando una estación muy seca entre abril y septiembre. Las precipitaciones invernales son en forma de nevada y granizada y las estivales son básicamente pluviales. La zona en la cual se ubica el proyecto se conoce como Puna Desértica o de Atacama posee una precipitación de menos de 100 mm anuales. Se sitúa en la parte occidental y austral de la región, donde los ríos y lagunas son escasos y conforman

mayormente cuencas endorreicas. Las vegas constituyen los aportantes de agua principales a los salares.

Las fluctuaciones climáticas diarias en la temperatura proveen uno de los elementos más críticos de estrés ambiental que enfrentan las plantas de estos hábitats (Ruthsatz 1977). La frecuencia de las heladas es una fuerza selectiva clave en la adaptación a los ambientes tropicales de altura. Las especies que viven en estos sitios también tienen que soportar un estrés adicional de ciclos de congelamiento–deshielo causado por los movimientos dinámicos del suelo, que actúan como un ambiente hostil para las raíces de las plantas (Smith y Young 1987) provocando así diferencias en la fisonomía de la vegetación a lo largo de la gradiente altitudinal.

1.2 MONITOREO PARTICIPATIVO

En esta oportunidad fueron invitadas a la participación las Comunidades de Jama, Pastos Chicos, Puesto Sey, Huancar, Catua, Olaroz y Coranzuli. Ver Anexo: Invitación a Comunidades.

Asimismo, fueron invitadas las reparticiones de la Dirección Provincial de Minería, Dirección de Recursos Hídricos y Secretaría de Calidad Ambiental. Ver Anexos: Invitación a Autoridad de Aplicación.

Los participantes que acudieron a la invitación fueron:

- Comunidad de Olaroz: Sergio Vasquez
- Comunidad de Coranzuli: Brian Quispe
- Comunidad de Catua: Fanny Guitian

Cabe destacar que también participó personal de la empresa, que pertenece a comunidades vecinas en representación de las mismas (Huancar, Puesto Sey y Pastos Chicos), Fredy Luzco, Delia Mamani y Ariel Mamani respectivamente.

Por los organismos gubernamentales, representaron:

- Dirección de Minería: José Ordoñez, Osvaldo Córdoba y Elvio Sejas
- Secretaría de Calidad Ambiental: Cesar Torres
- Dirección de Recursos Hídricos: Oscar Dionisio.

El Monitoreo de Flora y Fauna fue realizado por la empresa NOCTILIO con la presencia del Lic. en Biología Cesar Bracamonte y de la Guardaparque Leonor Antequera; mientras que el monitoreo de calidad de calidad de aire, agua, suelos, ruidos y salmuera se llevó a cabo por los técnicos de la empresa INDUSER SRL, Nicolas Lencina y Sebastián Torres.

CAPÍTULO 2 - RESUMEN EJECUTIVO

El presente Resumen Ejecutivo brinda una reseña de las tareas realizadas durante el quinto monitoreo semestral para la etapa de exploración.

El presente monitoreo, al igual que los cuatro anteriores dan cumplimiento por parte de la Empresa South American Salars S.A., a lo solicitado por la Dirección de Minería y Recursos Energéticos, en su Declaración de Impacto Ambiental DIA aprobada según resolución N° 002/2017 para el Informe de Impacto Ambiental para la Etapa de Exploración del “Proyecto Salar de Cauchari”.

Los monitoreos se llevan a cabo en los meses de abril de y octubre. El monitoreo presente se realizó en el mes de abril de 2019, donde se realiza un seguimiento de los componentes Flora y Fauna, Suelo (Físicoquímico), Calidad de Aire, Ruido, Salmuera y Agua (Superficial y subterránea).

El muestreo de Calidad de Aire, Suelo y Agua Superficial, Salmuera, Ruido, se realizó simultáneamente involucrando en este caso a la Empresa Induser, quienes estuvieron a cargo de las tomas de muestras, que, posteriormente las mismas fueron enviadas al laboratorio del mismo nombre para su correspondiente análisis.

Los valores obtenidos de agua superficial del quinto monitoreo continúan siendo nuestra Línea Base ambiental para este Recurso Natural y corresponden al periodo estacional de otoño.

Al tener los recursos de agua superficial un comportamiento dinámico de origen climático, los parámetros pueden cambiar en sus concentraciones, pero de todas formas los cambios no son significativos, y estos cambios son propios del recurso, quedando evidenciado que no son de origen antrópico.

Con respecto al Suelo, los resultados obtenidos de los muestreos arrojan valores con poca variabilidad en relación con monitoreos anteriores, esto indicaría o evidencia que el impacto antrópico como consecuencia de las tareas de Exploración, no afectaron ningún parámetro físico químico de propiedades del suelo, donde se puede inferir que el impacto antrópico es mínimo.

En lo que respecta a Calidad de Aire, los valores obtenidos en las concentraciones de los parámetros indican, al igual que en el suelo, poca variabilidad en los datos en comparación con los resultados obtenidos en monitoreos anteriores.

Se incluyen en el presente monitoreo mediciones de ruido, obteniéndose valores por debajo a los establecidos por la norma de referencia como así también se incluye muestreo de salmuera.

El monitoreo biológico se realizó entre los días los días 22 y 26, respetando las fechas planificadas para el mismo. Los valores de los parámetros estimados para estudiar la vegetación y la fauna mostraron niveles acordes a los reportados para sitios similares por las publicaciones de referencia. Hubo variaciones en los parámetros estimados en este monitoreo respecto a los anteriores (aunque ver explicación más abajo) que bien se pueden

relacionar con los cambios naturales del sistema y con la intensificación del esfuerzo de muestreo sin mediar un efecto antrópico en los resultados obtenidos.

Los parámetros estimados para la fauna tuvieron un comportamiento regular, sin cambios importantes en los parámetros estimados. A pesar de la intensificación de esfuerzo, las abundancias observadas y la riqueza de aves y mamíferos se mantuvieron sin cambios mostrando estabilidad en la diversidad general de la zona de estudio. Respecto a los ensambles de especies, se puede inferir que no se hubo modificaciones en la estructura de los mismos dado que las especies registradas se también se mantuvieron en la zona de monitoreo.

El monitoreo de la vegetación reveló un impacto significativo sobre algunos parámetros. Las abundancias y riqueza aumentaron considerablemente como fruto del aumento en el número de puntos monitoreados. Esto resulta esperable dado que un mayor número de individuos contabilizados en una mayor superficie aumenta las probabilidades de detección de especies adicionales. Esto tuvo su efecto sobre la diversidad (H') habiendo registrado el mayor valor de los últimos monitoreos realizados.

Los análisis aplicados para eliminar los efectos de la modificación del esfuerzo (rarefacción) determinaron que hubo pocas diferencias influidas por el cambio en las abundancias registradas. Estas diferencias se detectaron en el monitoreo de aves, mostrando un incremento en la riqueza del presente monitoreo respecto al monitoreo de abril del año 2017. En vegetación no se detectaron diferencias involucradas con cambios en los parámetros estimados lo que denota niveles regulares en los mismos. En conclusión, a pesar de las variaciones por cambios en el esfuerzo, los monitoreos son comparativamente similares, sobre todo respecto al parámetro de riqueza.

El proceso adaptativo metodológico continúa bajo análisis en función de determinar el mejor balance entre el esfuerzo de muestreo y los niveles aceptables de detección de cambios en los parámetros en la zona. Los ambientes de puna pueden ser muy variables y no poseen estudios prolongados en el tiempo. Por esto, este sistema debe ser monitoreado por varios años para obtener un panorama de las variaciones naturales que este ofrece. Solo así, se podrá separar las variaciones en los parámetros que obedecen a efectos humanos de los naturales.

El presente informe fue realizado y revisado por personal de la empresa SAS (Geol. Miguel Peral, Ing Jorge Barroso), que además integran la consultora Salta Ambiental S.R.L inscrita en la provincia de Jujuy con el registro N°105, con la colaboración técnica del Geólogo Federico Diaz Alfaro.

CAPÍTULO 3 - MONITOREO DE COMPONENTES BIOLÓGICOS

3.1 INTRODUCCION

Los monitoreos se utilizan para estudiar e identificar cambios en los parámetros poblacionales de la vegetación o fauna (Marsh y Rangel 2008, Shea y Mangel 2001) de modo que permita evaluar si las estrategias de gestión específicas resultan funcionales (Witmer 2005).

El monitoreo se define como la obtención espacial y temporal de información específica sobre el estado de las variables ambientales que resulta de insumo funcional para los procesos de seguimiento y fiscalización ambiental (SENACE 2015). Aunque el monitoreo ambiental no sólo cumple con medir los parámetros ecológicos, sino también determina el estado de conservación. Por lo tanto, los sistemas de control y de medidas establecidos en los protocolos de manejo ambiental deben apuntar al seguimiento de la calidad de los diferentes elementos biológicos que podrían verse afectados durante la ejecución de las actividades del proyecto (Faúndez et al. 1995).

La definición de los parámetros para cumplir con un plan de monitoreo ambiental resulta crucial ya que éste permitirá evaluar periódicamente la dinámica de los mismos, con la finalidad de determinar los cambios que se puedan generar durante el período de presencia del proyecto. En función de lo mencionado, y con la decisión de alcanzar lo estipulado, la Minera South American Salars S.A. aportó al diseño y aplicación de un protocolo de monitoreos con fuerte sentido de pragmatismo y bajo condiciones adaptativas en la zona de influencia del proyecto minero. Por esto, en este tiempo se aplicaron modificaciones y mejoras a la metodología para la realización del monitoreo biológico para el logro de mejores resultados.

El monitoreo bajo el cual se aplican los protocolos de relevamiento de fauna y de vegetación, permitirá evaluar la existencia de cambios en los parámetros de los elementos bióticos por potenciales presiones de las actividades. También permite coleccionar información de base sobre las variaciones locales naturales, propias de los organismos de la región, y de las cuales no se tiene referencia bajo la cual evaluarla. La concreción del relevamiento de fauna y de vegetación sumado a la aplicación del monitoreo ambiental de manera rigurosa, permitirá la evaluación periódica de la dinámica de los parámetros poblacionales. La información obtenida, precisa y actualizada, resulta el insumo para la toma de decisiones orientadas a la conservación y uso sostenible de los recursos naturales y conservación del medio ambiente durante la permanencia del proyecto.

En el presente informe se reportan los resultados del monitoreo ambiental de flora y fauna, solicitado por South American Salars S.A. para el proyecto minero ubicado en torno al Salar Cauchari en el departamento Susques, provincia de Jujuy.

Para la realización del monitoreo se cumplió con las tareas de campo propuestas en los días 22 y 26 de abril de 2019 correspondiente al periodo de otoño y fines de estación húmeda.

El objetivo del monitoreo fue cumplir con el relevamiento biológico en el área de estudio, tanto en los sitios monitoreados previamente, como así también determinar nuevos sitios de

monitoreo en torno al Salar Cauchari. En función de esto se plantea el estado de conservación general del área de influencia del proyecto.

3.2 AREA DE ESTUDIO

El Proyecto Minero South American Salars se ubica al Oeste de la provincia de Jujuy en el Departamento Susques.

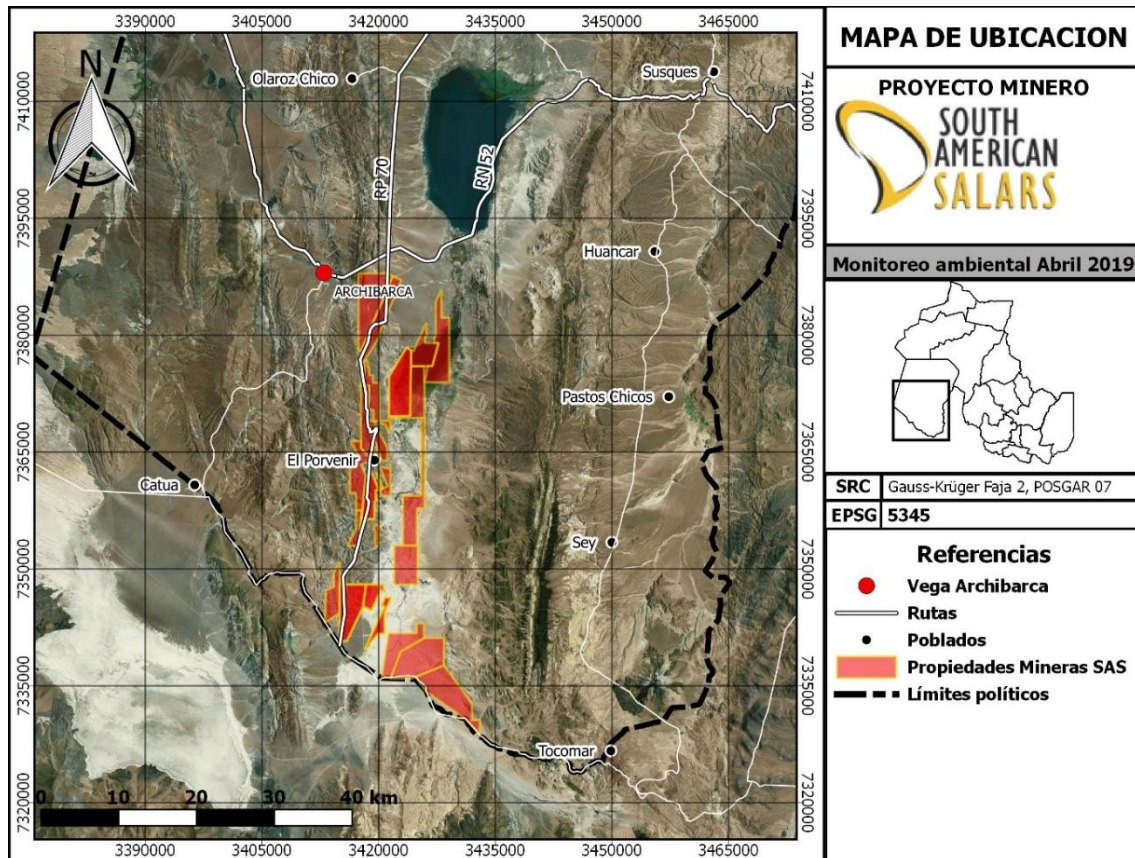


Figura 3.1. Mapa de ubicación del proyecto minero South American Salars y propiedades concedidas.

Las propiedades mineras de la empresa se asientan sobre el Salar Cauchari mayormente y en torno al mismo, hacia la margen Oeste. La región geográfica corresponde a una meseta altiplánica del noroeste de Argentina con una altitud que ronda los 4000 m s.n.m. Desde una perspectiva geográfica, se encuentra sobre los Andes Centrales definidos como la biorregión Andes Tropicales (Simpson y Toddzia 1990), también conocida como la Puna Altiplánica. Es una altipampa cordillerana desértica de altura que se extiende entre las dos ramificaciones que la Cordillera de los Andes presenta en estas latitudes. Forman esta región extensos bolsones y llanuras, separados por cadenas montañosas, y bordeados por la Cordillera Real al este y la Cordillera de los Andes al oeste. En Argentina, ocupa las zonas montañosas y mesetas del noroeste, desde el límite con Bolivia hasta la provincia de San Juan. Las altitudes

medias en su porción del norte se encuentran entre los 3.400 y los 4.500 m.s.n.m. (Garreaud et al. 2003).

En la región de la Puna, las lluvias se concentran particularmente entre los meses de noviembre y marzo, período en el que se registran entre el 90% y 100% de las precipitaciones anuales. El resto del año el déficit hídrico es alto marcando una estación muy seca entre abril y septiembre. Las precipitaciones invernales son en forma de nevada y granizada y las estivales son básicamente pluviales. La zona en la cual se ubica el proyecto se conoce como Puna Desértica o de Atacama posee una precipitación de menos de 100 mm anuales. Se sitúa en la parte occidental y austral de la región, donde los ríos y lagunas son escasos y conforman mayormente cuencas endorreicas. Las vegas constituyen los aportantes de agua principales a los salares.

Las fluctuaciones climáticas diarias en la temperatura proveen uno de los elementos más críticos de estrés ambiental que enfrentan las plantas de estos hábitats (Ruthsatz 1977). La frecuencia de las heladas es una fuerza selectiva clave en la adaptación a los ambientes tropicales de altura. Las especies que viven en estos sitios también tienen que soportar un estrés adicional de ciclos de congelamiento–deshielo causado por los movimientos dinámicos del suelo, que actúan como un ambiente hostil para las raíces de las plantas (Smith y Young 1987) provocando así diferencias en la fisonomía de la vegetación a lo largo de la gradiente altitudinal.

Las zonas que incluyen los sitios a monitorear muestran un ambiente dominado por pastizales xéricos y arbustales. Estos constituyen los ambientes típicos de un ecosistema altiplánico, donde predominan en la fisonomía la vegetación de gramíneas amacolladas, arbustos esclerófilos, hierbas en cojín, hierbas postradas y rosetas acaulescentes (Ramsay y Oxley 1997). Numerosas especies de plantas y animales representan endemismos de esta región y es su presencia lo hace poner un valor de conservación biológico además de otros taxa cuyas adaptaciones al riguroso clima reinante y sensibilidad a los cambios del ambiente requieren de atención (Josse et al. 2009, Rundel y Palma 2000, Ruthsatz 1977, Ruthsatz y Movia 1975).

3.3 CONSIDERACIONES GENERALES Y DISEÑO DEL MONITOREO

La metodología aplicada en los últimos monitoreos continúa aplicándose con la misma rigurosidad manteniendo el estándar utilizado previamente. En el monitoreo anterior (octubre 2018) se aplicaron modificaciones dedicadas a mejorar los métodos de monitoreo de la vegetación y, en menor medida, los de fauna. En el presente monitoreo se aplicaron modificaciones, esta vez no sobre la metodología en sí, sino sobre el esfuerzo de trabajo en función de mejorar la representatividad del mismo sobre la superficie que ocupan las propiedades de la empresa minera. Por este motivo, y con un sentido adaptativo para la realización del monitoreo biológico, se incorporaron cinco sitios adicionales en el sector sur del proyecto sumando con esto ambientes diferentes y escasamente representados en los demás sitios. Este incremento en el esfuerzo representa la realización de trabajos en 11 sitios en los que se aplicaron técnicas estándar para el relevamiento de la vegetación y de diferentes

grupos de la fauna lo suficientemente sensible para detectar tanto variaciones naturales como las generadas por el accionar humano; los detalles se brindan más abajo.

Diferentes cuestiones generales se tuvieron en cuenta para correcto desarrollo del trabajo de campo. Estas incluyeron inicio de labores desde las primeras horas de la mañana hasta el atardecer (puesta del sol) para garantizar la suficiente luz natural para la correcta detección de la fauna y el reconocimiento de la flora. Todos los recorridos se georreferenciaron mediante el uso de GPS y se generó un sistema de información geográfico cuyos mapas se exponen como producto del mismo. Para la representación gráfica (mapas) se empleó el sistema de referencia de coordenadas (SRC) *Posgar 2007 Gauss Krüger*, Faja 2 acorde a los estipulado por la autoridad de aplicación.

Las tareas de campo se llevaron a cabo por un equipo de trabajo constituido por personal con amplia experiencia en la zona.

Se utilizó un diseño de muestreo estratificado considerando como estratos cada unidad vegetal identificada. Para este caso, se identificaron las siguientes unidades vegetales dentro de los ambientes considerados como **estepa arbustiva** (al Oeste del salar) y **estepa arbustiva** con *Chuquiraga atacamensis* (al Este del salar):

1. Bajos salinos con *Frankenia*
2. Estepa arbustiva en área plana
3. Estepa arbustiva en cono y ladera
4. Estepa graminosa
5. Peladar gravoso
6. Salar

Teniendo en cuenta que dentro de estas unidades existe cierta homogeneidad, en cada estrato se realizó un muestreo aleatorio o sistemático según las características del grupo a monitorear. El muestreo sistemático, a diferencia del muestreo aleatorio, es de aplicación más rápida (Mostacedo y Fredericksen 2000). A los fines de facilitar el trabajo de campo, las **unidades muestrales** se repartieron en el terreno a lo largo de una zona de un kilómetro de longitud denominada **transecta** que fue considerada como la unidad de respuesta en la cual se estimaron los parámetros ecológicos más abajo detallados (Secciones de Monitoreo).

Las transectas disponen de la misma cantidad de réplicas espaciales dentro de cada unidad vegetal para equilibrar el muestreo. De no demostrarse esto el manejo adaptativo del monitoreo permitirá modificar el mismo en busca de las mejoras deseadas. Las mismas se encontraron distanciadas entre sí por más de cuatro kilómetros con la finalidad de mantener la independencia entre las unidades de muestreo (Feinsinger 2004). Todas las unidades muestrales se consideraron como **parcelas permanentes**, es decir que cada monitoreo a futuro se realizará en el mismo sitio a los fines de detectar cambios puntuales y más precisos.

La incorporación de nuevos sitios de monitoreo requiere aplicación de un análisis para evaluar los resultados. Para esto se realizó un análisis de eficiencia empleando curvas de acumulación de especies y un estimador de riqueza con lo cual se puede reconocer la eficiencia de los muestreos (Gotelli y Colwell 2001). El análisis se implementa para reconocer el porcentaje de las especies detectadas respecto a las esperadas analíticamente por el

estimador con el objetivo de definir si la información generada resulta apta para realizar inferencias generalizadas. Se seleccionó como estimador de base al índice *Jackknife1*, respecto al cual se calculó la eficiencia del muestreo (E) como el porcentaje de especies observadas respecto al estimado por el índice. Este estimador es el más comúnmente empleado para estos casos (Gotelli y Colwell 2011). Adicionalmente, se confeccionaron gráficos de acumulación empleando el software especializado *Estimates V. 9.1.0* (Colwell 2013). En este caso se realizó una comparación adicional con los monitoreos previos para evaluar los cambios en los parámetros ecológicos.

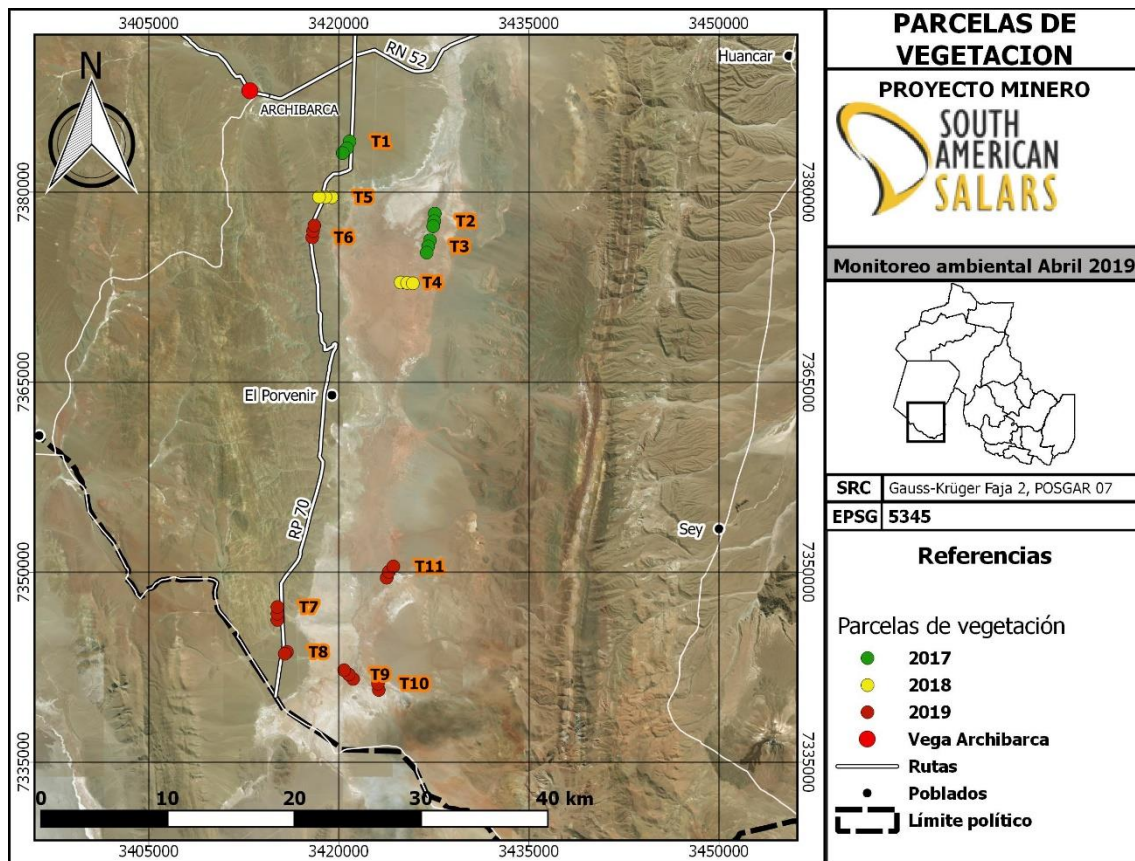


Figura 3.2. Ubicación relativa general del área de monitoreo biológico. Parcelas de Vegetación.

3.4 METODOLOGÍA

Los organismos vivos responden a cambios en las condiciones en las cuales se desarrollan. Por esto, sean estos cambios de origen natural o antrópico (de origen humano), todos los organismos susceptibles a esta influencia demostrarán cambios en alguno de los parámetros que determinan sus abundancias y distribución o, en otras palabras, sobre las características ecológicas.

3.4.1. Monitoreo de Fauna

3.4.1.1 Monitoreo de aves

Para la determinación de riqueza y abundancia de aves se empleó el método de puntos de conteo de radio infinito (Ralf et al. 1996). Se emplearon tres puntos de conteos (submuestreo) distribuidos al inicio, en la porción media (500 metros) y al final de cada una de las transectas. Los puntos de conteos se visitaron tanto en la mañana como en la tarde dado que diferentes especies poseen picos de actividad en diferentes horarios. En cada punto de conteo se registraron todas las especies de aves, vistas u oídas, durante 10 minutos, sin considerar a qué distancia se encontraron. Mediante este diseño de muestreo se acumularon **32 puntos de conteo** (3 puntos por cada una de las 11 transectas) -a excepción de la Transecta 11 en la cual se realizó un punto de control menos- que totalizaron un esfuerzo de muestreo de 320 minutos o 5,3 horas de observación. A esto se sumó un punto adicional en la vega Archibarca, sitio donde se pueden observar especies de importancia de conservación para el área. Se registraron todas las especies detectadas fuera de transecta y en los desplazamientos entre punto y punto a lo largo de la transecta para complementar la base de datos de presencia/ausencia de aves.

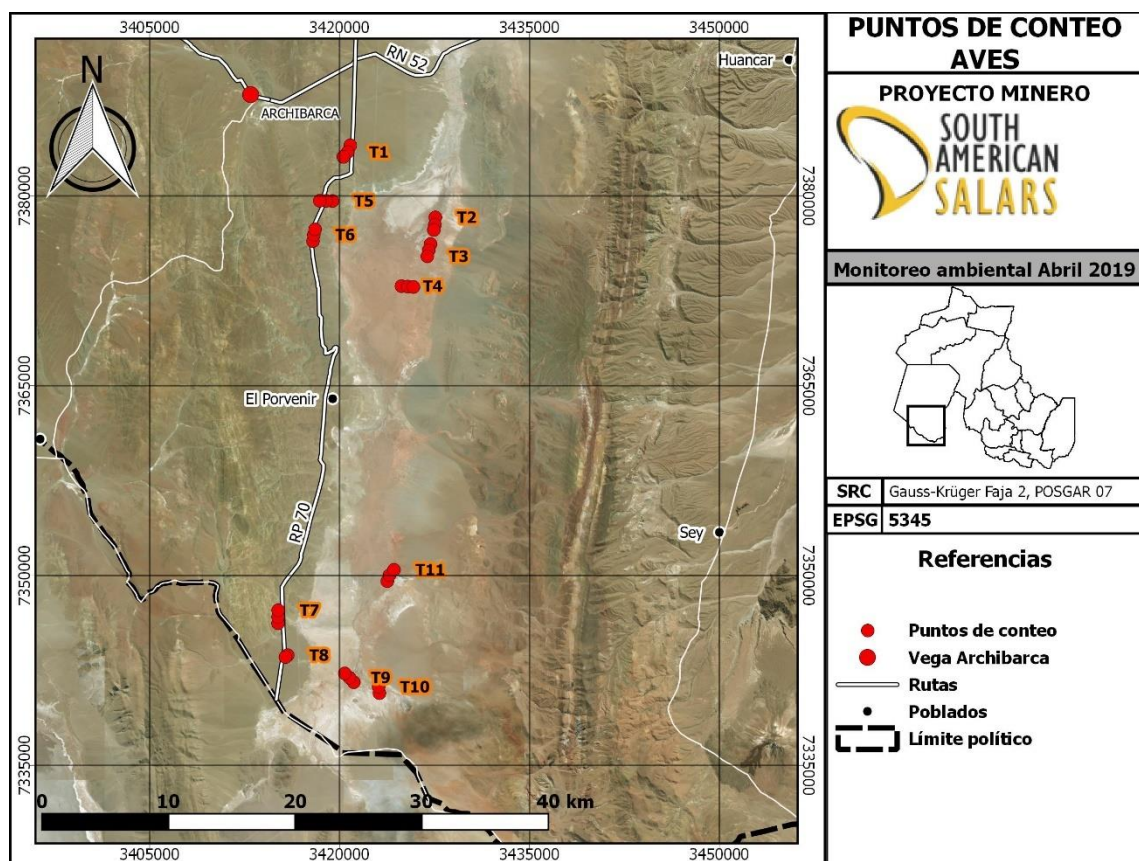


Figura 3.3. Mapa de distribución de los puntos de conteo para el monitoreo de aves en abril de 2019.

Los puntos de conteos se georreferenciaron y mapearon para la conformación del GIS de monitoreo ambiental

Para la identificación de las especies de aves se emplearon binoculares (10 x 42 aumentos) y guías de identificación de especies locales y regionales. Para minimizar los sesgos vinculados a cambios en el observador, los conteos fueron realizados por la misma persona a lo largo de todo el monitoreo.

En cada punto de conteo se determinaron los siguientes parámetros:

Riqueza específica: como el número de especies registradas, ya sea si estas fueron observadas u oídas, posadas o en vuelo.

Abundancia relativa: Expresada como el número de individuos detectados en un punto de observación determinado estandarizado a una hora (60 minutos) de observación.

Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') calculado como: $H' = -\sum P_i * \ln P_i$; siendo: H' : Índice de *Shannon-Wiener*, P_i : abundancia relativa y $\ln$: Logaritmo natural.

Para determinar el estado de conservación de las especies se siguió la clasificación nacional dada por la categorización de las aves de la Argentina del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable y Aves Argentinas (2017) y para la internacional, se chequeó la categorización de la UICN, versión *online* 2019-1 c.

3.4.1.2 Monitoreo de mamíferos

Para realizar el monitoreo de mamíferos se realizaron recorridas sistemáticas de 1 km de largo en once sitios (Figura 3.4). Las transectas recorridas fueron las mismas que en monitoreos anteriores a las cuales se incorporaron cinco transectas adicionales como se detalló en la sección Consideraciones generales. Todas las transectas se georreferenciaron y se siguieron con un GPS para determinar la detección de la fauna. A diferencia de los monitoreos previos, todas las transectas se recorrieron una sola vez.

En cada transecta el operador se desplazó lentamente y silenciosamente prestando atención a diferentes indicios. Se registraron todos los avistajes directos y los datos de presencia indirectos (huellas, cuevas, ejemplares muertos, nidos o heces) para detectar la actividad de especies difíciles de observar o de comportamiento críptico o nocturno (Rabinowitz 2003, Perovic et al. 2008). En caso de que el número de avistajes de fauna fuera muy bajo (caso común en ambientes de Puna) y esto no permita un análisis cuantitativo, se optó por definirlos en función de su presencia. Se reporta el número específico de especies registradas mediante observación directa e indirecta.

En cada transecta se determinaron los siguientes parámetros:

- *Riqueza específica*: como el número de especies registradas, ya sea si estas fueron observadas u oídas.

- *Abundancia total y relativa*: Expresada como el número total de individuos detectados por transecta y por kilómetro recorridos, respectivamente.
- *Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H')*: calculado como se detalló en la sección Parámetros de monitoreo de aves.

Para la identificación de especies de mamíferos amenazados y su estado de conservación nacional se acudió al Libro Rojo de los Mamíferos de Argentina (Ojeda *et al.* 2012), mientras que para la categorización internacional se siguió la clasificación brindada por la UICN versión online 2019-1 (BLI 2019).

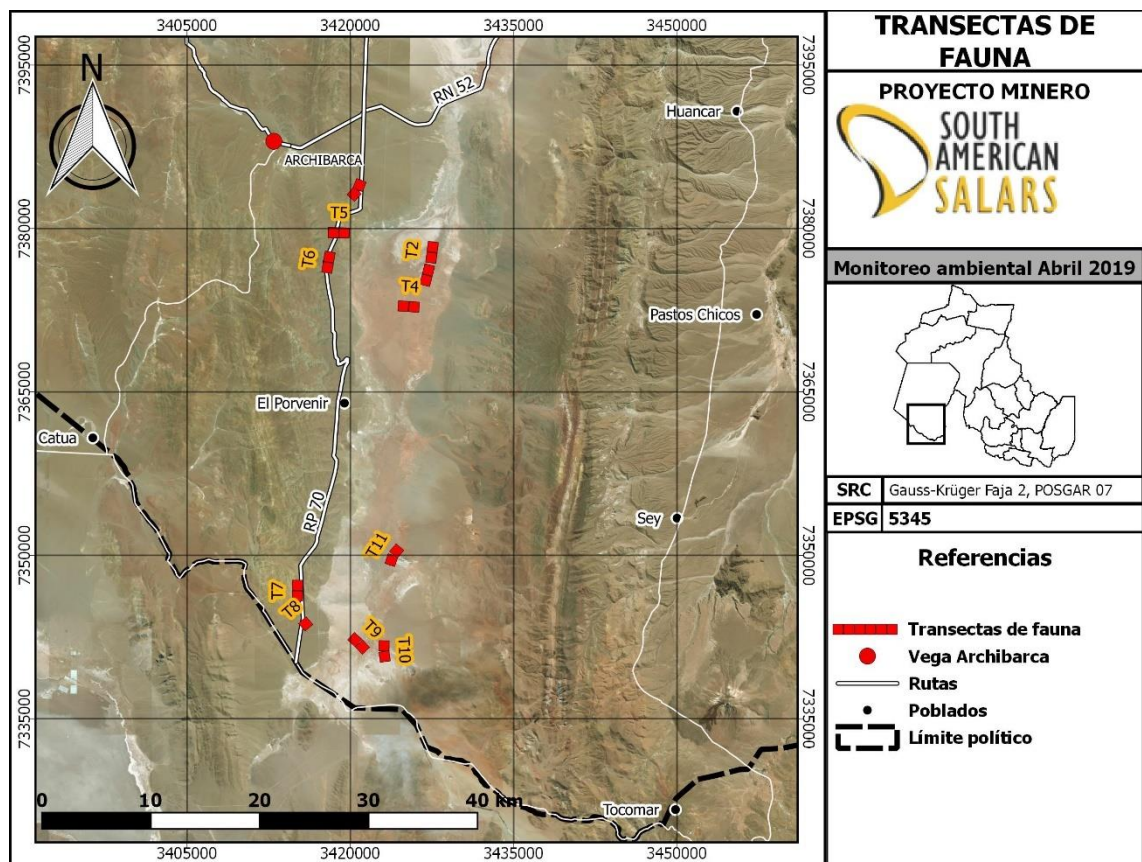


Figura 3.4. Sitios de monitoreo de fauna

3.4.1.3 Monitoreo de otros elementos de fauna

Para complementar la información de mamíferos y aves con datos de otros elementos faunísticos adicionales, se emplearon los recorridos de las mismas once transectas para tomar nota de la presencia de cualquier otro animal, tales como lagartos, serpientes, anfibios, etc.

3.4.2 Monitoreo de vegetación

Para determinar la riqueza de especies, asociaciones vegetales y patrones de abundancias se emplearon parcelas permanentes que se distribuyeron en cada ambiente identificado. Se usó el método de medición mediante **fajas de vegetación** denominadas parcelas (Matteuci y Colma 1982, Hernández 2000) que resulta ideal para monitoreos de áreas arbustivas ya que permiten una rápida caracterización de las mismas siendo, por lo tanto, un instrumento valioso para la elaboración de planes de manejo (Bonaventura et al. 1995, Mostacedo y Frederiksen 2000). Las parcelas se distribuyeron a lo largo de las once transectas de trabajo en las zonas de influencia directa del proyecto (ver sección Consideraciones Generales). En cada transecta se establecieron tres parcelas de vegetación (al inicio, a 500 metros y al final de la transecta), de 2 m de ancho por 25 m de largo, es decir, de 50 m² de superficie (Figura 3.5). Por lo tanto, el esfuerzo invertido en el monitoreo de vegetación fue de 32 parcelas permanentes (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) y un equivalente total de 1600 m² de superficie.

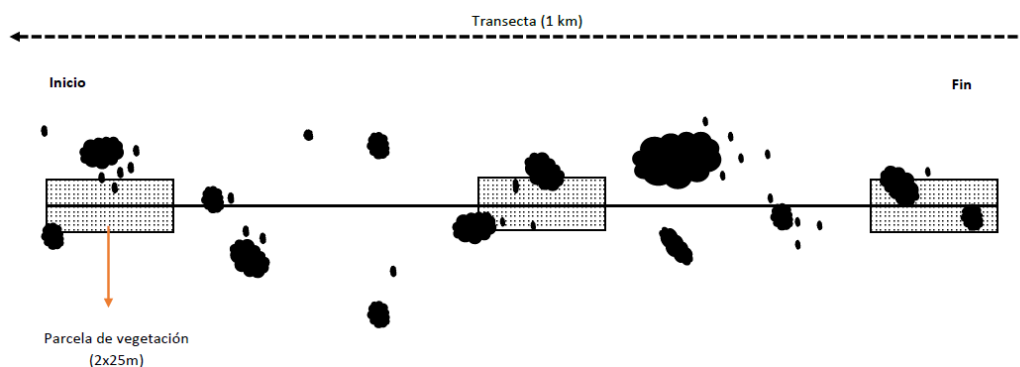


Figura 3.5. Diseño de una transecta de vegetación con las tres parcelas de muestreo.

Tabla 3.1. Coordenadas de las parcelas permanentes de vegetación analizadas durante la campaña abril 2019.

Nº	Id parcela	Coordenadas Geográficas	Coordenadas Gauss Kruger	Comunidad vegetal
1	T1-1	23° 39' 39,8" S 66° 46' 33,1" O	7384026.6761 3420850.4171	Estepa arbustiva
2	T1-2	23° 39' 57,4"S 66° 46' 40,6"O	7384026.6761 3420850.4171	Estepa arbustiva
3	T1-3	23° 40' 09,5"S 66° 46' 52,6"O	7383100.7362 3420317.013	Estepa arbustiva
4	T2-1	23° 42' 46,1" S 66° 42' 37,1"O	7378308.1456 3427567.215	Estepa arbustiva
5	T2-2	23° 43' 05,4"S 66° 42' 38,9"O	7377723.4381 3427541.8026	Estepa arbustiva
6	T2-3	23° 43' 17,6"S 66° 42' 43,4"O	7377353.5308 3427402.0126	Estepa arbustiva
7	T3-1	23° 43' 54,6"S 66° 42' 50,9"O	7376214.1701 3427209.4353	Estepa arbustiva

Nº	Id parcela	Coordenadas Geográficas	Coordenadas Gauss Kruger	Comunidad vegetal
8	T3-2	23° 44' 10,2" S 66° 42' 55,9" O	7375721.1913 3427070.288	Estepa arbustiva
9	T3-3	23° 44' 26,0" S 66° 43' 00,0" O	7375228.2107 3426931.1508	Estepa arbustiva
10	T4-1	23° 45' 42,3" S 66° 44' 12,7" O	7372879.513 3424904.054	Estepa subarbustiva de Yaretas
11	T4-2	23° 45' 43,4" S 66° 43' 56,0" O	7372851.0864 3425357.2968	Estepa arbustiva
12	T4-3	23° 45' 44,5" S 66° 43' 39," O	7372822.7905 3425838.855	Estepa arbustiva
13	T5-1	23° 42' 02,6" S 66° 47' 23,7" O	7379619.241 3419457.7864	Peladar – salar
14	T5-2	23°42'2.30"S 66°47'41.37"O	7453722.6526 3488002.9721	Estepa arbustiva
15	T5-3	23° 42' 01,8"S 66° 47' 59,0" O	7379644.3212 3418437.6886	Estepa arbustiva
16	T6-1	23°43'45.38"S 66°48'18.59"O	7451718.9806 3486090.973	Estepa herbácea
17	T6-2	23°43'30.13"S 66°48'16.36" O	12552050.9163 3486154.3069	Peladar
18	T6-3	23°43'14.31"S 66°48'12.42" O	7451752.0583 3486266.5887	Estepa subarbustiva de Yaretas
19	T7-1	24° 0' 6.43" S 66°50' 2.28" O	7346479.2488 3499935.5581	Estepa arbustiva
20	T7-2	23° 59' 50.24" S 66°50' 1.97" O	7346726.2199 3415147.3773	Estepa arbustiva
21	T7-3	23° 59' 33.01" S 66°50' 1.78" O	7347507.4539 3499949.6865	Estepa arbustiva – Peladar
22	T8-1	24° 1' 28.42" S 66°49' 35.98" O	7343947.4738 3483723.3583	Estepa arbustiva - Borde de salar
23	T8-2	24° 1' 33.20" S 66°49' 42.03" O	7343800.2153 3483552.5597	Estepa arbustiva - Borde de salar
24	T9-1	24° 2' 38.88" S 66°46' 31.63" O	7341784.6519 3488934.5938	Estepa arbustiva
25	T9-2	24° 2' 27.01" S 66°46' 43.65" O	7342149.582 3488594.6803	Estepa arbustiva
26	T9-3	24° 2' 16.08" S 66°46' 56.73" O	7342485.5591 3488224.8217	Estepa arbustiva
27	T10-1	24° 2' 34.96" S 66°45' 21.88" O	7341906.6448 3490905.2869	Estepa arbustiva
28	T10-2	24° 2' 51.08" S 66°45' 22.52" O	7341410.6793 3490887.5196	Estepa arbustiva
29	T10-3	24° 3' 7.39" S 66°45' 20.05" O	7340908.9237 3490957.6244	Estepa arbustiva y yareta
30	T11-1	23°58' 19.77" S 66°44' 56.37" O	7349758.3176 3491621.482	Estepa graminosa – Salar
31	T11-2	23° 58' 4.47" S 66° 44' 50.49" O	7350029.9508 3423934.6621	Estepa graminosa – Salar
32	T11-3	23° 57' 50.68" S 66° 44' 37.67" O	7350456.1547 3424294.8845	Estepa graminosa – Salar



Figura 3.6. Monitoreo de vegetación con veedores de comunidades originarias. Se puede observar el procedimiento de medición de las parcelas permanentes y medición de parámetros ecológicos: delimitación de parcela (izq.), medición de abundancias y riqueza (arriba der.), medición de altura y cobertura (abajo centro) y plantas identificadas (abajo der.).

Se determinaron cuatro parámetros para describir la vegetación en cada faja: abundancia y riqueza de especies, cobertura y altura de la vegetación cada una definidas de la siguiente manera:

- *Abundancia o densidad*: Expresada como el número de individuos contabilizados visualmente en el área determinada de la faja.
- *Riqueza*: número de especies registradas visualmente. De no ser posible su identificación a campo, se recolectaron ejemplares en un herbario con los nombres que reciben las plantas a nivel local o regional (datos aportados por los veedores de las comunidades aborígenes). Los nombres científicos se asignarán una vez que estas especies sean identificadas en gabinete.
- *Cobertura*: esta representa la proporción del terreno que es ocupada por la vegetación o por su proyección vertical. Este criterio proporciona información de la abundancia de las diferentes especies y se expresa en porcentaje respecto a la superficie total de cada faja.
- *Altura*: corresponde a la altura de la vegetación medida en un punto determinado de la faja con un centímetro. La altura se midió en seis puntos a lo largo de la línea media de la faja. Se registró la altura máxima de las plantas en cada punto.

Con la información de las transectas se calculó el Índice de diversidad *Shannon–Wiener* (H'), calculado mediante la siguiente fórmula:

$$H' = -\sum P_i * \ln P_i$$

Siendo:

H' : Índice de Shannon-Wiener,

P_i : abundancia relativa y

$\ln$: Logaritmo natural.

3.5 RESULTADOS

3.5.1 Fauna

3.5.1.1 Relevamiento de aves

Con la realización de 32 puntos de conteo que sumaron 320 minutos de observación se registraron 156 individuos de 10 especies de aves lo que arrojó un índice de diversidad general de 1,33. Las especies detectadas pertenecieron a 7 familias siendo la más representativa Thraupidae con tres especies, seguida por Furnariidae con dos especies

Tabla 3.2. Parámetros generales estimados según el monitoreo de aves.

Abundancias	156
Riqueza	10
H'	1.33

Tabla 3.3. Lista de especies de aves registradas en el monitoreo.

Familia	Especies	Nombre común
Thinocoridae	<i>Thinocorus rumicivorus</i>	Agachona
Accipitridae	<i>Buteo polyosoma</i>	Aguilucho común
Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Halconcito colorado
Strigidae	<i>Speotyto cunicularia</i>	Lechucita vizcachera
Furnariidae	<i>Geositta punensis</i>	Caminera
	<i>Ochetorhynchus ruficaudus</i>	Bandurria pico recto
Columbidae	<i>Metriopelia aymara</i>	Paloma dorada
Thraupidae	<i>Phrygilus plebejus</i>	Yal chico
	<i>Sicalis uropygialis</i>	Jilguero cara gris
	<i>Sicalis olivascens</i>	Jilguero oliváceo

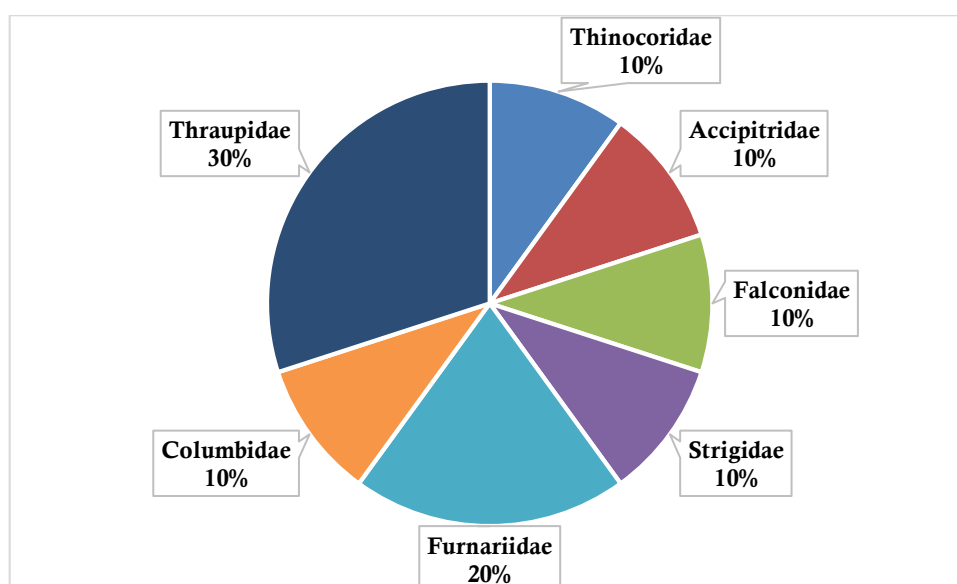


Figura 3.7. Composición de familias de aves detectadas en el monitoreo de abril de 2019.

Entre las aves se destaca la alta representación de *Geositta punensis* o caminera que se registró en 8 de los once sitios relevados. Esta especie es dominante en este ambiente y ha demostrado una alta frecuencia de aparición en todos los monitoreos demostrando permanencia, incluso en épocas invernales y de mal tiempo. La frecuencia de las demás especies fue bastante menor con una gran proporción de ellas con aparición en tres o un sitio solamente. En general se registraron pocas especies por sitio siendo las Transectas 1 y 6 los de mayor riqueza con cinco especies registradas. La riqueza alfa (riqueza promedio) fue de 2,18 especies por sitio resaltando la baja diversidad encontrada en este monitoreo.

Tabla 3.4. Presencia y frecuencia de aparición de las especies de aves en los once sitios relevados.

Especies / Transectas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Frecuencia
<i>Geositta punensis</i>	X		X		X	X	X		X	X	X	8
<i>Metriopelia aymara</i>	X		X			X						3
<i>Ochetorhynchus ruficaudus</i>			X		X		X					3
<i>Phrygilus plebejus</i>	X					X					X	3
<i>Buteo polyosoma</i>	X						X					2
<i>Falco sparverius</i>						X						1
<i>Sicalis olivascens</i>							X					1
<i>Sicalis uropygialis</i>						X						1
<i>Thinocorus rumicivorus</i>	X											1
<i>Speotyto cunicularia</i>									X			1
Riqueza	5	0	3	0	2	5	4	0	2	1	2	
Riqueza alfa	2.18											

Las especies dominantes en términos de abundancia en este monitoreo resultaron ser tres, *Phrygilus plebejus*, *G. punensis* y *Metriopelia aymara*, como se puede observar en la Tabla . Estas especies suman 89,1% de todos los avistajes realizados, siendo P. plebejus la especie que acumuló más de la mitad de los registros. La caminera o *Geositta punensis*, es una de las especies más comunes por su distribución que abarca la región del altiplano andino desde el sur de Perú hasta Catamarca en el noroeste de Argentina (Ridgely y Tudor 2009). En Jujuy es una especie típica de zonas altiplánicas donde es residente a lo largo de todo el año y de las más abundantes y activas (de la Peña 2016). Por su parte, *Metriopelia aymara* es una de las especies endémicas junto con *G. punensis*, *Ochetorhynchus ruficaudus* y *Phrygilus plebejus* y, por ende, constituyen especies de valor de conservación (de la Peña 2016).

Tabla 3.5. Abundancias totales y porcentajes de especies registradas. Las tres primeras especies constituyen las dominantes.

Especies	Total	Abundancia (%)
<i>Phrygilus plebejus</i>	86	55.13
<i>Geositta punensis</i>	35	22.44
<i>Metriopelia aymara</i>	18	11.54
<i>Ochetorhynchus ruficaudus</i>	6	3.85
<i>Sicalis uropygialis</i>	5	3.21
<i>Buteo polyosoma</i>	2	1.28
<i>Falco sparverius</i>	1	0.64
<i>Sicalis olivascens</i>	1	0.64
<i>Thinocorus rumicivorus</i>	1	0.64
<i>Speotyto cunicularia</i>	1	0.64
Riqueza	156	100%

Respecto a las abundancias registradas en los diferentes sitios se pudo observar mayor valor relativo en la T6 donde se pudieron registrar 192 individuos por 60 minutos de observación. La T6 y la T1 mostraron mayores riquezas, sin embargo, esta última mostró bajas abundancias comparada con la primera.

Tabla 3.1. Resumen de abundancias de aves registradas en el monitoreo.

Transecta	Especies	Total	Promedio	Abundancia relativa
1	<i>Metriopelia aymara</i>	6	2.00	12
	<i>Geositta punensis</i>	2	0.67	4
	<i>Phrygilus plebejus</i>	2	0.67	4
	<i>Thinocorus rumicivorus</i>	1	0.33	2
	<i>Buteo polyosoma</i>	1	0.33	2

Transecta	Especies	Total	Promedio	Abundancia relativa
	Total general	12	4	24
3	<i>Geositta punensis</i>	5	1.67	10
	<i>Metriopelia aymara</i>	7	2.33	14
	<i>Ochetorhynchus ruficaudus</i>	2	0.67	4
	Total general	14	4.67	28
5	<i>Geositta punensis</i>	1	0.33	2
	<i>Ochetorhynchus ruficaudus</i>	3	1.00	6
	Total general	4	1.33	8
6	<i>Falco sparverius</i>	1	0.33	2
	<i>Geositta punensis</i>	2	0.67	4
	<i>Metriopelia aymara</i>	5	1.67	10
	<i>Phrygilus plebejus</i>	83	27.67	166
	<i>Sicalis uropygialis</i>	5	1.67	10
	Total general	96	32.00	192
7	<i>Geositta punensis</i>	14	4.67	28
	<i>Ochetorhynchus ruficaudus</i>	1	0.33	2
	<i>Sicalis olivascens</i>	1	0.33	2
	<i>Buteo polyosoma</i>	1	0.33	2
	Total general	17	5.67	34
9	<i>Geositta punensis</i>	1	0,33	2
	<i>Speotyto cunicularia</i>	1	0,33	2
	Total general	2	0.67	4
10	<i>Geositta punensis</i>	7	2.33	14
	Total general	7	2,33	14
11	<i>Geositta punensis</i>	3	2.33	6
	<i>Phrygilus plebejus</i>	1	2.33	2
	Total general	4	1.33	8



Figura 3.8. Imágenes de aves registradas en el monitoreo de abril 2019. Ariba izq.: *Buteo polyosoma* o aguilucho común en RP 70; arriba der.: *Lophonetta specularoides* o pato barcino en Vega Archibarca; abajo izq.: *Cinclodes fuscus* o remolinera en Vega Archibarca; abajo der.: *Geosita punensis* o caminera en T3.

Los índices de diversidad obtenidos del monitoreo de aves dieron como resultado los estimados en la tabla correspondiente. De esto se deduce que la zona de la transecta 1 es la más diversa con relación a la avifauna. Las transectas cuyos índices no se reportan son aquellas en las que no hubo registro de aves. Las condiciones generales del tiempo fueron bastante benignas con cielo despejado, temperaturas que oscilaron entre los 5° y 18° C, con vientos de magnitudes variables de suaves a moderados, excepto en la transecta 11 en la cual se presentó viento fuerte y bajas temperaturas.

Tabla 3.2. Índices de diversidad (Shannon-Wiener- ' H ') de cada transecta de monitoreo de aves.

Transecta	' H '
1	1,36
3	0,99
5	0,56
6	0,56
7	0,66

Transecta	H
9	0,69
10	0
11	0,56

Vega Archibarca

La Vega constituye un humedal de importancia donde se registran aves acuáticas de valor de conservación (Figura 3.9). En este sitio se realizó una inspección en marcha de toda la zona en la que se registraron todas las aves vistas u oídas (Figura 3.10). Se recorrió un trayecto de 900 m y se realizó un conteo de punto fijo en la desembocadura de la vega. Se contabilizaron 17 individuos de seis especies de aves, entre estas algunas asociadas a ambientes acuáticos como patos (*L. specularioides*) y una remolinera (*Cinclodes fuscus*). Esto dio como resultado un índice de diversidad de 1,38, lo que sitúa este ambiente entre los más diversos de los relevados en el monitoreo.



Figura 3.9. Vega Archibarca apariencia del sitio en este monitoreo.

Tabla 3.3. Lista de especies, abundancias y parámetros estimados de aves en Vega Archibarca.

Especies	Nombre común	Total
<i>Lophonetta specularioides</i>	Pato barcino	8
<i>Buteo polyosoma</i>	Aguilucho	1
<i>Geositta punensis</i>	Caminera	5
<i>Cinclodes fuscus</i>	Remolinera	1
<i>Muscisaxicola flavinucha</i>	Dormilona fraile	1
<i>Phrygilus plebejus</i>	Yal chico	1
Abundancias		17
Riqueza		6
H'		1,38



Figura 3.10. Imágenes del monitoreo de aves en la Vega Archibarca. Acompañaron en el mismo los veedores de las comunidades.

Análisis de eficiencia

El análisis de acumulación del monitoreo de aves reveló gráficamente una falta de estabilización de la curva (Figura 3.11). Esta falta de horizontalización deja ver una tendencia desacelerada en la acumulación de especies que se registraron lo cual implica cierta suficiencia en el esfuerzo. El valor del estimador de riqueza utilizado indica la existencia –teórica- de 14 especies de aves con lo cual, al haber detectado empíricamente 10 especies la eficiencia del presente muestreo alcanza el 67,4% (ver detalle en Figura 3.11) con lo que hay que realizar algunas consideraciones al respecto.

Las zonas de la puna similares a esta área alcanzan valores de riqueza de entre 15 y 25 especies en condiciones benignas de temperaturas y alimento que permiten esta diversidad (Cajal 1998a). En los monitoreos anteriores se registraron hasta 10 especies de aves sistemáticamente en esta zona, 17 si se incluyen las halladas en la Vega Archibarca. Por lo tanto, en este periodo se presentan valores normales de riqueza, aunque con una reducción en la eficiencia. Considerando que en el presente monitoreo se incorporaron nuevos sitios aumentando el esfuerzo de muestreo, se esperaría un aumento en la eficiencia. En contradicción, la eficiencia disminuyó respecto al último monitoreo y no se observaron cambios notables en el ambiente, lo que lleva a pensar en otras causas. Una explicación analítica podría ser que el aumento de sitios con la consecuente incorporación de especies raras (especies con 1 ó 2 individuos registrados) influye sobre el comportamiento del índice reduciendo la eficiencia. Una respuesta

posible, de índole biológica, se vincula con una baja tasa de detección ya que la tasa de este monitoreo resultó ser 14,2 individuos por hora en contraposición a las anteriores de octubre y abril de 2018 que resultaron ser 27,5 y 21 individuos/hora. Esto último explica la reducción en la eficiencia dado que los ambientes altoandinos son fuertemente estacionales y, en apariencia, muy variables (Halloy 1985).

En muestreos subsiguientes se deberá tomar esto en cuenta y tal vez intensificar el esfuerzo con el objetivo de alcanzar o superar el 80% el valor de eficiencia. Los nuevos monitoreos permitirán confirmar los datos y complementar la información referente a los parámetros poblacionales de aves.

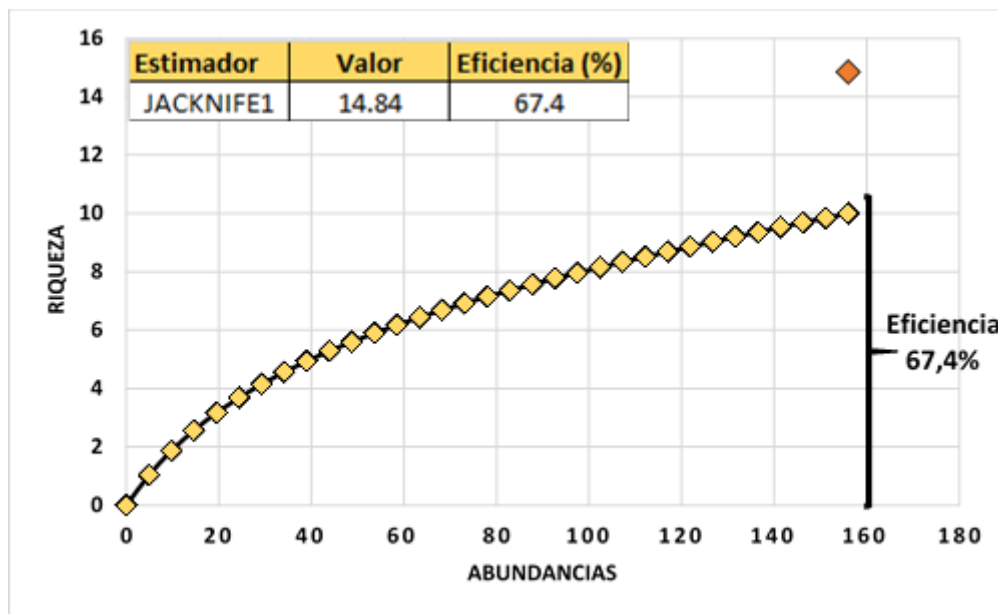


Figura 3.11. Gráfico de acumulación de especies de aves. Se detalla el nivel de eficiencia que alcanzó el muestreo respecto al estimador de riqueza Jackknife1 (diamante rojo).

Fuera de las transectas y en forma no sistemática solamente se pudieron observar dos especies, un grupo de suris (*Rhea pennata*) y unos individuos de agachonas (*Thinocorus rumicivorus*). Los suris se registraron en las cercanías de las transectas de fauna N° 4 y 11, sobre el Este del Salar Cauchari y sobre la Ruta Prov. N° 70 al Noroeste del salar (Figura 3.12 y Figura 3.13). Esta resulta una especie de valor por encontrarse categorizada como **Vulnerable** a nivel nacional (MAyDS, 2017) con poblaciones en disminución internacionalmente según la UICN. No se incorporaron especies además de las ya contabilizadas en los otros sitios.



Figura 3.12. Grupo de *Rhea pennata* o suri registrado sobre Ruta Prov. N° 70 fuera de las transectas.



Figura 3.13. Huellas de suri (*Rhea pennata*) hallada en inmediaciones de Transecta 4 y 11 sobre el Salar Cauchari.

3.5.1.2 Relevamiento de mamíferos

El monitoreo de fauna se realizó en las once transectas establecidas en torno a la zona de influencia del proyecto minero las que fueron recorridas una sola vez cada una. En estas se midieron las diferentes variables de respuesta y se estimaron los parámetros establecidos en la metodología.

Como resultado del trabajo de campo se registraron 47 individuos de tres especies de mamíferos mediante avistajes directos. La riqueza de mamíferos no fue elevada con relación a lo reportado por otros estudios en esta región (Cajal et al. 1998b) ni para este ambiente dado que se obtuvo un índice de diversidad bajo. Las especies registradas coinciden con las previamente detectadas en monitoreos anteriores siendo incluso similar la riqueza a la observada en el monitoreo de abril del año anterior.

Tabla 3.4. Mamíferos identificados en el monitoreo de abril de 2019.

Orden	Familia	Especie	Nombre común
Rodentia	Ctenomyidae	Ctenomys opimus	Tojo
	Cricetidae	Akodon albiventer*	Ratón vientre blanco
Artiodactyla	Camelidae	Vicugna vicugna	Vicuña

Tabla 3.5. Parámetros poblacionales de mamíferos estimados para el monitoreo sistemático en abril de 2019.

Abundancias	47
Riqueza	3
H'	0,39

De manera sistemática se pudo observar la predominancia de vicuñas a lo largo de todos los recorridos. Los sitios con mayores abundancias fueron, en orden de importancia, la transecta 1 y 3, donde las vicuñas resultaron las más abundantes. También hubo registros de una especie de roedor lo cual es inusual por el comportamiento tímido de éstos. Una cantidad de personas reducida pudo ayudar al mayor avistaje de roedores en este monitoreo.

Tabla 3.6. Detalle de mamíferos registrados por transectas. Solo figuran aquellos sitios que mostraron registros.

Especies / Transecta	1	3	6	7	9	Total general
<i>Akodon albiventer</i>		3	1			4
<i>Ctenomys opimus</i>				1		1
<i>Vicugna vicugna</i>	23	7		5	7	42
Total general	23	10	1	6	7	47



Figura 3.14. *Akodon albiventer* o ratón vientre blanco avistado en el área de la Transecta 3.

Entre los indicios indirectos de presencia de mamíferos que se registraron 267 observaciones pertenecientes a cuatro especies. Estos datos son indicativos de la intensidad de uso del hábitat de las diferentes especies en los distintos sitios. Se puede resaltar la alta intensidad de uso que las vicuñas hacen en la mayoría de los sitios monitoreados mientras que otras, como los tojos (*Ctenomys opimus*) tienen zonas de actividad más restringidas, aunque resultó la especie que más datos aportó con un total de 173 cuevas contabilizadas. El zorro (*Pseudalopex culpaeus*), por su parte, fue la especie que menos datos de presencia indirecta aportó. Los roedores también estuvieron restringidos a unos pocos sitios de monitoreo (transectas 1, 2, 5 y 6).

Tabla 3.7. Detalle de indicios de presencia indirecta registrados en el recorrido de las transectas.

Transecta	Tipo de indicio	<i>Ctenomys opimus</i>	<i>Pseudalopex culpaeus</i>	Roedores	<i>Vicugna vicugna</i>
1	Huellas			1	1
2	Heces				2
	Huellas				2
	Nidos/Cuevas	13		22	
3	Heces				2
	Huellas				2
	Nidos/Cuevas	20			
	Restos				2
4	Huellas		2		5
5	Nidos/Cuevas	10		12	
6	Huellas				6
	Nidos/Cuevas			20	
	Restos				1
7	Nidos/Cuevas	63			
9	Heces				1
10	Huellas				5
	Nidos/Cuevas	67			
11	Huellas				8
Total general		173	2	55	37

Como datos adicionales, se tomó nota de todos los avistamientos fuera del monitoreo sistemático. Gracias a esto, se avistó uno de los carnívoros más comunes -y confiados- de la zona como es el zorro (Figura 3.15) que nunca se avistó en los sitios monitoreados.

**Figura 3.15.** Zorro (*Pseudalopex culpaeus*) avistado en la zona sur de la RP N° 70.

Vicuñas

El monitoreo de este grupo de valor de conservación dio como resultado la contabilización de 42 individuos en las transectas y de 289 individuos fuera de las mismas (Figura 3.16). En el monitoreo sistemático se registraron ocho grupos de los cuales se pudo identificar que cinco de ellos se trataban de grupos familiares. Estos grupos estuvieron compuestos por cinco a siete individuos en total con 1 a 2 teques por grupo, mientras que los grupos sin identificar se integraron por 3 a 6 individuos.

Tabla 3.8. Composición de grupos de vicuñas contabilizados en las transectas de monitoreo.

Grupos	Cantidad de individuos	Composición
1	6	5 + 1 teque
2	5	4+1 teque
3	3	NN
4	3	NN
5	6	NN
6	7	6+1 teque
7	5	3+2 teques
8	7	5+2 teques
Total	42	



Figura 3.16. Grupos de vicuñas observados en la Ruta Prov. N° 70b Sector norte (arriba), centro (medio) y sur (abajo) donde se ve un macho solitario.

Fuera de las transectas sistemáticas, durante los recorridos entre las mismas en vehículo se pudo contar un total de 289 vicuñas. De todas estas, 26 fueron grupos familiares, 10 grupos que no pudieron ser diferenciados en su composición (por encontrarse muy lejos) y cinco machos solitarios adicionales. Los grupos promediaron 5 hembras por grupo y una cría (*teque*). Los grupos contuvieron 8 individuos en promedio, con un máximo de 16 integrantes y un mínimo de 3 individuos.

Tabla 3.9. Composición de grupos de vicuñas contabilizados fuera de las transectas.

Grupo familiar				No Diferenciados	Solitarios
Machos	Hembras	Crías	Total		
26	146	46	218	66	5
Promedio	5.62	1.77	8.38	6.60	-

En el monitoreo sistemático se contaron 42 individuos, lo que representa un 14% del total contabilizado fuera de las transectas. Esto podría tomarse como un indicador de la necesidad de realizar transectas vehiculares para censar la población de vicuñas del área de influencia del proyecto minero. Se detectaron restos de vicuñas muertas (predadas naturalmente) en dos sitios, transectas 3 y 6, y ninguna en zonas de rutas o caminos lo cual podría tomarse como un buen indicador de las prácticas de conservación tomadas en la zona. Las vicuñas prefieren ambientes abiertos (Cajal 1998b) como sitios de forrajeo siendo común verlas en las estepas arbustivas y pajonales de Cauchari. Las vicuñas constituyen uno de los grupos por los cuales la Reserva Olaroz-Cauchari fue creada y es una de las figuras de la fauna emblemática de la zona.

3.5.1.3 Monitoreo de otros elementos de la fauna

Todos los recorridos a lo largo de las transectas se realizaron para relevar la presencia de otros grupos faunísticos. Entre estos, se pudo registrar la actividad de lagartijas como grupo de vertebrados característicos de la zona. Para el caso, se avistaron numerosos individuos de las especies *Liolaemus ornatus* y *L. multicolor*, que estuvieron presentes en seis de los once sitios. Ambas especies son endémicas de esta región (Díaz Gómez 2007), de comportamiento diurno, dado que consumen insectos, sin embargo, su dieta es principalmente herbívora con tendencias omnívoras y llamativamente tiene modo de reproducción vivíparo (Abdala y Lobo 2006). Las temperaturas benignas de los días de trabajo hicieron que sea fácil observarlas por su notable actividad (Figura 3.17).

Tabla 3.10. Datos de abundancias de lagartijas observadas en el monitoreo de abril 2019.

Transecta/Especie	<i>Liolaemus multicolor</i>	<i>Liolaemus ornatus</i>	Total
1		11	11
3	1		1
6		1	1
7	3	12	15
10		2	2
11		1	1
Total general	4	27	31



Figura 3.17. *Liolaemus multicolor* encontrado en la T3 (arriba) y *L. ornatus* encontrados en las T6 y T8 (medio y abajo).

No se obtuvieron datos de otros reptiles ni de la presencia de anfibios en los sitios monitoreados.

3.5.2 Vegetación

Se realizó un relevamiento de vegetación en zonas ubicadas hacia el este y oeste del Salar de Cauchari mediante la medición de parámetros tradicionales para este objetivo. Estas

mediciones permitieron un análisis descriptivo de la estructura y composición en ambas zonas. Se contabilizaron 4889 individuos de 31 especies y se obtuvo una diversidad general para todo el proyecto de 2.6 (Índice de Shannon-Wiener, H'). Para el presente monitoreo se calculó una riqueza (alfa) media de nueve especies por sitio monitoreado.

Tabla 3.11. Parámetros estimados para el monitoreo de vegetación general de toda el área de estudio.

Parámetro	Valor
Abundancias	4889
Riqueza	31
Riqueza alfa	9.5
Diversidad H'	2.6

3.5.2.1 Riqueza y diversidad

De las 14 familias vegetales identificadas, la más diversa resultó ser *Asteraceae* con 11 especies, siguiéndola en orden de importancia *Poaceae* y *Fabaceae* que albergaron a 4 y 3 especies, respectivamente (Figura 3.18). A excepción de estas familias, las demás (11 familias) mostraron una baja riqueza intragrupo con dos o una especie en su haber.

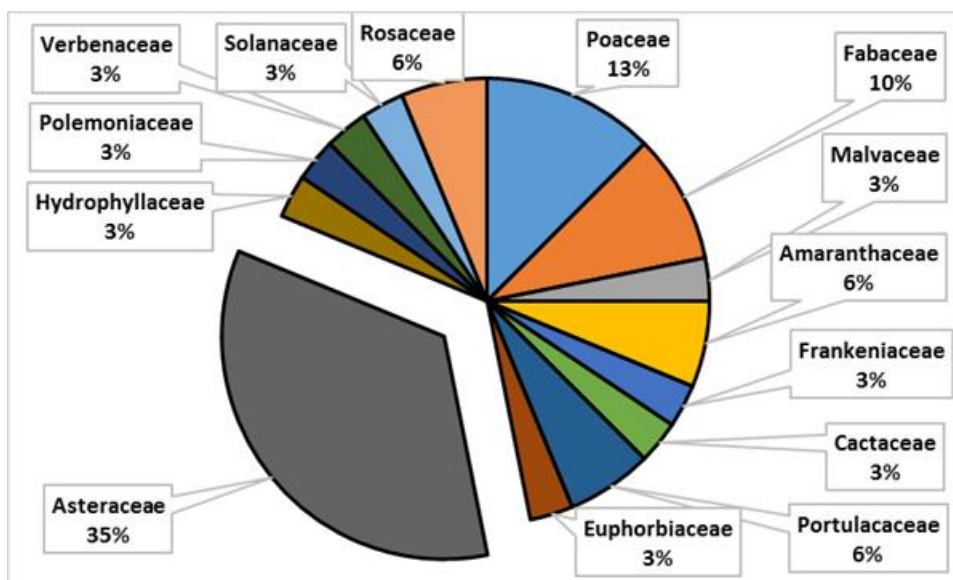


Figura 3.18. Proporción de especies por familia identificada en el monitoreo de abril 2019. La familia más importante fue *Asteraceae* que agrupó el 35% de las especies registradas.

Las mejoras establecidas para el presente monitoreo de vegetación mostraron un impacto sobre los datos obtenidos. De este modo, se determinaron 31 especies, algunas de las cuales no habían sido detectadas hasta el momento, además, se sumaron nuevas

familias a los registros. Esto se encuentra relacionado a la incorporación de nuevos sitios con sus microambientes, donde se hallaron especies endémicas, y también al periodo del año dado que se encontraron especies anuales presentes y aún en flor. En la Tabla 3.12 se puede observar la lista de las especies registradas entre las que resalta *Phacelia pinnatifida* (Hydrophyllaceae) por tratarse de una especie endémica (Figura 319).



Figura 319. Dos especies incorporadas en el monitoreo de abril de 2019, *Phacelia pinnatifida* e *Ipomopsis gossypifera*. Fuente: <http://www.floraargentina.edu.ar>.

Tabla 3.12. Lista taxonómica de especies de plantas identificadas en el monitoreo. * Especies en proceso de identificación en gabinete denominadas con sus nombres comunes. † Especie endémica con valor de conservación.

Clase	Orden	Familia	Especies	Nombre común
Liliopsida	Poales	Poaceae	<i>Festuca chrysophylla</i> Phil	Paja
			<i>Distichlis humilis</i> Phil	Brama
			<i>Puccinellia</i> sp. *	-
			<i>Bouteloua simplex</i> Lag.	Pelodia
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Adesmia horrida</i> Hook. & Arn.	Añagua
			<i>Adesmia erinacea</i> Phil.	Espina amarilla
			<i>Hoffmannseggia</i> sp.	Ajicillo
	Malvales	Malvaceae	<i>Tarasa tenella</i> (Cav.) Krapov.	Malva
			<i>Sarcocornia pulvinata</i> (Fries) A. J. Scott	-
	Caryophyllales	Amaranthaceae	<i>Atriplex imbricata</i> (Moq.) D. Dietr.	Oketola
		Frankeniaceae	<i>Frankenia triandra</i> J. Remy	Yaretilla
		Cactaceae	<i>Maihueniopsis glomerata</i> (Haw.) R. Kiesling	Copana
		Portulacaceae	<i>Portulaca</i> sp. 1 *	Verdulaga
			<i>Portulaca</i> sp. 2 *	Verdulaga
	Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia</i> sp.	
Asterales	Asterales	Asteraceae	<i>Baccharis tola</i> Phil.	Lejía
			<i>Senecio filaginoides</i> DC.	Moraca blanca
			<i>Senecio cf. xerophylus</i>	Mocoraca
			<i>Senecio viridis</i> Phil.	
			<i>Senecio</i> sp. 1 *	Suico

Clase	Orden	Familia	Especies	Nombre común
			<i>Senecio</i> sp. 2 *	Suico
			<i>Chuquiraga atacamensis</i> Kuntze	Espina amarilla
			<i>Nardophyllum armatum</i> (Wedd.) Reiche	Suriyanta
			<i>Parastrephia lucida</i> (Meyen) Cabrera	Tola de río
			<i>Parastrephia quadrangularis</i> (Meyen) Cabrera	Tola
			<i>Hypochaeris</i> sp.	
	Boraginales	Hydrophyllaceae	<i>Phacelia pinnatifida</i> Griseb. ex Wedd. †	
	Ericales	Polemoniaceae	<i>Ipomopsis gossypifera</i> (Gill. ex Benth.) V. Grant	
	Lamiales	Verbenaceae	<i>Aloysia deserticola</i> (Phil.) Lu-Irving & O'Leary	Rica rica
	Solanales	Solanaceae	<i>Solanum sinuatirecurvum</i> Bitter	
		Rosaceae	<i>Fabiana</i> cf. <i>punensis</i>	Checal
			<i>Tetraglochim cristatum</i> (Britton) Rothm.	Canjia

En términos de abundancias, debido al aumento del esfuerzo y la consecuente mejora en la representatividad del área de estudio, se contabilizó una gran cantidad de individuos. La transecta con mayor cantidad de individuos fue la T10, seguida por T7 y T6 (Tabla 3.13). La Transecta 10 reveló una abundancia relativa total estimada de 3283 individuos por hectárea. Estos tres sitios también revelaron índices de diversidad altos, sin embargo, los sitios con mayor riqueza específica fueron T1 y T11 con 17 y 15 especies, respectivamente; el último mostró el valor de diversidad más alto del monitoreo.

Tabla 3.13. Resumen de los parámetros estimados para la vegetación en los sitios estudiados en abril de 2019.

Transectas	Abundancia total	Promedio	Abundancia relativa	Riqueza	H
T1	622	20.06	1337.63	17	1.78
T2	227	7.23	488.17	9	1.62
T3	252	8.13	541.94	10	1.41
T4	28	0.90	60.22	2	0.47
T5	101	3.26	217.20	5	1.16
T6	645	20.81	1387.10	12	1.82
T7	1080	34.84	2322.58	14	1.82
T8	187	6.03	402.15	5	0.52
T9	50	1.61	107.53	4	0.84
T10	1527	49.26	3283.87	12	1.84
T11	173	5.58	372.04	15	2.23

3.5.2.2 Abundancia

La abundancia de especies mostró un patrón típico de la región con especies dominantes seguidas de numerosas especies menos abundantes y especies raras. Las especies dominantes se separaron en dos grupos, en el primero se agruparon a las

especies con abundancias de más de 100 individuos y otro con abundancia menor a 100 individuos.

En el primer grupo se destacaron el ajicillo (*Hoffmanseggia* sp.), *Euphorbia* sp., la añagua (*Adesmia horrida*) y la rica-rica (*Aloysia deserticola*) como las especies claramente dominantes del área (Figura 3.20). Estas especies sumaron más del 50% de todos los individuos contabilizados. Las especies con abundancias medias fueron *Solanum sinuatirecurvum*, *Festuca chrysophylla*, *Tarasa tenella*, *Phacelia pinnatifida* y varias especies de *Senecio*, la mayoría de estas son especies de estación que no se hacen visibles en épocas frías. Por su parte las especies menos abundantes, las de mediana abundancia destacan la yaretilla (*Frankenia triandra*), una especie de verdulaga (*Portulaca* sp.1), brama (*Distichlis humilis*), *Ipomopsis gossypifera*, leja (*Fabiana punensis*), tola (*Parastrephia lucida*) y *Urmenetea atacamensis* seguidas por numerosas especies consideradas raras ya que representan la menor proporción de la diversidad de plantas presentes (Figura 3.21).

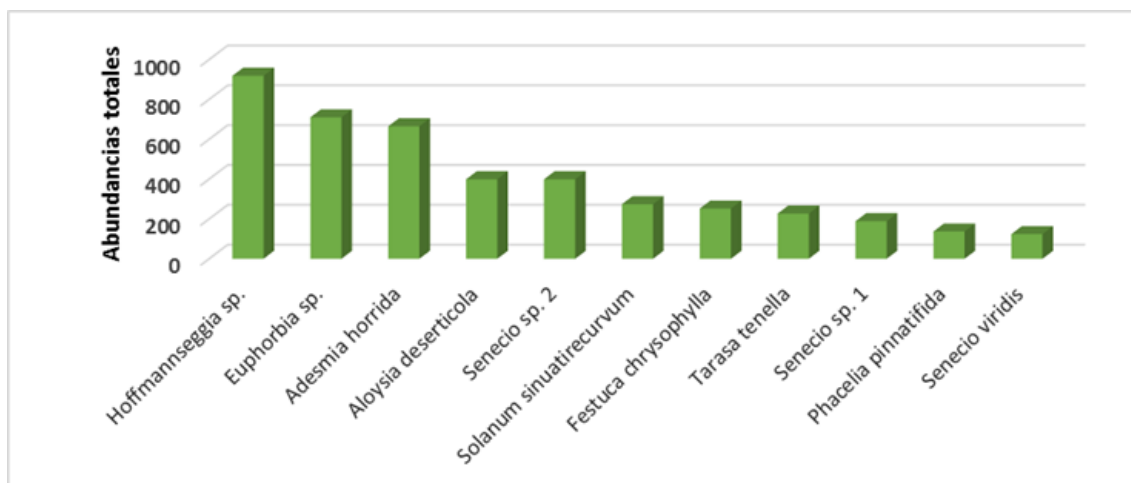


Figura 3.20. Distribución de las abundancias totales de las especies con más de 100 individuos contabilizados en el monitoreo.

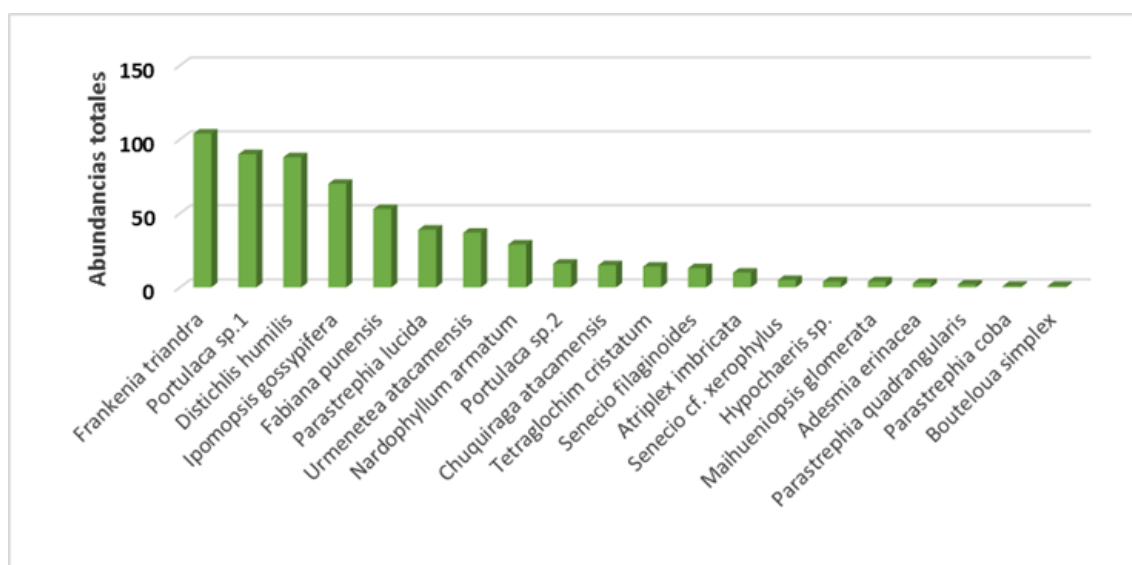


Figura 3.21. Distribución de las abundancias totales de las especies con menos de 100 individuos contabilizados en el monitoreo. Obsérvese la diferencia con la figura anterior en la escala de las abundancias.

3.5.2.3 Cobertura

La cobertura se midió en todos los sitios de monitoreo como se describió en la sección anterior de metodología. Los valores de los diferentes tipos de cobertura fueron muy variables, aunque mostraron una clara predominancia de suelo desnudo en general, que varió entre 60% y 86% (**Tabla 3.14**). La cobertura de la vegetación fue baja, como es natural en este tipo de ambiente, mostrando un amplio rango de entre 1% y 34% de suelo cubierto por vegetación en el área relevada. Sobre esta medida se calculó la cobertura por especie y la distribución de las coberturas por especies se puede ver graficadas en el **Figura 3.22**. Como resultado de la estimación de este parámetro se pudo corroborar la alta representación de pelodía o *Bouteloua simplex*, una pequeña planta anual que en esta época genera una alta cobertura. La segunda especie en cuanto a la cobertura que ocupa está la añagua (*Adesmia horrida*) que posee una alta representación en la mayoría de las transectas. *Frankenia triandra*, conocida como yaretilla es la tercera especie en la zona con alta cobertura, en particular en las Transectas 4 y 8, donde esta resulta ser una de las pocas especies presentes (Tabla 3.15).

Tabla 3.14. Proporciones de los distintos tipos de cobertura considerados (en porcentajes) y estimados para cada sitio (transecta) en el monitoreo de vegetación. Las celdas resaltadas corresponden a los tres valores más altos en cada categoría.

Transectas	Suelo desnudo	Materia orgánica	Vegetación
1	70.6%	16.3%	13.1%
2	78.4%	13.1%	8.5%
3	66.0%	20.9%	13.1%
4	86.9%	5.2%	7.8%
5	60.8%	4.6%	34.6%

Transectas	Suelo desnudo	Materia orgánica	Vegetación
6	64.7%	17.0%	18.3%
7	77.8%	2.0%	20.3%
8	64.7%	0.7%	1.3%
9	71.9%	6.5%	21.6%
10	75.8%	12.4%	11.8%
11	77.8%	14.4%	7.8%

Tabla 3.15. Cobertura de las especies registradas en el monitoreo de vegetación. Los valores se expresan en porcentaje respecto al valor de cobertura vegetal total.

Especies / Sitios	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Cob. general
<i>Bouteloua simplex</i>	20.0%				65.4%	7.1%	73.3%					26.4%
<i>Adesmia horrida</i>	10.0%	30.8%	28.6%		3.8%		3.3%			47.4%	25.0%	10.6%
<i>Frankenia triandra</i>		15.4%		75.0%	3.8%	7.1%		50.0%	12.1%	5.3%	8.3%	9.4%
<i>Puccinella sp.</i>									63.6%			8.9%
<i>Acantholippia punensis</i>	20.0%	38.5%	28.6%		5.8%		10.0%					8.1%
<i>Festuca chrysophylla</i>						35.7%		50.0%	15.2%			6.8%
<i>Parastrephia lucida</i>		15.4%	7.1%			21.4%					41.7%	6.0%
<i>Senecio sp2</i>							6.7%			36.8%		3.8%
<i>Distichlis humilis</i>						17.9%			9.1%			3.4%
<i>Fabiana cf. punensis</i>					15.4%							3.4%
<i>Hoffmannseggia sp.</i>	5.0%				3.8%	7.1%	6.7%			5.3%		3.4%
<i>Atriplex imbricata</i>			28.6%	25.0%								3.0%
<i>Senecio filaginoides</i>	20.0%											1.7%
<i>Senecio sp1</i>	15.0%				1.9%							1.7%
<i>Chuquiraga atacamensis</i>											25.0%	1.3%
<i>Euphorbia sp.</i>	5.0%					3.6%						0.9%
<i>Tarasa tenella</i>	5.0%		7.1%									0.9%
<i>Solanum sinuatiorecorvum</i>										5.3%		0.4%

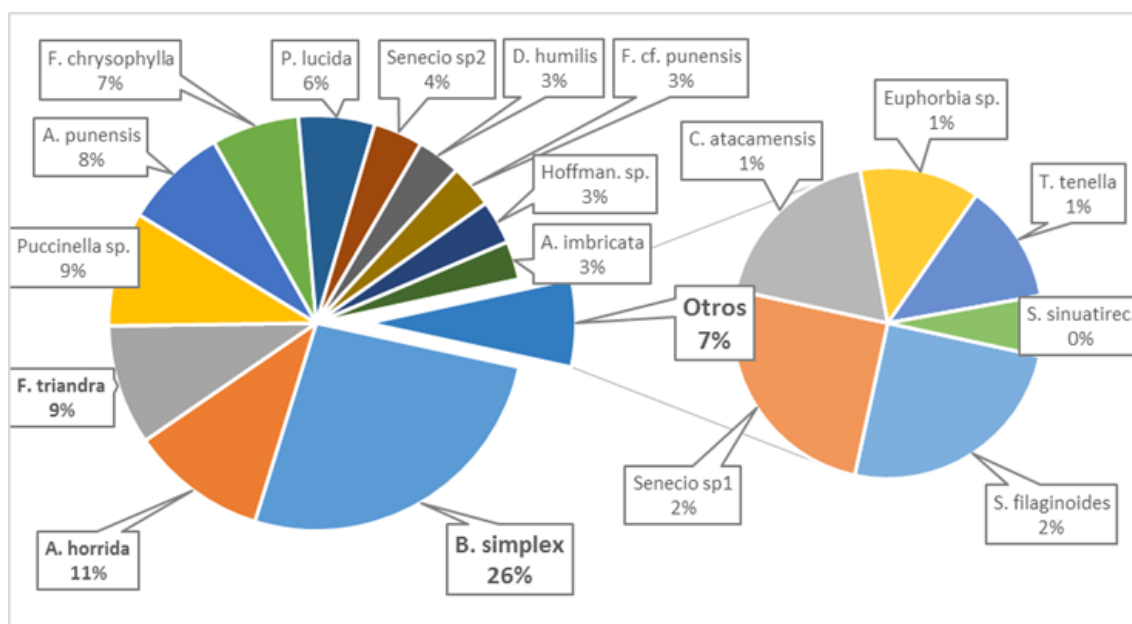
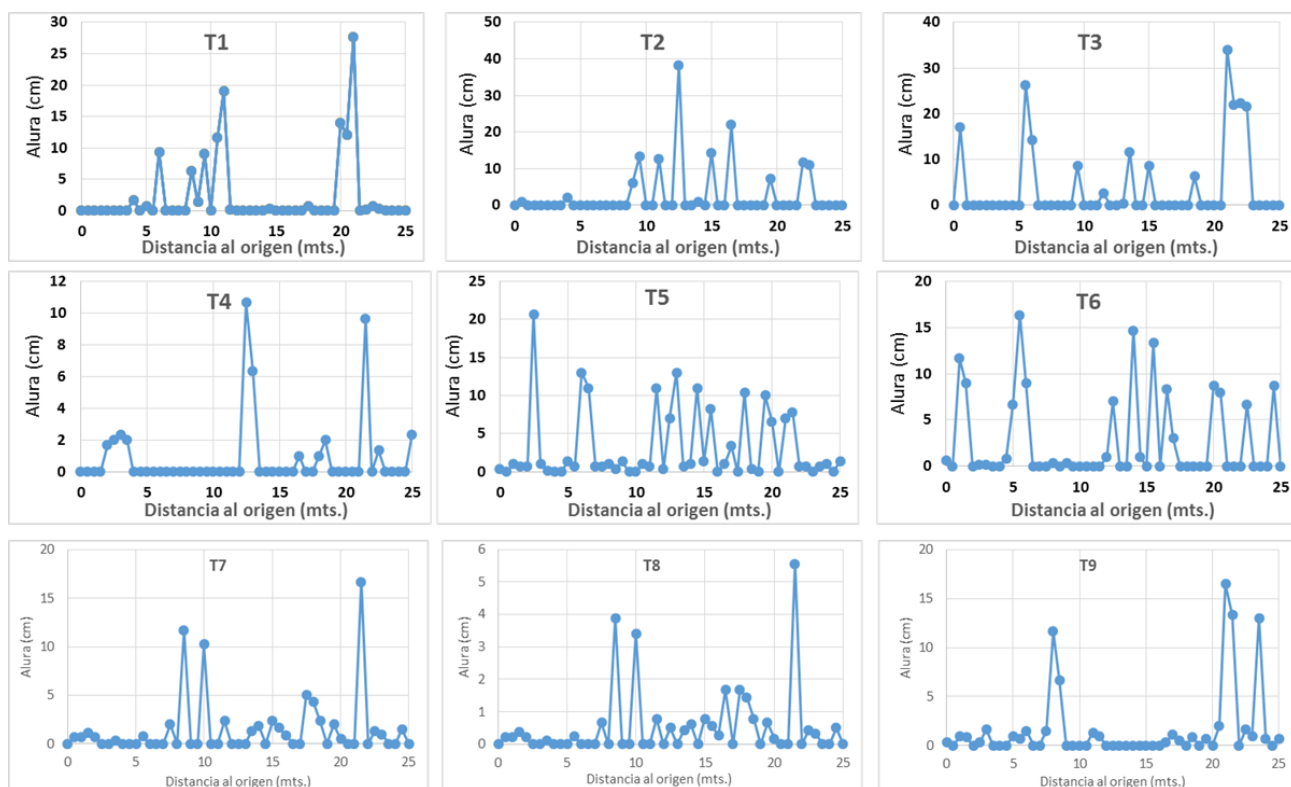


Figura 3.22. Cobertura de las especies registradas en monitoreo de abril 2019. Los valores se expresan en porcentaje respecto al total de cobertura vegetal.

3.5.2.4 Altura de la vegetación

La altura de la vegetación en todos los sitios fue muy variable (Figura 3.). Los valores máximos de altura registrados estuvieron en el orden de 80 cm dados por *Parastrephia lucida* o tola.



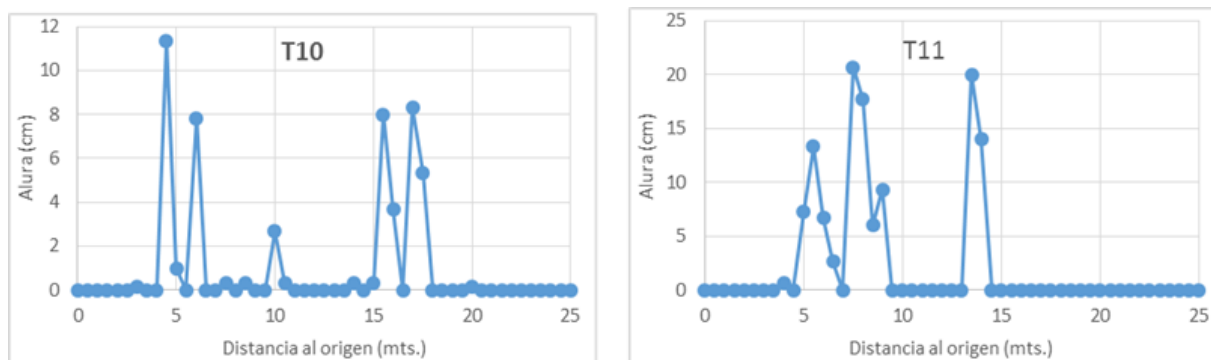
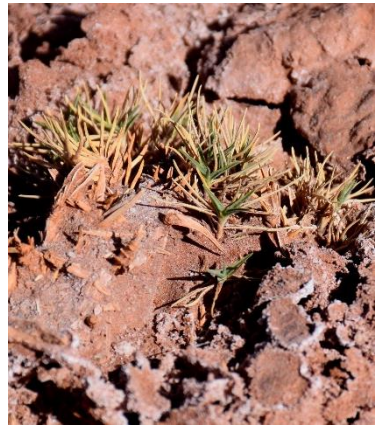


Figura 3.23. Gráficos de los perfiles de altura de la vegetación (altura promedio) estimada en la zona de estudio

		
Adesmia horrida Añagua	Hoffmannseggia sp. Musquete	Nardophyllum armatum Suriyanta
		
Fabiana cf. punensis Checal	Acantoliphia deserticola Rica-rica	Senecio filaginoides Moraca blanca

		
<i>Distichlis humilis</i> Brama	<i>Frankenia triandra</i> Yaretilla	<i>Sarcocornia pulvinata</i>
		
<i>Tetraglochim cristatum</i> Canjia	<i>Parastrephia quadrangularis</i> Tola	<i>Parastrephia lucida</i> Tola de río
		
<i>Baccharis incarum</i> Lejía	<i>Chuquiraga atacamensis</i> Espina amarilla	<i>Pappostipa frigida</i> Paja

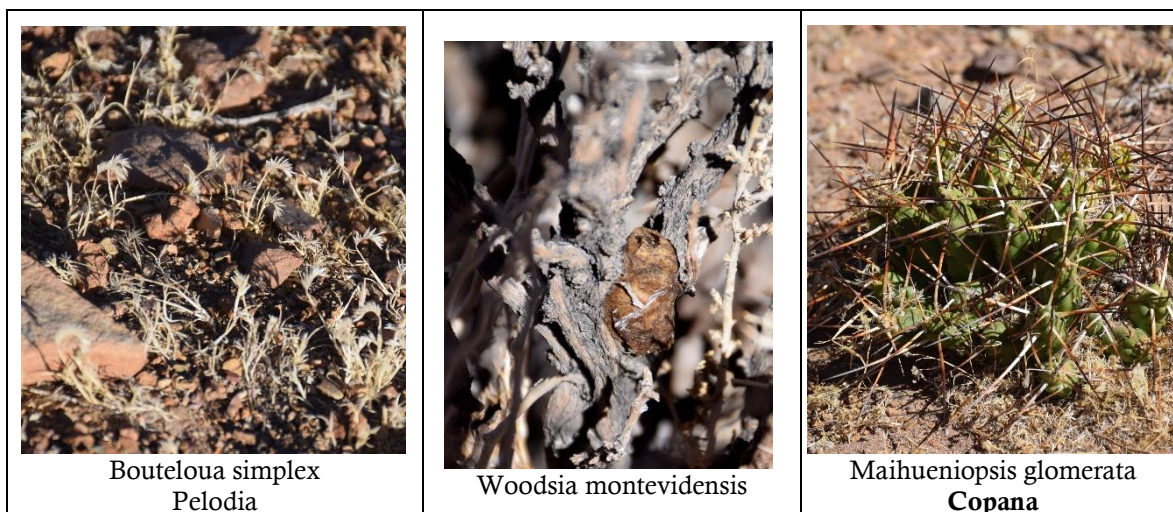


Figura 3.24. Especies de plantas registradas en el monitoreo. Se detallan nombres científicos y comunes.

3.6 CONCLUSIONES

La metodología para el muestreo tanto de fauna como de vegetación no fue modificada en este monitoreo, aunque, en el marco de un proceso dinámico y adaptativo, y con el fin de aumentar la representatividad del área de influencia del proyecto minero, se incrementó el esfuerzo en el trabajo de campo. A pesar de esto, el comportamiento de los parámetros estimados muestra una evolución regular a lo largo del proceso de monitoreo sin cambios notables.

El resumen de los parámetros revela que los cambios más grandes se presentan en las abundancias y riquezas encontradas en vegetación. El incremento de cinco sitios adicionales con las submuestras correspondientes, causaron un notable aumento, tanto de las abundancias observadas como la riqueza y, por ende, en la diversidad. Esto es el resultante del simple aumento de esfuerzo, pero también podría ser indicativo de cierto grado de heterogeneidad en el área de estudio que deberá evaluarse en monitoreos subsiguientes. Por otro lado, los valores de cobertura y altura de la vegetación no revelaron grandes cambios y se mantuvieron dentro de los rangos normales mostrando probablemente un patrón regional más constante.

Tabla 3.21. Resumen comparativo de los parámetros estimados en los monitoreos desde el año 2017 hasta el presente monitoreo. * Valor promedio según unidades de muestreo relevadas. Los valores entre paréntesis corresponden a la cantidad de sitios (transectas) considerados en cada monitoreo.

PARÁMETROS	VEGETACIÓN				
	Abril 2017 (3)	Octubre 2017 (3)	Abril 2018 (5)	Octubre 2018 (5)	Abril 2019 (11)
Abundancia	70 individuos	42 individuos	114 individuos	971 individuos	4889 Individuos
Riqueza	12 especies	13 especies	15 especies	18 especies	32 especies
Diversidad (H')	1,41	1,7	2,04	1,85	2,6
Cobertura *	12,95%	12,95%	24,1%	11,1%	14,4%
Altura*	----	----	----	2,2 cm	2.03
PARÁMETROS	FAUNA				
	Aves				
Abundancia	152	143	104	165	156
Riqueza	7	10	10	10	10
Diversidad (H')	1,28	1,77	1,39	1,74	1,33
PARÁMETROS	Mamíferos				
Abundancias	97 individuos	111 individuos	148 individuos	26 individuos	47 individuos
Riquezas	3 especies	2 especies	5 especies	3 especies	3 especies
Diversidad (H')	0,16	0,32	0,78	1,01	0,39

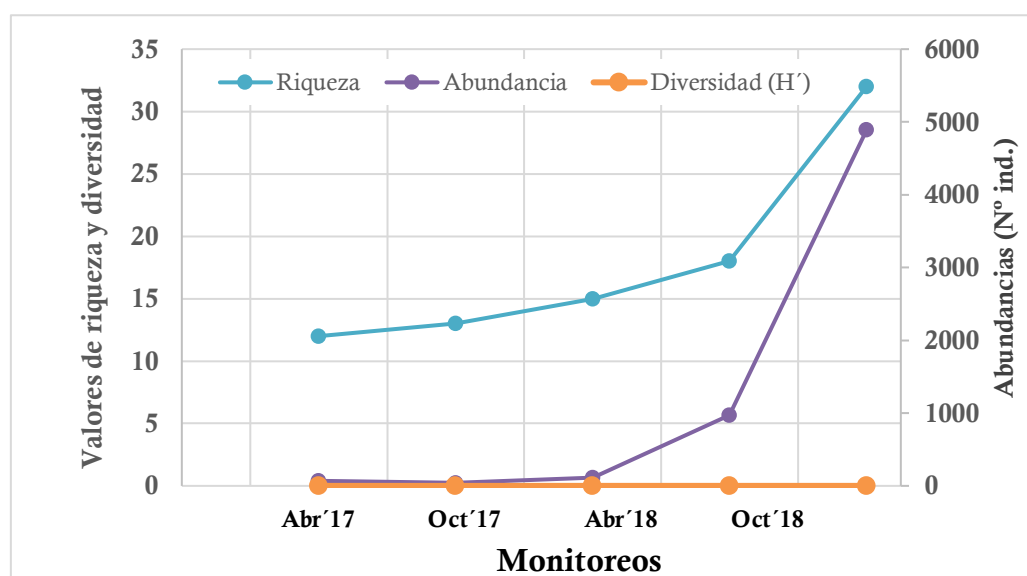


Figura 3.25. Evolución de los parámetros estimados para el monitoreo de vegetación. Se observa un gran incremento en la riqueza y abundancias mientras que la diversidad se mantiene estable.

Como La riqueza de especies registrada es muy sensible al número de individuos muestreados y al número, tamaño y arreglo espacial de las muestras (parcelas en nuestro caso) (Gotelli y Colwell 2011). En este sentido, los datos del presente monitoreo no son totalmente comparativos y equivalentes a los obtenidos en los anteriores por la gran diferencia en la cantidad de individuos contabilizados. Por ello, se aplicó un análisis de rarefacción para reducir los sesgos debido a la modificación del esfuerzo y hacer una comparación válida entre monitoreos sin omitir información.

La rarefacción es un método que fue propuesto para comparar el número de especies cuando las muestras difieren en tamaño (Gotelli y Colwell 2011). Es un método estadístico que permite comparar la riqueza de los monitoreos realizados hasta ahora con un nivel de significación del 95%. La comparación de las riquezas de especies se realiza en función de la muestra de menor tamaño, es decir, la del monitoreo con la menor abundancia de individuos registrados para cada grupo (Gotelli y Entsminger 2001). La interpretación estadística se obtiene al analizar si los valores de riqueza de los monitoreos -en ese nivel de abundancias- caen dentro o fuera del intervalo de confianza del 95% de la curva con mayor abundancia de individuos. Esto se realizó utilizando los gráficos generados en el programa EcoSim (Entsminger 2012).

El análisis de rarefacción se aplicó a los grupos monitoreados con datos estadísticamente manejables, a mencionar vegetación y aves. En el caso de los monitoreos de vegetación realizados por *South American Salars S.A.*, el monitoreo con menor abundancias es el de abril de 2017. Por ende, comparando las curvas de los cinco monitoreos realizados a la fecha, al nivel de abundancia de este monitoreo (70 individuos), se observa que el valor de riqueza de cada uno cae dentro del intervalo de confianza del monitoreo actual. Por lo tanto, no se encuentran diferencias estadísticamente significativas (nivel de significancia del 95%) en la riqueza de especies de plantas con los demás monitoreos. Esto implica que no se evidencia diferencias en este parámetro que indique variaciones fuera de lo normal en el presente monitoreo.

La información disponible acerca de estudios de vegetación en la Puna comparables a los monitoreos realizados es muy escasa aún. En la zona del salar Cauchari, las estepas arbustivas se desarrollan en las áreas planas en sectores puntuales, rodeados de estepas gramíneas donde la riqueza reportada por algunos estudios alcanza las 43 especies (Fabroni 2015). Este valor es similar al hallado en este monitoreo, con lo cual la riqueza de plantas se acerca mucho a lo que estudios intensivos reportan. Además, hay coincidencias en términos composicionales y en cuanto a familias dominantes dado que Asteraceae resulta la principal familia por su diversidad y representatividad en la zona de estudio (Oyarzabal et al. 2018).

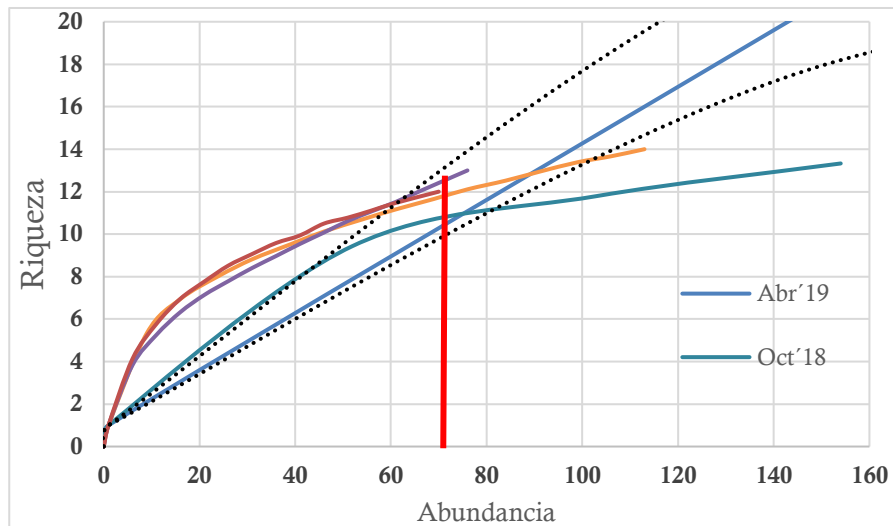


Figura 3.26. Comparación de la riqueza de plantas mediante el análisis de rarefacción. El método elimina el efecto de las diferencias de abundancias al comparar la riqueza al mismo nivel (línea vertical roja); 70 individuos correspondientes al monitoreo de abril de 2017. La línea de punto representa el límite superior e inferior del intervalo de confianza del 95% del actual monitoreo.

Para el análisis comparativo de los monitoreos de aves a los que se aplicó el análisis de rarefacción se pudo observar que, al nivel de abundancia del monitoreo de abril de 2018 (104 individuos), el único monitoreo que presentó diferencias estadísticamente significativas fue abril de 2017. Este monitoreo mostró una riqueza de aves menor a casi todos los demás monitoreos. Los motivos de estas variaciones pueden ser tanto de índole metodológica (fue el monitoreo con menor esfuerzo) como de índole natural. De esto se desprende que los monitoreos comparativamente más similares respecto al parámetro de riqueza en aves fueron los cuatro últimos. Debe revisarse la evolución del sistema en los monitoreos venideros para obtener datos más concluyentes.

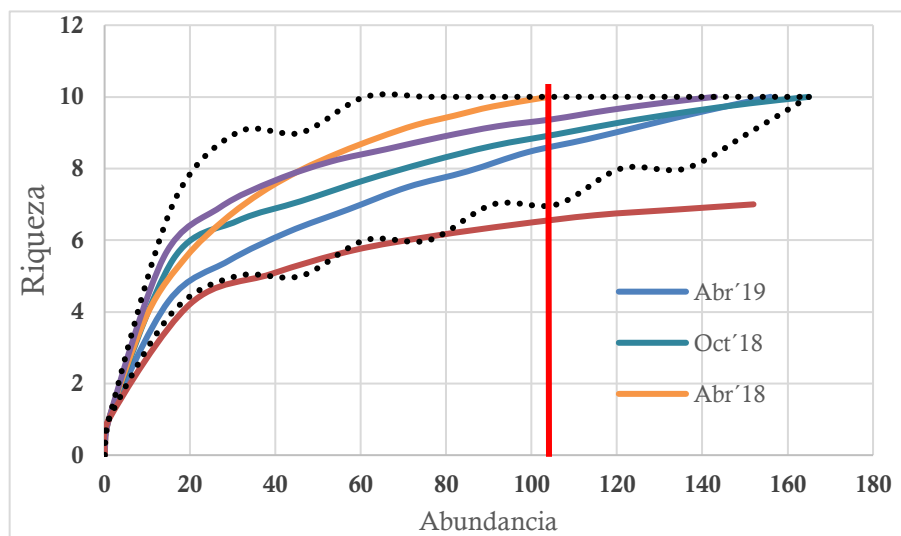


Figura 3.27. Comparación de la riqueza de aves mediante el análisis de rarefacción. El método elimina el efecto de las diferencias de abundancias al comparar la riqueza al mismo nivel (línea vertical roja); 70 individuos correspondientes al monitoreo de abril de 2017. La línea de punto representa el límite superior e inferior del intervalo de confianza del 95% del actual monitoreo.

CAPÍTULO 4 - MONITOREO DE AGUA

4.1 INTRODUCCIÓN

La campaña de monitoreo de calidad de agua se llevó a cabo el día 24 de abril de 2019, la ubicación de los sitios se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 4.1. Coordenadas de los sitios de monitoreo de las muestras de agua (abril, 2019).

Identificación	Lugar	Coordenadas GK	
		X	Y
CAU 001 MA-AG-ARCH	Vega Archibarca	3413622.9795	7387701.4821
CAU 001 MA-AG-C	Campamento/Agua para servicios domésticos	3419821.5012	7367545.3965
CAU 001 MA-AG-OLAC	Rio Olacapato	3426979.0625	7331351.8739



Figura 4.1. Puntos de monitoreo de Agua Superficial.

4.2 MUESTREO

El muestreo fue realizado por personal del Laboratorio INDUSER SRL y se ejecutó en base a los lineamientos de las siguientes normas:

- ISO 5667-1 / IRAM 29012-1 / IRAM 29012-2 – Directivas generales para el diseño de programas de muestreo y técnicas de muestreo.
- ISO 5667-3 / IRAM 29012-3 – Guía para la preservación y manipuleo de las muestras.
- ISO 5667-5 / IRAM 29012-5 – Guía sobre el muestreo de aguas potables y aguas utilizadas para el proceso de alimentos y bebidas
- ISO 5667-6 / IRAM 29012-6 – Directivas para el muestre en ríos y cursos de agua.
- ISO 5667-14 / IRAM 29012-14 – Directivas sobre el aseguramiento de la calidad del muestreo y manipulación de agua.

Con estos procedimientos se asegura que la muestra mantendrá, al momento del ingreso al laboratorio, su identificación, preservación de analitos y representatividad.

La toma de las muestras se realizó desde el punto de muestreo. Se utilizó una jarra, la cual fue enjuagada antes de llenar los envases del set de muestreo. Cada envase fue rotulado y guardado en conservadora para asegurar la cadena de frío hasta su recepción en el laboratorio; finalmente se elaboró la cadena de custodia, que acompañó las muestras hasta su ingreso al laboratorio.

4.3 PARÁMETROS ANALIZADOS

Los parámetros analizados corresponden a los detallados en el Anexo V, Tabla 1 “Fuentes de agua para Bebida Humana”, Tabla 5 “Para Irrigación” y Tabla 6 “Para Bebida de Ganado”, del Decreto N° 5772 de la provincia de Jujuy, con las que se compararon las muestras analizadas

Para las suites de aguas superficiales, además de la medición de caudal, se determinaron los analitos que se detallan en la siguiente Tabla:

Tabla 4.2. Parámetros analizados para agua superficial.

Parámetro	Método	Unidad
pH	SM 4500-H B Ed. 23 (#)	UpH
Sólidos Disueltos Totales 180 °C	SM 2540 C Ed. 23 (#)	µg/l
Oxígeno Disuelto	SM 4500-O G Ed. 23 (#)	µg/l
Aluminio	EPA 3015 A/6020 B	µg/l
Antimonio	EPA 3015 A/6020 B	µg/l

Parámetro	Método	Unidad
Arsénico	EPA 3015 A/6020 B	µg/l
Bario	EPA 3015 A/6020 B	µg/l
Berilio	EPA 3015 A/6020 B	µg/l
Boro	EPA 3015 A/6020 B	µg/l
Cadmio	EPA 3015 A/6020 B	µg/l
Cianuro Total	SM 4500-CN C/E Ed. 22 (#)	µg/l
Zinc	EPA 3015 A/6020 B	µg/l
Cobalto	EPA 3015 A/6020 B	µg/l
Cobre	EPA 3015 A/6020 B	µg/l
Cromo Total	EPA 3015 A/6020 B	µg/l
Cromo Hexavalente	EPA 7196 A	µg/l
Fluoruro	SM 4110 B Ed. 23 (#)	µg/l
Mercurio	EPA 7470 A	µg/l
Molibdeno	EPA 3015 A/6020 B	µg/l
Níquel	EPA 3015 A/6020 B	µg/l
Nitrato	SM 4110 B Ed. 23 (#)	µg/l
Nitrito	SM 4500-NO2 B Ed. 23 (#)	µg/l
Paladio	EPA 3015 A/6020 B	µg/l
Plata	EPA 3015 A/6020 B	µg/l
Plomo	EPA 3015 A/6020 B	µg/l
Selenio	EPA 3015 A/6020 B	µg/l
Uranio	EPA 3015 A/6020 B	µg/l
Vanadio	EPA 3015 A/6020 B	µg/l
Hidrocarburos Totales de Petróleo	EPA 418.1	µg/l
Calcio	ISO 14911: 1998	µg/l
Sodio	ISO 14911: 1998	µg/l
Magnesio	ISO 14911: 1998	µg/l
Potasio	ISO 14911: 1998	µg/l
Cloruro	SM 4110 B Ed. 23 (#)	µg/l
Alcalinidad de Carbonato	SM 2320 B Ed. 22 (#)	µg/l
Alcalinidad de Bicarbonato	SM 2320 B Ed. 22 (#)	µg/l
Sulfato	SM 4110 B Ed. 23 (#)	µg/l
Conductividad a 25 °C	SM 2510 B Ed. 23 (#)	µS/cm

Mientras que, para el agua de campamento, la cual se utiliza para tareas de limpieza y servicios sanitarios, se determinaron los parámetros que se informan a continuación:

Tabla 4.3. Parámetros analizados para agua subterránea (campamento).

Parámetro	Metodología	Unidad
pH	SM 4500-H B Ed. 23 (#)	UpH
Sólidos Disueltos Totales 180 °C	SM 2540 C Ed. 23 (#)	µg/l
Oxígeno Disuelto	SM 4500-O G Ed. 23 (#)	µg/l
Aluminio	EPA 6020 B	µg/l
Antimonio	EPA 6020 B	µg/l
Arsénico	EPA 6020 B	µg/l
Bario	EPA 6020 B	µg/l

Parámetro	Metodología	Unidad
Berilio	EPA 6020 B	µg/l
Boro	EPA 6020 B	µg/l
Cadmio	EPA 6020 B	µg/l
Cianuro Total	SM 4500-CN C/E Ed. 22 (#)	µg/l
Zinc	EPA 6020 B	µg/l
Cobalto	EPA 6020 B	µg/l
Cobre	EPA 6020 B	µg/l
Cromo	EPA 6020 B	µg/l
Cromo Hexavalente	EPA 7196 A	µg/l
Fluoruro	SM 4110 B Ed. 23 (#)	µg/l
Mercurio	EPA 7470 A	µg/l
Molibdeno	EPA 6020 B	µg/l
Níquel	EPA 6020 B	µg/l
Nitrato	SM 4110 B Ed. 23 (#)	µg/l
Nitrito	SM 4500-NO2 B Ed. 23 (#)	µg/l
Paladio	EPA 6020 B	µg/l
Plata	EPA 6020 B	µg/l
Plomo	EPA 6020 B	µg/l
Selenio	EPA 6020 B	µg/l
Uranio	EPA 6020 B	µg/l
Vanadio	EPA 6020 B	µg/l
Hidrocarburos Totales de Petróleo	EPA 418.1	µg/l
Calcio	ISO 14911: 1998	µg/l
Sodio	ISO 14911: 1998	µg/l
Magnesio	ISO 14911: 1998	µg/l
Potasio	ISO 14911: 1998	µg/l
Cloruro	SM 4110 B Ed. 23 (#)	µg/l
Alcalinidad de Carbonato	SM 2320 B Ed. 22 (#)	µg/l
Alcalinidad de Bicarbonato	SM 2320 B Ed. 22 (#)	µg/l
Sulfato	SM 4110 B Ed. 23 (#)	µg/l
Conductividad a 25 °C	SM 2510 B Ed. 23 (#)	
Bacterias Aerobias Totales	SM 9215 B Ed. 23 (#)	
Bacterias Coliformes Totales	SM 9221 B/C Ed. 22 (#)	
Bacterias Coliformes Fecales	SM 9221 B/C/E Ed. 22 (#)	
Pseudomonas aeruginosa	SM 9213 E Ed. 22 (#)	

4.4 RESULTADOS

4.4.1. Vega Archibarca

Como se mencionó, se realizó una extracción de muestra de agua en el arroyo formado por Vega Archibarca (CAU-001 MA-AG-ARCH), sobre la RN N° 52. En las siguientes fotografías se observan las tareas de toma de muestra y medición de caudal.



Figura 4.2. Toma de muestra de agua y medición de parámetros in situ en Vega Archibarca (a la vera de la ruta N° 52).



Figura 4.3. Medición de ancho del curso.



Figura 4.4. Medición del flujo del curso.

En la siguiente tabla se detallan los valores obtenidos en los monitoreos previos y los de este periodo. Se observa claramente que se ha aumentado la cantidad de analitos monitoreados, incluyendo Hidrocarburos Totales.

Tabla 4.4. Resultado de los análisis de agua en Vega Archibarca.

Parámetro	Unidad	12/4/2017	9/10/2017	17/4/2018	18/10/2018	24/04/2019
pH	UpH	7,7	8,3	8	7,7	7,7
Sólidos Disueltos Totales 180 °C	µg/l	2380000	2440000	2620000	3288000	2550000
Oxígeno Disuelto	µg/l				2180	3600
Aluminio	µg/l				530	930
Antimonio	µg/l				< 10	< 10
Arsénico	µg/l				64	62
Bario	µg/l				< 100	< 100
Berilio	µg/l				< 0,039	< 0,039
Boro	µg/l				77400	66600
Cadmio	µg/l				< 0,2	1,4
Cianuro Total	µg/l	<10	No detectado	No detectado	< 10	< 10
Zinc	µg/l	<20	<20	<20	40	< 20
Cobalto	µg/l				< 5	< 5
Cobre	µg/l	8	53	5	4	< 2
Cromo Total	µg/l				< 2	< 2
Cromo Hexavalente	µg/l	<10	<10	<10	< 10	< 10
Fluoruro	µg/l	1000	<1000	1000	< 2500	< 2500
Mercurio	µg/l				< 1	< 1
Molibdeno	µg/l				< 10	< 10
Níquel	µg/l	<10	<10	<10	< 10	< 10
Nitrato	µg/l				< 5000	< 5000
Nitrito	µg/l				< 20	< 20

Parámetro	Unidad	12/4/2017	9/10/2017	17/4/2018	18/10/2018	24/04/2019
Paladio	µg/l				< 10	< 10
Plata	µg/l				< 0,1	< 0,1
Plomo	µg/l	<1	<1	18	6	< 1
Selenio	µg/l				< 10	< 10
Uranio	µg/l				< 1	< 1
Vanadio	µg/l				< 50	< 50
Hidrocarburos Totales de Petróleo	µg/l				< 500	< 500
Calcio	µg/l				155000	191835
Sodio	µg/l				432000	535461
Magnesio	µg/l				36600	45688
Potasio	µg/l				23700	29790
Cloruro	µg/l				510000	721000
Alcalinidad de Carbonato	µg/l				Ausencia	Ausencia
Alcalinidad de Bicarbonato	µg/l				263000	316000
Sulfato	µg/l				479000	663000
Conductividad a 25 °C	µS/cm				3080	3570
Caudal	m³/h				11,4	24,9

La Vega Archibarca tiene un pH levemente alcalino (7,7 UpH) y una conductividad de 3570 µS/cm. El valor de Plomo continua con menores concentraciones que periodos anteriores (< 1 µg/l), sobre el comportamiento de este metal no puede emitirse conclusión alguna de los valores obtenidos ya que no existen datos suficientes para conocer si existe una tendencia estacional. La concentración de Aluminio fue mayor a la del periodo anterior (530 y 930 µg/l), como así también se observa lo mismo para el Cadmio (< 0,2 a 1,4 µg/l). El Boro presenta menores concentraciones que las obtenidas en el periodo anterior (77400 a 66600 µg/l).

Si bien esta fuente no es utilizada por la empresa para ninguno de los siguientes usos, los valores obtenidos fueron comparados con las Tabla 1 “Fuentes de agua para Bebida Humana”, Tabla 5 “Para Irrigación” y Tabla 6 “Para Bebida de Ganado”, del Decreto N° 5772 de la provincia de Jujuy. De los resultados se obtiene que los Sólidos Totales Disueltos se encuentran por sobre los límites de los valores de referencia, mientras que el Boro excede los valores de referencia para Irrigación y Bebida de ganado y el Aluminio excede los valores para uso como agua de bebida humana.

La variación de los valores obtenidos refleja los cambios estacionales en la región bajo estudio, concluyendo que la actividad llevada a cabo por la empresa no representa un impacto negativo en el parámetro estudiado.

4.4.2. Río Tocomar

La muestra denominada CAU-001 MA-AG-OLAC fue extraída del Río Tocomar, en la siguiente tabla se detallan los valores obtenidos en los monitoreos previos y los de este

periodo. Se observa claramente que se ha aumentado la cantidad de analitos monitoreados, incluyendo Hidrocarburos Totales.

Tabla 4.5. Resultado de los análisis de agua en Rio Tocomar.

Parámetro	Unidad	12/4/2017	9/10/2017	17/4/2018	24/04/2019
pH	UpH	8,9	8	8,5	8,2
Sólidos Disueltos Totales 180 °C	µg/l	2.590.000	1.360.000	1.728.000	1.820.000
Oxígeno Disuelto	µg/l			1840	5230
Aluminio	µg/l			17400	26700
Antimonio	µg/l			< 10	< 10
Arsénico	µg/l			596	760
Bario	µg/l			110	< 100
Berilio	µg/l			1,5	3,3
Boro	µg/l			29100	22600
Cadmio	µg/l			0,8	3,5
Cianuro Total	µg/l	No detectado	No detectado	< 10	< 10
Zinc	µg/l	<20	60	50	170
Cobalto	µg/l			8	28
Cobre	µg/l	67	7	10	2
Cromo Total	µg/l			8	11
Cromo Hexavalente	µg/l	<10	<10	< 10	< 10
Fluoruro	µg/l	2100	3100	< 2500	< 2500
Mercurio	µg/l			< 1	< 1
Molibdeno	µg/l			< 10	< 10
Níquel	µg/l	<10	41	32	114
Nitrato	µg/l			< 5000	< 5000
Nitrito	µg/l			< 20	100
Paladio	µg/l			< 10	< 10
Plata	µg/l			< 0,1	< 0,1
Plomo	µg/l	<1	25	23	10
Selenio	µg/l			< 10	< 10
Uranio	µg/l			< 1	< 1
Vanadio	µg/l			< 50	< 50
Hidrocarburos Totales de Petróleo	µg/l			< 500	< 500
Calcio	µg/l			43500	73458
Sodio	µg/l			466000	430000
Magnesio	µg/l			18000	34317
Potasio	µg/l			44300	36591
Cloruro	µg/l			452000	433000
Alcalinidad de Carbonato	µg/l			52000	Ausencia
Alcalinidad de Bicarbonato	µg/l			258000	172000
Sulfato	µg/l			251000	639000
Conductividad a 25 °C	µS/cm			2710	2980
Caudal	m³/h			43	97,9

< menor a: el valor corresponde al límite de detección de los equipos de laboratorio. Por lo tanto, la concentración del elemento se encuentra entre 0 y el valor del LD del equipo.

En función de los valores obtenidos, se puede decir que el Río Tocomar posee un pH alcalino (8,2 UpH) y una conductividad de 2980 $\mu\text{S}/\text{cm}$. El valor de Plomo disminuyó desde el monitoreo anterior (23 a 10 $\mu\text{g}/\text{l}$). Los valores de Níquel aumentaron (32 a 114 $\mu\text{g}/\text{l}$) y Zinc (50 a 170 $\mu\text{g}/\text{l}$); sin embargo, no puede emitirse conclusión alguna de los valores obtenidos ya que no existen datos suficientes para conocer si existe una tendencia estacional.

Los valores obtenidos fueron comparados con las Tabla 1 “Fuentes de agua para Bebida Humana”, Tabla 5 “Para Irrigación” y Tabla 6 “Para Bebida de Ganado”, del Decreto N° 5772 de la provincia de Jujuy.

Cabe mencionar que, dada la lejanía desde el punto de muestra a la operación de la empresa, la misma no afecta al medio del sitio mencionado.

4.4.3. Campamento El Porvenir

Se extrajo agua del Campamento El Porvenir (CAU-001 MA-AG-CAMP), la cual proviene de un pozo somero ubicado en el mismo sector del campamento. El agua es utilizada en los sanitarios y para limpieza de pisos.

Tabla 4.6. Resultado de los análisis de agua en Campamento.

Parámetro	Unidad	12/4/2018	20/9/2017	18/4/2018	18/10/2018	24/04/2019
pH	UpH	7,7	7	8,3	7,8	
Sólidos Disueltos Totales 180 °C	$\mu\text{g}/\text{l}$	890000	760000	988000	868000	810000
Oxígeno Disuelto	$\mu\text{g}/\text{l}$				2200	4240
Aluminio	$\mu\text{g}/\text{l}$	<100	<1200	–	< 100	< 100
Antimonio	$\mu\text{g}/\text{l}$	<10	<1260	–	<10	< 10
Arsénico	$\mu\text{g}/\text{l}$	28	<2100	<10	< 0,010	< 10
Bario	$\mu\text{g}/\text{l}$	<500	<60	–	< 500	< 500
Berilio	$\mu\text{g}/\text{l}$	<0,5	<180	–	< 0,5	< 0,5
Boro	$\mu\text{g}/\text{l}$				< 200	13500
Cadmio	$\mu\text{g}/\text{l}$	<0,5	<60	–	< 0,5	< 0,5
Cianuro Total	$\mu\text{g}/\text{l}$	<10	50	–	< 10	< 10
Zinc	$\mu\text{g}/\text{l}$	<50	<120	–	< 50	< 50
Cobalto	$\mu\text{g}/\text{l}$				< 5	< 5
Cobre	$\mu\text{g}/\text{l}$	<50	<180	–	< 50	< 50
Cromo	$\mu\text{g}/\text{l}$	6	<240	–	< 5	< 5
Cromo Hexavalente	$\mu\text{g}/\text{l}$	<10	-	–	< 10	< 10
Fluoruro	$\mu\text{g}/\text{l}$	700	484	<500	< 500	600
Mercurio	$\mu\text{g}/\text{l}$	<1	<600	–	< 1	< 1
Molibdeno	$\mu\text{g}/\text{l}$				< 10	< 10
Níquel	$\mu\text{g}/\text{l}$	<10	<600	–	< 10	< 10
Nitrato	$\mu\text{g}/\text{l}$	<5000	1655	6200	< 5000	< 5000
Nitrito	$\mu\text{g}/\text{l}$	<20	<200	<20	< 20	< 20
Paladio	$\mu\text{g}/\text{l}$				< 10	< 10
Plata	$\mu\text{g}/\text{l}$	<50	<420	–	< 50	< 50

Parámetro	Unidad	12/4/2018	20/9/2017	18/4/2018	18/10/2018	24/04/2019
Plomo	µg/l	<10	<1680	–	<10	<10
Selenio	µg/l	<10	<3000	–	< 10	< 10
Uranio	µg/l	<10	<9000	–	< 10	< 10
Vanadio	µg/l				< 50	< 50
Hidrocarburos Totales de Petróleo	µg/l	-	<20000	–	< 500	< 500
Calcio	µg/l				90,5	103000
Sodio	µg/l				124	137000
Magnesio	µg/l				34,2	34700
Potasio	µg/l				6,2	7600
Cloruro	µg/l				143	183000
Alcalinidad de Carbonato	µg/l				Ausencia	Ausencia
Alcalinidad de Bicarbonato	µg/l				195	200000
Sulfato	µg/l				245	272000
Conductividad a 25 °C	µS/cm				1311	1436
Bacterias Aerobias Totales	NMP				5200	8400000
Bacterias Coliformes Totales	NMP				< 1,1	< 1,1
Bacterias Coliformes Fecales	NMP				< 1,1	< 1,1
Pseudomonas aeruginosa	NMP				Ausencia	Ausencia

< menor a: el valor corresponde al límite de detección de los equipos de laboratorio. Por lo tanto, la concentración del elemento se encuentra entre 0 y el valor del LD del equipo.

Como se mencionó el agua no es utilizada para bebida humana, irrigación o bebida de ganado, sin embargo, siguiendo los lineamientos anteriores se comparan los valores obtenidos con las Tabla 1 “Fuentes de agua para Bebida Humana”, Tabla 5 “Para Irrigación” y Tabla 6 “Para Bebida de Ganado”, del Decreto N° 5772 de la provincia de Jujuy.

De esto se puede mencionar que los Solidos Totales disueltos no exceden los valores de referencia. Por otro lado, los análisis bacteriológicos arrojan la presencia de Bacterias Aerobias Totales, para lo cual, la medida a implementar es la limpieza y desinfección del pozo y/o tanque de almacenamiento y distribución de agua.

CAPÍTULO 5 - MONITOREO DE SALMUERA

5.1 INTRODUCCIÓN

Se extrajo una muestra de salmuera del Pozo 07 D, el día 24 de abril de 2019, la ubicación del pozo se detalla en la siguiente tabla:

Cabe aclarar que los pozos de salmuera que posee la empresa no se encuentran en producción, es decir no poseen sistema de bombeo, por lo que la muestra fue extraída por medio de purga del pozo con obturadores (*Packer*) (ver **Figura 5.1** y **Figura 5.2**).

Tabla 5.1. Coordenadas del sitio de extracción de salmuera (abril 2019).

Identificación	Lugar	Coordenadas GK*	
		X	Y
CAU 001 MA-SLM-PZ07D	Pozo 07 D	3421294.1053	7383892.4832



Figura 5.1. Equipo packer para extracción de muestra de salmuera.

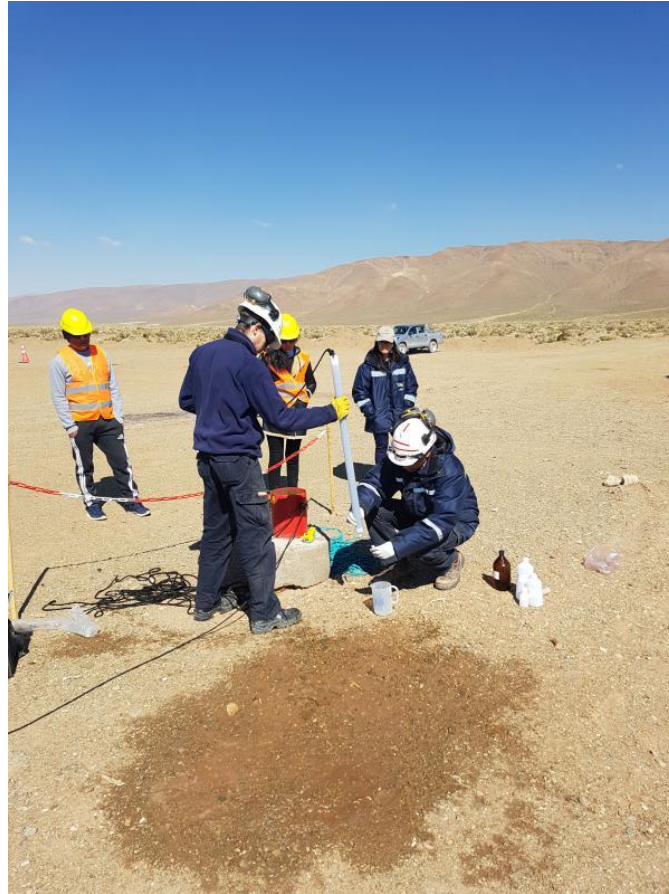


Figura 5.2. Extracción de salmuera desde el pozo 07D.



Figura 5.3. Equipo de INDUSER, SOUTH AMERICAN SALARS y Veedores durante la extracción de muestra de salmuera.

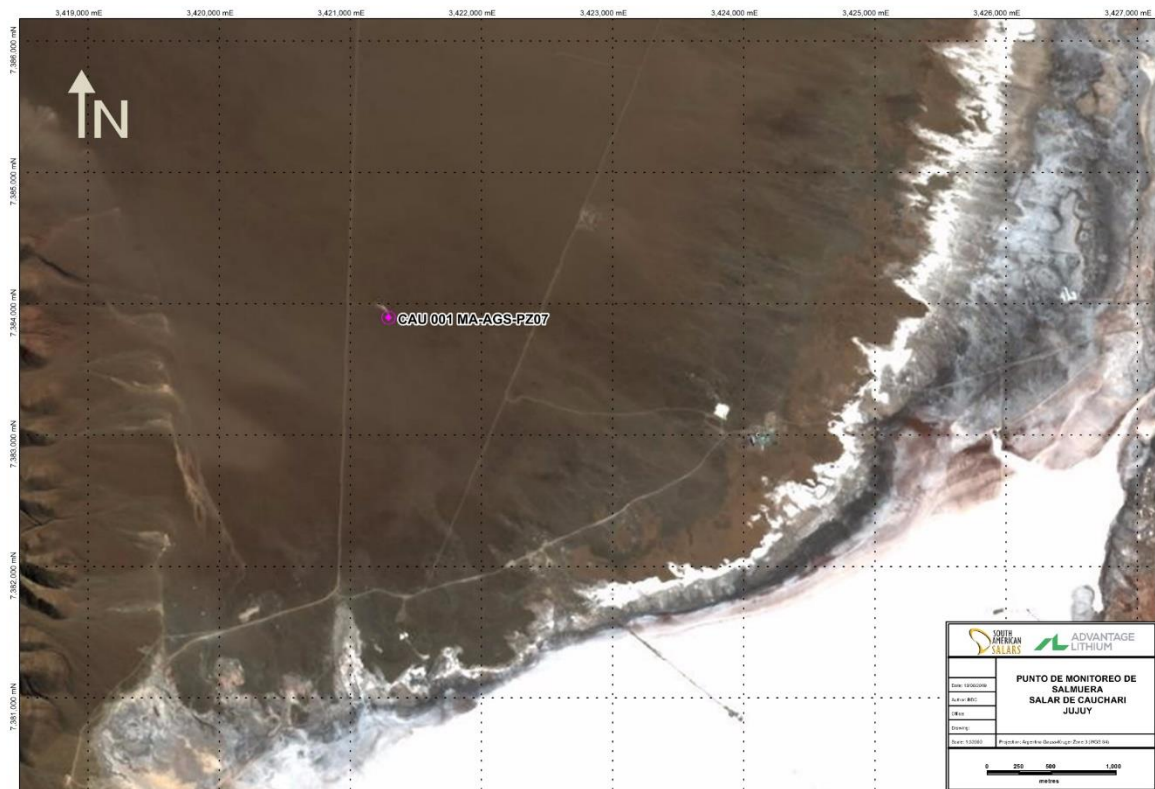


Figura 5.4. Punto de monitoreo de muestra de salmuera.

5.2 MUESTREO

El muestreo fue realizado por personal del Laboratorio INDUSER SRL y se ejecutó en base a los lineamientos mencionados anteriormente.

5.3 PARÁMETROS ANALIZADOS

Los parámetros analizados corresponden a los detallados en el Anexo V, Tabla 1 “Fuentes de agua para Bebida Humana”, Tabla 5 “Para Irrigación” y Tabla 6 “Para Bebida de Ganado”, del Decreto N° 5772 de la provincia de Jujuy, sin embargo, para este caso no se comparan con los valores mencionados debido a que la salmuera no se encuentra disponible para estos usos.

5.4 RESULTADOS

5.4.1 Pozo 07D

Como se mencionó, se realizó una extracción de muestra de salmuera en el Pozo 07D. A continuación, se presentan los resultados de los análisis de laboratorio de la muestra.

Tabla 5.2. Resultados de los análisis de salmuera -Pozo 07 D- (abril 2019).

Parámetro	Unidad	Valor
pH	UpH	6,1
Sólidos Disueltos Totales 180 °C	µg/l	96450000
Oxígeno Disuelto	µg/l	4020
Aluminio	µg/l	< 10000
Antimonio	µg/l	< 10000
Arsénico	µg/l	< 10000
Bario	µg/l	< 10000
Berilio	µg/l	< 10000
Boro	µg/l	309000
Cadmio	µg/l	< 10000
Cianuro Total	µg/l	< 10
Zinc	µg/l	< 10000
Cobalto	µg/l	< 10000
Cobre	µg/l	< 10000
Cromo	µg/l	< 10000
Cromo Hexavalente	µg/l	< 10000
Fluoruro	µg/l	< 25000
Mercurio	µg/l	< 1000
Molibdeno	µg/l	< 10000
Níquel	µg/l	< 10000
Nitrato	µg/l	< 50000
Nitrito	µg/l	< 20
Paladio	µg/l	< 10000
Plata	µg/l	< 10000
Plomo	µg/l	< 10000
Selenio	µg/l	< 10000
Uranio	µg/l	< 10000
Vanadio	µg/l	< 10000
Hidrocarburos Totales de Petróleo	µg/l	< 500
Calcio	µg/l	641000
Sodio	µg/l	34570000
Magnesio	µg/l	638000
Potasio	µg/l	1485000
Cloruro	µg/l	59460000
Alcalinidad de Carbonato	µg/l	Ausencia
Alcalinidad de Bicarbonato	µg/l	509000
Sulfato	µg/l	5110000
Litio	µg/l	208000
Hierro	µg/l	< 10000
Conductividad a 25 °C	µS/cm	150000

< menor a: el valor corresponde al límite de detección de los equipos de laboratorio. Por lo tanto, la concentración del elemento se encuentra entre 0 y el valor del LD del equipo.

El pH del Pozo 07D es ligeramente ácido (UpH 6,1) y con una Conductividad de 150000 µS/cm. Posee una concentración de Boro de 309.000 µS/cm. Por otro lado, la determinación de metales es menor al límite de detección del equipo utilizado.

CAPÍTULO 6 - MONITOREO DE SUELOS

6.1 INTRODUCCIÓN

Se realizaron muestreos de suelos en diferentes sectores del Proyecto, la ubicación de los sitios de monitoreo se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 6.1. Coordenadas de los sitios de muestreo de suelos (abril 2019).

Identificación	Lugar	Coordenadas GK	
		X	Y
CAU 001 MA-S-PZ 7 (COMPUESTA)	Plataforma Pozo 7 (no operativo)	3421469.4996	7383688.2100
CAU 001 MA - S - PZ 12 (COMPUESTA)	Plataforma Pozo 12 (operativo)	3418397.6712	7386329.9653
CAU 001 MA - S - C (COMPUESTA)	Campamento	3419828.9106	7367536.5147
CAU 001 MA - S - PZ 06 (COMPUESTA)	Plataforma Pozo 06 (no operativo)	3422146.5102	7374755.0490

6.2 MUESTREO

El muestreo fue realizado por personal del Laboratorio INDUSER SRL. La metodología seguida para la toma de muestras de suelos se denomina por “cuarteo”, que consiste en, una vez ubicado el punto de extracción de la muestra, se traza un cuadrado imaginario de 14 m de lado y se toma muestra en los diferentes vértices a las profundidades de 10cm, 20cm, 30cm y 40cm respectivamente. De este modo se obtiene una muestra compuesta, representativa del sitio.

6.3 PARÁMETROS ANALIZADOS

Los parámetros analizados corresponden a los detallados en el Anexo V, Tabla 7 “Niveles guía para Calidad de Suelos” del Decreto N° 5772 de la provincia de Jujuy.

Tabla 6.2. Parámetros analizados para suelos.

Parámetro	Método	Unidad
Antimonio	EPA 3050 B/ 6010 D	µg/g
Arsénico	EPA 3050 B/ 6010 D	µg/g
Bario	EPA 3050 B/ 6010 D	µg/g
Benceno	EPA 5021 A/8015 C	µg/g
Berilio	EPA 3050 B/ 6010 D	µg/g
Boro	EPA 3050 B/ 6010 D	µg/g
Cadmio	EPA 3050 B/ 6010 D	µg/g
Cianuro Libre (extraíble en medio alcalino)	EPA 9013 / EPA 9014	µg/g
Cianuro Total	EPA 9010 C/ 9014	µg/g
Zinc	EPA 3050 B/ 6010 D	µg/g
Cobalto	EPA 3050 B/ 6010 D	µg/g
Cobre Total	EPA 3050 B/ 6010 D	µg/g
Compuestos Fenólicos No Clorados	EPA 3550 C/ 8270 D	µg/g
Cromo	EPA 3050 B/ 6010 D	µg/g
Cromo Hexavalente	EPA 3060 A / 7196 A	µg/g
Estaño	EPA 3050 B/ 6010 D	µg/g

Parámetro	Método	Unidad
Fluoruro Soluble en Medio Acuoso	USDA LMM 4D2a2/ SM 4110 B(#)	µg/g
Mercurio	EPA 7471 B	µg/g
Molibdeno	EPA 3050 B/ 6010 D	µg/g
Níquel	EPA 3050 B/ 6010 D	µg/g
Plata	EPA 3050 B/ 6010 D	µg/g
Plomo	EPA 3050 B/ 6010 D	µg/g
Selenio	EPA 3050 B/ 6010 D	µg/g
Sulfuro Total	EPA 9030 B/ 9034	µg/g
Talio	EPA 3050 B/ 6010 D	µg/g
Vanadio	EPA 3050 B/ 6010 D	µg/g
Hidrocarburos Totales	EPA 3550 C/ 418,1	µg/g
Humedad	SM 2540 G Ed, 23 (#)	%p/p

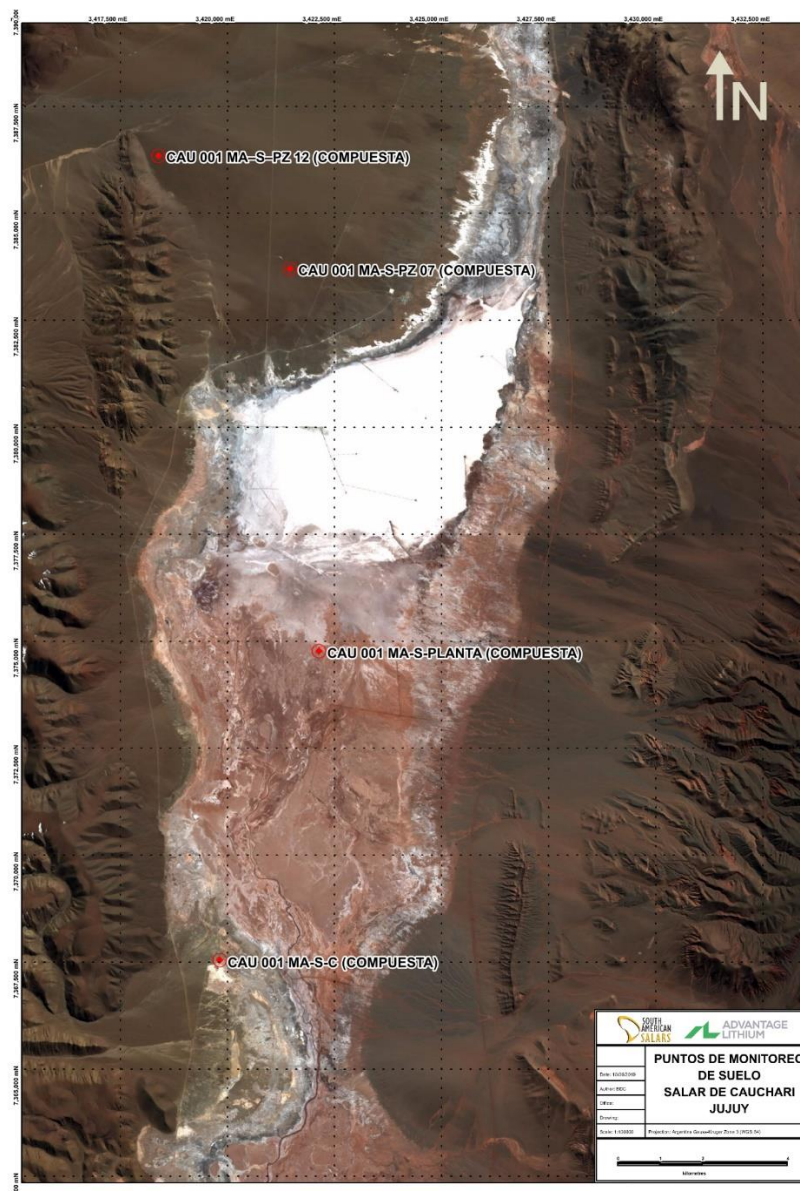


Figura 6.1. Puntos de monitoreo de Suelo

6.4 RESULTADOS

6.4.1 Plataforma Pozo 7

La muestra denominada CAU 001 MA-S-PZ 7, fue extraída de la plataforma del Pozo 7, como puede observarse en las siguientes fotografías no es un área operativa.



Figura 6.2. Sitio de toma de muestra de suelo en P7.



Figura 6.3. Personal de la Autoridad de Aplicación, Veedores y técnicos de Induser en la toma de muestra de suelo.

En la siguiente tabla se detallan los resultados obtenidos del muestreo de suelos para el sector de referencia:

Tabla 6.3. Resultados de los análisis de suelos en Plataforma Pozo 7 (abril 2019).

Parámetro	Unidad	12/4/2017	9/10/2017	17/4/2018	22/10/2018	23/04/2019
Antimonio	µg/g	<20,0	<20,0	<20,0	< 20,0	< 20,0
Arsénico	µg/g	12,8	<10	<10	13,4	< 10,0
Bario	µg/g	53,1	76,5	61,6	< 50,0	70,9
Benceno	µg/g	<0,05	<0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Berilio	µg/g	<1,0	<1,0	<1,0	< 1,0	< 1,0
Boro	µg/g	150	<2,0	<2,0	< 2,0	38,6
Cadmio	µg/g	<1,0	<1,0	<1,0	< 1,0	< 1,0

Cianuro Libre (extraíble en medio alcalino)	µg/g	<0,5	<0,5	<0,5	< 0,5	< 0.5
Cianuro Total	µg/g	<5,0	<5,0	<0,5	< 5,0	< 5.0
Zinc	µg/g	29,2	34,6	24,5	24,5	38,4
Cobalto	µg/g	<5,0	7	<5,0	< 5,0	6,3
Cobre Total	µg/g	8,2	10,2	16,8	6,1	11,4
Compuestos Fenólicos No Clorados	µg/g	<0,05	<0,05	<0,05	< 0,05	< 0.05
Cromo	µg/g	8,5	21,3	14,2	8,6	18,5
Cromo Hexavalente	µg/g	<5,0	<5,0	<5,0	< 5,0	< 5.0
Estaño	µg/g	<5,0	<5,0	<5,0	< 5,0	< 5.0
Fluoruro Soluble en Medio Acuoso	µg/g	<25,0	<25,0	<25,0	< 25,0	< 25.0
Mercurio	µg/g	<0,8	<0,8	<0,8	< 0,8	< 0.8
Molibdeno	µg/g	<5,0	<5,0	<5,0	< 5,0	< 5.0
Níquel	µg/g	7,1	13,1	10,3	6,3	12,0
Plata	µg/g	<5,0	<5,0	<5,0	< 5,0	< 5.0
Plomo	µg/g	-	-	-	< 20,0	< 20.0
Selenio	µg/g	<2,0	<2,0	<2,0	< 2,0	< 2.0
Sulfuro Total	µg/g	<50,0	<50,0	<50,0	< 50,0	< 50.0
Talio	µg/g	<1,0	<1,0	<1,0	< 1,0	< 1.0
Vanadio	µg/g	<100	<100	<100	< 100,0	< 100
Hidrocarburos Totales	µg/g	-	<50,0	<50,0	< 50,0	< 50.0
Humedad	%p/p	0,4	1,5	3,1	2,5	4,1

< menor a: el valor corresponde al límite de detección de los equipos de laboratorio. Por lo tanto, la concentración del elemento se encuentra entre 0 y el valor del LD del equipo.

Los valores obtenidos se encuentran dentro de los parámetros legislados. Puede observarse que el Arsénico ha disminuido su concentración con respecto al monitoreo anterior.

6.4.2 Plataforma Pozo 12

La muestra denominada CAU 001 MA-S-PZ 12, fue extraída de los alrededores de la plataforma del Pozo 12, el cual se encontraba sin operación..



Figura 6.4. Muestreo de suelo pozo 12

En la siguiente tabla se detallan los resultados obtenidos para esta muestra:

Tabla 6.4. Resultados de los análisis de suelos en Pozo 12 (abril 2019).

Parámetro	Unidad	23/04/19
Antimonio	µg/g	< 20.0
Arsénico	µg/g	< 10.0
Bario	µg/g	62,0
Benceno	µg/g	< 0.05
Berilio	µg/g	< 1.0
Boro	µg/g	5,3
Cadmio	µg/g	< 1.0
Cianuro Libre (extraíble en medio alcalino)	µg/g	< 0.5
Cianuro Total	µg/g	< 5.0
Zinc	µg/g	27,9
Cobalto	µg/g	6,3
Cobre Total	µg/g	7,2
Compuestos Fenólicos No Clorados	µg/g	< 0.05
Cromo	µg/g	18,8
Cromo Hexavalente	µg/g	< 5.0
Estaño	µg/g	< 5.0
Fluoruro Soluble en Medio Acuoso	µg/g	< 25.0
Mercurio	µg/g	< 0.8
Molibdeno	µg/g	< 5.0
Níquel	µg/g	10,0
Plata	µg/g	< 5.0
Plomo	µg/g	< 20.0
Selenio	µg/g	< 2.0
Sulfuro Total	µg/g	< 50.0
Talio	µg/g	< 1.0
Vanadio	µg/g	< 100
Hidrocarburos Totales	µg/g	< 50.0
Humedad	%p/p	2,8

< menor a: el valor corresponde al límite de detección de los equipos de laboratorio. Por lo tanto, la concentración del elemento se encuentra entre 0 y el valor del LD del equipo.

El Arsénico excede el valor de referencia del Decreto 5772, mientras que los demás parámetros se encuentran por debajo de los límites legislados. Los valores de Hidrocarburos totales se encuentran por debajo del límite de detección del equipo.

6.4.3 Campamento

La muestra denominada CAU 001 MA-S-C, fue extraída en el campamento El Porvenir. En la siguiente tabla se detallan los valores obtenidos en esta oportunidad:



Figura 6.5. Sitio de monitoreo de calidad de suelos en Campamento El Porvenir.

Tabla 6.5. Resultados de los análisis de suelos en Campamento (abril 2019).

Parámetro	Unidad	12/4/2017	9/10/2017	17/4/2018	16/10/2018	23/04/19
Antimonio	µg/g	<20,0	<20,0	<20,0	< 20,0	< 20,0
Arsénico	µg/g	17	17	19,1	17,1	< 10,0
Bario	µg/g	47,7	77,2	92,9	71,9	91,5
Benceno	µg/g	<0,05	<0,05	<0,05	< 0,05	< 0,05
Berilio	µg/g	<1,0	<1,0	<1,0	< 1,0	< 1,0
Boro	µg/g	2200	130	88,6	121	57,3
Cadmio	µg/g	<1,0	<1,0	<1,0	< 1,0	< 1,0
Cianuro Libre	µg/g	<0,5	<0,5	<0,5	< 0,5	< 0,5
Cianuro Total	µg/g	<5,0	<5,0	<5,0	< 5,0	< 5,0
Zinc	µg/g	47	50,2	27,6	42,9	44,5
Cobalto	µg/g	<5,0	6,8	7,2	5	< 5,0
Cobre	µg/g	11,5	16,5	14,5	14	13,7
Compuestos Fenólicos no Clorados	µg/g	<0,05	<0,05	<0,05	< 0,05	< 0,05
Cromo total	µg/g	<5,0	12,4	8,3	8,5	9,8
Cromo (+6)	µg/g	<5,0	<5,0	<5,0	< 5,0	< 5,0
Estaño	µg/g	<5,0	<5,0	<5,0	< 5,0	< 5,0
Fluoruro	µg/g	<25,0	<25,0	<25,0	< 25,0	< 25,0
Mercurio	µg/g	<0,8	<0,8	<0,8	< 0,8	< 0,8
Molibdeno	µg/g	<5,0	<5,0	<5,0	< 5,0	< 5,0
Níquel	µg/g	7,3	15,4	13,4	10,3	11,3
Plata	µg/g	<5,0	<5,0	<5,0	< 5,0	< 5,0
Plomo	µg/g	-	-	-	< 20,0	< 20,0
Selenio	µg/g	<2,0	<2,0	<2,0	< 2,0	< 2,0
Sulfuro	µg/g	<50,0	<50,0	<50,0	< 50,0	< 50,0
Talio	µg/g	<1,0	<1,0	<1,0	< 1,0	< 1,0
Vanadio	µg/g	<100	<100	<100	< 100,0	< 100
Hidrocarburos Totales	µg/g	-	<50,0	<50,0	< 50,0	< 50,0
Humedad	%p/p	9,8	7	9,5	6,5	7,5

< menor a: el valor corresponde al límite de detección de los equipos de laboratorio. Por lo tanto, la concentración del elemento se encuentra entre 0 y el valor del LD del equipo.

Los parámetros analizados se encuentran por debajo de los límites legislados, mientras que los valores de Hidrocarburos totales se encuentran por debajo del límite de detección del equipo.

6.4.4. Zona de futura planta

La muestra denominada CAU 001 MA-S-Planta, fue extraída de los alrededores de donde está previsto construir la futura planta.



Fig. 6.6. Muestreo de suelo en zona de la futura planta

Los valores obtenidos para los parámetros analizados se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 6.6. Resultados de los análisis de suelos en Plataforma Pozo 19 (abril 2019).

Parámetro	Unidad	23/04/2019
Antimonio	µg/g	< 20.0
Arsénico	µg/g	< 10.0
Bario	µg/g	62,0
Benceno	µg/g	< 0.05
Berilio	µg/g	< 1.0
Boro	µg/g	5,3
Cadmio	µg/g	< 1.0
Cianuro Libre (extraíble en medio alcalino)	µg/g	< 0.5
Cianuro Total	µg/g	< 5.0
Zinc	µg/g	27,9
Cobalto	µg/g	6,3
Cobre Total	µg/g	7,2
Compuestos Fenólicos No Clorados	µg/g	< 0.05
Cromo	µg/g	18,8
Cromo Hexavalente	µg/g	< 5.0
Estaño	µg/g	< 5.0
Fluoruro Soluble en Medio Acuoso	µg/g	< 25.0
Mercurio	µg/g	< 0.8
Molibdeno	µg/g	< 5.0

Níquel	µg/g	10,0
Plata	µg/g	< 5.0
Plomo	µg/g	< 20.0
Selenio	µg/g	< 2.0
Sulfuro Total	µg/g	< 50.0
Talio	µg/g	< 1.0
Vanadio	µg/g	< 100
Hidrocarburos Totales	µg/g	< 50.0
Humedad	%p/p	2,8

Los parámetros analizados se encuentran por debajo de los límites legislados, mientras que los valores de Hidrocarburos totales se encuentran por debajo del límite de detección del equipo.

CAPÍTULO 7 - MONITOREO DE CALIDAD DE AIRE

7.1 INTRODUCCIÓN

Se realizaron muestreos de calidad de aire en tres sitios de acuerdo con lo detallado en la siguiente tabla:

Tabla 7.1. Coordenadas de los sitios de calidad de aire (abril 2019).

Identificación	Lugar	Coordenadas GK	
		X	Y
CAU- 001 MA -CA -PZ7	Plataforma Pozo 7 (no operativo)	3418549.9405	7386320.0481
CAU- 001 MA -CA -PZ12	Plataforma Pozo 12 (no operativo)	3421463.2600	7383689.0994
CAU- 001 MA -CA -CAMP	Campamento	3419810.7955	7367536.1066

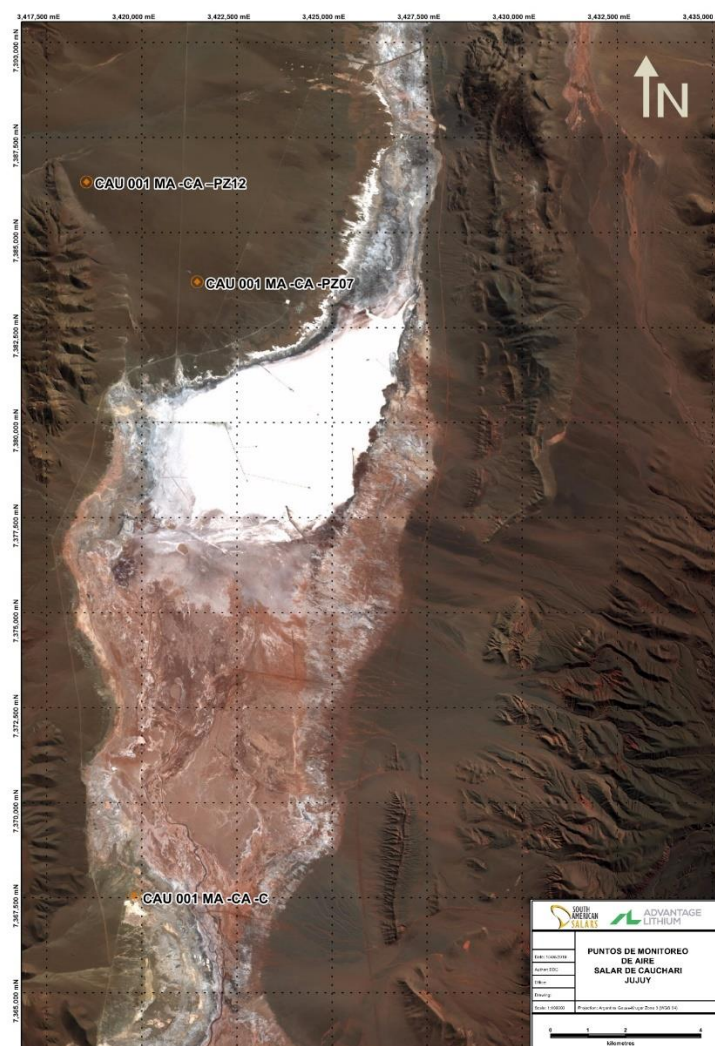


Fig. 7.1. Puntos de Monitoreo de Calidad de Aire



Fig. 7.2. Personal de Induser y veedores en un punto de muestreo de calidad de aire.

7.2 MUESTREO

El muestreo fue realizado por personal del Laboratorio INDUSER SRL.

Para el muestreo se utilizaron los siguientes equipos:

- Bomba detectora de gases marca “DRÄGER” modelo Accuro.
- Detector de gas monóxido de carbono marca “TESTO” modelo 317-3.

Mientras que la metodología utilizada se basó en las siguientes normas:

- Para Monóxido de Carbono – NIOSH 6604.
- Para Dióxido de Azufre – ASTM D 2914 (1995).
- Para Dióxido de Nitrógeno – ASTM D 3608 (1995).
- Para Plomo – ASTM D 4096 (1991) / EPA IO 3.1/3.5.
- Para Material Particulado PM10 – USA CFR 40 Parte 50 Ap.J.
- Para Material Particulado Total – ASTM D 4096 (1991).
- Para Ozono (Sustancias Oxidantes Expresadas como Ozono) – ASTM D 4490 (1996).
- Para Sulfuro de Hidrogeno – Azul metileno/SM 4500 S=D.

El equipamiento utilizado fue una bomba de alto caudal para las determinaciones de Material Particulado Total y plomo y una bomba de caudal medio para el muestreo del Material Particulado de 10 μ (PM10).

7.3 PARÁMETROS ANALIZADOS

Los parámetros analizados corresponden a los detallados en el Anexo V, Tabla 8 “Niveles guía para Calidad de Aire” del Decreto N° 5772 de la provincia de Jujuy.

Tabla 7.2. Parámetros analizados para calidad de aire.

Parámetro	Unidad	Método
Contaminantes medidos		
Sulfuro de hidrógeno	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Azul metileno (SM 4500 S=D)
Ozono	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ASTM D 4490 (1996)
Dióxido de nitrógeno	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ASTM D 3608 (1995)
Dióxido de azufre	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ASTM D 2914 (1995)
Amoníaco	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	NIOSH 6015
Monóxido de carbono	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	NIOSH 6604
Corte destilado de petróleo	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ASTM D 3686 (2013)/3687 (2007)
Material Particulado Total	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ASTM D 4096 (1991)
Material Particulado PM10	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	USA CFR 40 Parte 50 Ap. J
Plomo	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	EPA IO 2.1/ 3.1/ 3.5

7.4 RESULTADOS

7.4.1 Plataforma Pozo 7

Los resultados obtenidos para calidad de aire en la Plataforma del Pozo 7 se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 7.3. Parámetros obtenidos de calidad de aire para la muestra CAU 001 MA-CA-PZ 07.

Parámetro	Unidad	Periodo de Tiempo (min)	Límite Máximo o Decreto 5772	20/4/2018	9/10/2017	17/4/2018	16/10/2018	23/04/2019
Monóxido de Carbono	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1 hora	40000	< 1200	< 1200	< 1200	3600	< 1200
		8 horas	10000					
Dióxido de Azufre	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1 hora	850	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
		24 horas	400					
		1 año	80					
Dióxido de Nitrógeno	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1 hora	400	< 50	< 280	< 50	< 50	< 50
		24 horas	180					
		1 año	100					
Plomo	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	3 meses	1,5	< 1	1	< 1	< 0,1	< 0,1
Material Particulado o Fracción Respirable	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	24 horas	150	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
		1 años	50					
Ozono	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1 hora	235	< 50	< 50	< 50	< 50	< 50
		8 horas	120					
Sulfuro de Hidrógeno	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	30 minutos	8	< 8	< 8	< 8	< 5	< 5

Temperatura Ambiente	°C	–	15,4	16,2	8,8	23,8	15,4	14,5
Dirección del Viento	–	–		variable	variable	variable	variable	variable
Velocidad del Viento	km/h	–		6	7	6	10	8
Humedad Relativa Ambiente	%	–		75	69	8	14	22
Presión Atmosférica	hPa	–	6	7	6	10	6	1018.2

< menor a: el valor corresponde al límite de detección de los equipos de laboratorio.

Todos los parámetros analizados cumplen con los límites establecidos en la normativa de referencia.

7.4.2 Plataforma Pozo 12

Los resultados obtenidos para calidad de aire en la Plataforma del Pozo 12 se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 7.4. Parámetros obtenidos de calidad de aire para la muestra CAU 001 MA-CA-PZ 12.

Parámetro	Unidad	Periodo de Tiempo (min)	Límite Máximo Decreto 5772	23/04/2019
Monóxido de Carbono	µg/m³	1 hora	40000	<1200
		8 horas	10000	
Dióxido de Azufre	µg/m³	1 hora	850	<50
		24 horas	400	
		1 año	80	
Dióxido de Nitrógeno	µg/m³	1 hora	400	80
		24 horas	180	
		1 año	100	
Plomo	µg/m³	3 meses	1,5	<0,1
Material Particulado Fracción Respirable	µg/m³	24 horas	150	<50
		1 años	50	
Ozono	µg/m³	1 hora	235	<50
		8 horas	120	
Sulfuro de Hidrógeno	µg/m³	30 minutos	8	<5
Temperatura Ambiente	°C	–		14,5
Dirección del Viento	–	–		variable
Velocidad del Viento	km/h	–		8
Humedad Relativa Ambiente	%	–		22
Presión Atmosférica	hPa	–		1018,2

< menor a: el valor corresponde al límite de detección de los equipos de laboratorio.

Todos los parámetros analizados cumplen con los límites establecidos en la normativa de referencia.

En la siguiente imagen se puede observar el equipo de monitoreo en el sector de referencia

7.4.3 Campamento

Los resultados obtenidos para calidad de aire en campamento El Porvenir se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 7.5. Parámetros obtenidos de calidad de aire para la muestra CAU 001 MA-CA-C.

Parámetro	Unidad	Periodo de Tiempo (min)	Límite Máximo Decreto 5772	17/10/2018	23/04/2019
Monóxido de Carbono	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1 hora	40000	< 1200	< 1200
		8 horas	10000		
Dióxido de Azufre	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1 hora	850	< 50	< 50
		24 horas	400		
		1 año	80		
Dióxido de Nitrógeno	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1 hora	400	< 50	< 50
		24 horas	180		
		1 año	100		
Plomo	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	3 meses	1,5	< 1	< 1
Material Particulado Fracción Respirable	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	24 horas	150	< 50	< 50
		1 años	50		
Ozono	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1 hora	235	< 50	< 50
		8 horas	120		
Sulfuro de Hidrógeno	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	30 minutos	8	< 5	< 5
Temperatura Ambiente	$^{\circ}\text{C}$	—		23,8	14,5
Dirección del Viento	—	—		variable	variable
Velocidad del Viento	km/h	—		10	8
Humedad Relativa Ambiente	%	—		14	22
Presión Atmosférica	hPa	—		1007,7	1018,2

< menor a: el valor corresponde al límite de detección de los equipos de laboratorio.

Todos los parámetros analizados cumplen con los límites establecidos en la normativa de referencia.

CAPÍTULO 8 - MONITOREO DE RUIDOS

8.1 INTRODUCCIÓN

Se realizaron muestreos de ruidos en tres sitios de acuerdo con lo detallado en la siguiente tabla:

Tabla 8.1. Coordenadas de los sitios de ruidos (abril 2019).

Identificación	Lugar	Coordenadas GK	
		X	Y
CAU- 001 MA -R -PZ7	Plataforma Pozo 7 (no operativo)	3421463.2600	7383689.0994
CAU- 001 MA -R -PZ12	Plataforma Pozo 12 (no operativo)	3418549.9405	7386320.0481
CAU- 001 MA -R -CAMP	Campamento	3419810.7955	7367536.1066

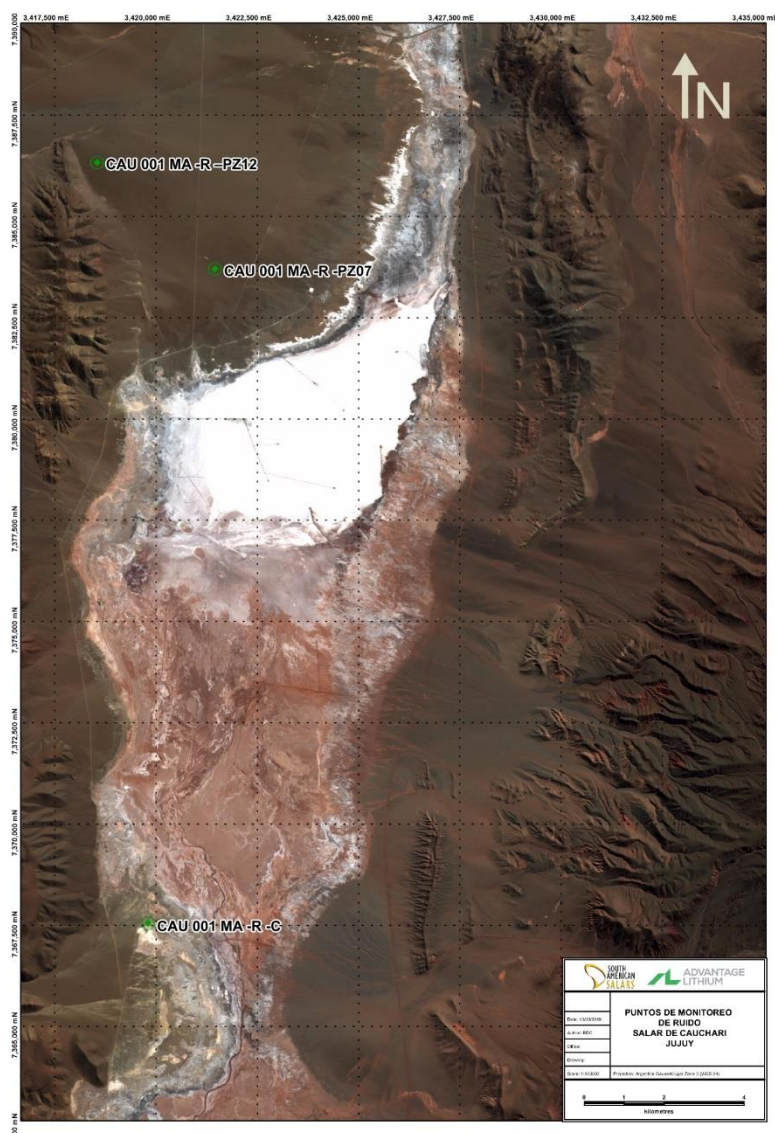


Fig. 8.1. Puntos de Monitoreo de Ruido.

8.2 MUESTREO

Se realizó la medición de ruidos en tres sitios utilizando un Decibelímetro Digital Marca TES Modelo 1353 y un Calibrador Acústico Marca TES Modelo 1356.

8.3 PARÁMETROS ANALIZADOS

La determinación de los niveles de Ruido Ambiental se realizó utilizando un decibelímetro, muestreando 1 h en cada punto de monitoreo determinado.

Esta medición se llevó de acuerdo con Norma IRAM 4062 – Ruidos Molestos al Vecindario.

8.4 RESULTADOS

8.4.1 Plataforma Pozo 7

En la siguiente tabla se detallan los resultados de las mediciones de ruidos en el Pozo 7:

Tabla 8.2. Resultados de Medición de Ruido en el Pozo 7

Parámetro	Unidades	Valor Obtenido	Ley Nac. N° 19.587
Nivel sonoro continuo equivalente (Leq)	dBA	58	80

A partir de estos resultados se concluye que el nivel sonoro en este sitio de monitoreo cumple con la reglamentación de referencia.

8.4.2 Plataforma Pozo 12

En la siguiente tabla se detallan los resultados de las mediciones de ruidos en el Pozo 12:

Tabla 8.3. Resultados de Medición de Ruido en el Pozo 12.

Parámetro	Unidades	Valor Obtenido	Ley Nac. N° 19.587
Nivel sonoro continuo equivalente (Leq)	dBA	31,9	80

A partir de estos resultados se concluye que el nivel sonoro en este sitio de monitoreo cumple con la reglamentación de referencia.

8.4.3 Campamento

En la siguiente tabla se detallan los resultados de las mediciones de ruidos en el Campamento El Porvenir:

Tabla 8.4. Resultados de Medición de Ruido en el Campamento.

Parámetro	Unidades	Valor Obtenido	Ley Nac. N° 19.587
Nivel sonoro continuo equivalente (Leq)	dBA	43,2	80

A partir de estos resultados se concluye que el nivel sonoro en este sitio de monitoreo cumple con la reglamentación de referencia.

9 BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Bonaventura, S. M., R. Tecchi y D. Vignale. 1995. The vegetation of the Puna Belt at Laguna de Pozuelos Biosphere Reserve in northwest Argentina. *Vegetatio*, 119: 23-31.
- Cajal, J. L. 1998a. La avifauna andina. Pp. 81-102 en: Cajal, JL; JG Fernández & R Tecchi (eds.). Bases para la Conservación y Manejo de la Puna y Cordillera Frontal de Argentina. El rol de las Reservas de la Biósfera. FUCEMA-UNESCO.
- Cajal, J. L. 1998b. Densidad, biomasa y diversidad de mamíferos en la Puna y Cordillera Frontal. Pp. 197-220, en: Cajal, JL; JG Fernández & R Tecchi (eds.). Bases para la Conservación y Manejo de la Puna y Cordillera Frontal de Argentina. El rol de las Reservas de la Biósfera. FUCEMA-UNESCO.
- Díaz, M. M., R. M. Barquez. 2005. Mamíferos de Jujuy Argentina. Editorial LOLA.
- Díaz Gomez, J. M. 2007. Endemism in *Liolaemus* (Iguania: Liolaemidae) from the Argentinian Puna. *South American Journal of Herpetology*, 2(1): 59-68.
- Fabbroni, M. 2015. Flora de Tocomar y Campo Amarillo (Salta, Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 50 (2): 171-192.
- Faúndez, L., M.T. Serra, y J. Hernández. 1995. Evaluación del Impacto Ambiental del Gasoducto Transandino en la Reserva Forestal Ñuble. Componente Flora y Vegetación. Informe Técnico.
- Feinsinger, P. 2004. El diseño de estudios de campo para la conservación de la biodiversidad. Editorial FAN, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 242 pp.
- Gotelli, N.J. y R. K. Colwell 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecol. Lett.*, 4: 379-391.
- Garreaud, R., M. Vuille, y C. Clement. 2003. The climate of the Altiplano: observed current conditions and past changes mechanisms. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 3054: 1-18.
- Hernández, J. P. 2000. Manual de Métodos y Criterios para la Evaluación y Monitoreo de la Flora y la Vegetación. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile. Pp. 37.
- Josse C., Cuesta F., Navarro G., Barrena V., Cabrera E., et al. 2009. Ecosistemas de los Andes del Norte y Centro. Bolivia, Colombia, Ecuador, Peru y Venezuela. Secretaría General de la Comunidad Andina, Programa Regional ECOBONA-Intercooperation, CONDESAN-Proyecto Paramo Andino, Programa BioAndes,

EcoCiencia, NatureServe, IAvH, LTA-UNALM, ICAE-ULA, CDC-UNALM, RumBOL SRL. Lima.

Lobo, F. y C.S. Abdala. 2007. Descripción de una nueva especie del grupo de *P. palluma* de la provincia de Mendoza, Argentina. *Cuadernos de Herpetología* 21: 103-113.

Matteuci, S. D. y A. Colma. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaría General de la Organización de Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Washington, D.C. 168 p.

Moschione, F. 2007. Reserva Provincial Olaroz-Cauchari. En Di Giacomo, A. S., M. V. De Francesco y E. G. Coconier (editores). Áreas importantes para la conservación de las aves en Argentina. Sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad: 223-224. Aves Argentinas/Asociación Ornitológica del Plata, Buenos Aires.

Mostacedo, B. y T. S. Fredericksen. 2000. Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Proyecto BOLFOP. Santa Cruz de la Sierra. Bolivia.

de la Peña, M. R. 2016. Aves Argentinas: Descripción, Comportamiento, Reproducción y Distribución. Trogonidae a Furnariidae. Caminera puneña *Geositta punensis* Dabbene, 1917, Pp.: 325-327. Comunicaciones del Museo Provincial de Ciencias Naturales "Florentino Ameghino" (Nueva Serie). 20 (2): 1-620.

Perovic, P., C. Trucco, A. Tálamo, V. Quiroga, D. Ramallo, et al. 2008. Guía técnica para el monitoreo de la biodiversidad. Programa de Monitoreo de Biodiversidad - Parque Nacional Copo, Parque y Reserva Provincial Copo, y Zona de Amortiguamiento. APN/GEF/BIRF. Salta, Argentina.

Rabinowitz, A. 2003. Manual de capacitación para la investigación de campo y la conservación de la vida silvestre. Wildlife Conservation Society. FAN, Bolivia.

Ralph, C.J., G. R. Geupel, P. Pyle, T. E. Martin, D.F. De Sante y B. Milá. 1996. Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Gen. Tech. Rep. PSWGTR-159. Albany. C. A. Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U. S. Department of Agriculture.

Ramsay P. y Oxley E. 1997. The growth form composition of plant communities in the Ecuadorian paramos. *Plant Ecology* 131: 173-192.

Ridgely, R. y G. Tudor. 2009. *Geositta punensis*, Pp.: 264, en: Field guide to the songbirds of South America: the passerines- 1a. edición - (Mildred Wyatt-World series in ornithology). University of Texas Press, Austin.

- Rundel P., Palma B. 2000. Preserving the Unique Puna Ecosystems of the Andean Altiplano. Mountain Research and Development 20: 262–271.
- Ruthsatz B. y Movia C. 1975. Relevamiento de las Estepas Andinas del Noreste de la Provincia de Jujuy, República Argentina. Fundación para la Educación, la Ciencia y la Cultura (FECYC). Buenos Aires, Argentina, 127 pp.
- Simpson, B., C. Toddzia. 1990. Patterns and processes in the development of the high Andean flora. Botanical Society of America. Ithaca.
- Smith, A., T. Young. 1987. Tropical Alpine Plant Ecology. Annual Review of Ecology and Systematics 18: 137–158.
- Witmer, G. W. 2005. Wildlife population monitoring: some practical considerations. USDA National Wildlife Research Center. Staff Publications. 70

10 ANEXOS