

Medida H-04: Investigación sobre Nuevas Fuentes de Agua en Cuencas de Salares La Isla, Aguilar, Gorbea y Las Parinas

Informe Reconocimiento Terreno



15 de febrero de 2023

Versión 0

A21_1115_INF01_Reconocimiento_Terreno_v0

Amphos 21 Consulting Chile Ltda.

Av. Nueva Tajamar, 481. WTC-Torre Sur- Of. 1005. Santiago (Chile)

+56 2 27991630

www.amphos21.com

Preparado por	Revisado por	Validado por
Iván Romero José Luis Moreno Samuel Iglesias	Pilar Enguita	Juan Castaño

Índice

1	Introducción.....	6
1.1	Objetivos.....	6
1.2	Antecedentes generales	7
2	Metodología de trabajo	8
2.1	Definiciones	8
2.2	Prevención de riesgos.....	8
2.3	Condiciones climáticas durante la visita.....	10
2.4	Logística y accesos.....	10
2.5	Consideraciones no operacionales	11
2.5.1	Flora.....	11
2.5.2	Sitios arqueológicos	12
2.6	Accesos	13
2.6.1	Sector salar de Aguilar, vía La Ola – Gold Fields	14
2.6.2	Sector salares Gorbea, La Isla y Las Parinas, vía Agua Verde – Gorbea.....	18
3	Características básicas de las cuencas.....	21
3.1	Salar de Aguilar	21
3.2	Salar de Gorbea.....	22
3.3	Salar de La Isla.....	22
3.4	Salar de Las Parinas.....	22
4	Conclusiones.....	23
5	Recomendaciones.....	24
A.	Anexo A - Plan de visita salares Gorbea, La Isla, Las Parinas y Aguilar	27
B.	Anexo B - Bitácora diaria de trabajo	27

Índice de Tablas

Tabla 2-1. Cuadro de longitudes de accesos a salares. 14

Índice de Figuras

Figura 1-1. Accesos a salares Gorbea, La Isla, Las Parinas y Aguilar.	7
Figura 2-1. Especies vegetacionales encontradas al costado de los accesos recorridos: (a) sin sugerencia de clasificación, (b) Adesmia (¿echinus? - por verificar especie), (c) Pappostipa frigida. Clasificación no oficial. Utilizar esta información sólo como referencia para el equipo de Sustentabilidad DSAL. Imágenes propias.	11
Figura 2-2. Cuencas y sectores puntuales con vegetación terrestre y humedales identificados preliminarmente en ellas.	12
Figura 2-3. Sitios arqueológicos hallados en las cercanías de los accesos del proyecto al salar de Aguilar.	13
Figura 2-4. Condiciones del Acceso 5.	14
Figura 2-5. Trayecto en faena minera de Gold Fields (Acceso 6).	15
Figura 2-6. Puntos de Control indican sectores con riesgo de desbarrancamiento debido a estrechez del camino para tránsito de doble vía. Ancho medio del orden de 4 m. Detalle del camino en Punto de Control 10 (vista al oeste).	16
Figura 2-7. Camino en sector sur del salar de Aguilar (Punto de control 33, Figura 2-8).	17
Figura 2-8. Ubicación de perforaciones en curso por parte de ANDINOR en salar de Aguilar.	17
Figura 2-9. Camino de potencial acceso al salar Las Parinas vía Gold Fields. Vista al NE desde Punto de Control 29.	18
Figura 2-10. Ubicación accesos 11 y 12 hacia el salar de Gorbea. Fotografía: vista al Este del Acceso 12.	19
Figura 2-11. Cárcavas en caminos de la cuenca Salar de Gorbea. Similares hallazgos se observaron en la cuenca del Salar de La Isla.	19
Figura 2-12. Sectores del camino en cuenca del Salar La Isla. Al SE del Punto de Control 52: potencial baja competencia del camino producto de la saturación del suelo (borde salar); Punto de Control 55: alta pendiente y pequeño radio de giro en curva.	20
Figura 2-13. Acceso 23. Ruta alternativa al trayecto hacia La Isla y Las Parinas, evitando distancia, tiempo y costo de transitar necesariamente por Gorbea.	21
Figura 5-1. Ejemplo de alojamiento móvil para campañas de corta duración en terreno.	24

1 Introducción

Codelco División Salvador (DSAL) adjudicó a Amphos 21, en septiembre de 2022, el proyecto “Medida 04: Investigación sobre Nuevas Fuentes de Agua en Cuencas de Salares La Isla, Aguilar, Gorbea y Las Parinas”, que se enmarca en los diferentes compromisos establecidos en el Avenimiento con el Consejo de Defensa del Estado en el proceso Rol D-7-2020 del Primer Tribunal Ambiental de Antofagasta y que, como objetivo principal, pretende generar información básica de carácter hidrogeológico en las cuencas de los salares indicados.

Como parte de las primeras actividades del servicio anteriormente mencionado, se estableció una visita diagnóstica del terreno, analizando los accesos disponibles, el estado de los caminos y las distancias que deberán ser recorridas en terreno para las posteriores campañas (instalación de estaciones meteorológicas, campañas de muestreo hidroquímico, medición de evaporación, entre otros), con el fin de mejorar la planificación e informar de posibles complicaciones por rutas en mal estado o donde el tránsito esté imposibilitado.

En el contexto anterior, Amphos 21 realizó el levantamiento de las condiciones actuales de accesos a los salares, teniendo como base de operación el campamento La Ola de DSAL (Región de Atacama) y la ciudad de Taltal (Región de Antofagasta). En la visita se realizó un registro visual de las cuencas hidrográficas de los salares mencionados.

El presente informe entrega los principales aspectos observados en la visita de reconocimiento, con especial énfasis en los accesos a las diferentes cuencas desde el punto de vista de la planificación de las futuras campañas de monitoreo y de la elaboración de los Términos de Referencia (TdR) para las perforaciones.

Cabe mencionar que esta actividad está limitada al tiempo que toma realizar una visita de inspección, sin desarrollo ni caracterización detallada de las condiciones geológicas, hidrológicas, hidrogeológicas, medioambientales o de actividades socioculturales de los posibles habitantes de las cuencas.

1.1 Objetivos

El objetivo principal del presente informe es entregar el estado de los accesos a los salares de estudio y describir las características hidrográficas de las cuencas y salares para, posteriormente, elegir las mejores ubicaciones para la realización de la geofísica, mediciones de evaporación y las campañas de muestreo.

1.2 Antecedentes generales

Los salares objeto de este estudio se ubican en la Alta Cordillera de la Región de Atacama (Figura 1-1). Desde el punto de vista práctico de la actividad, Amphos 21 disponía de archivos kmz de visitas anteriores que sirvieron de guía para realizar los recorridos actuales.

A partir de dicha información, se generó un plan de trabajo, el que además contiene aspectos complementarios que permitieron prever eventuales inconvenientes que pudiesen afectar el normal desarrollo de la actividad, lo que posibilitó tomar medidas preventivas para la normal actividad en terreno. Esta información se presentó en el Plan de Visita (21 de noviembre), que posteriormente se actualizó el día 23 de noviembre debido a los cambios que fueron necesarios implementar (Anexo 1) y además se registró en la bitácora diaria de actividades (Anexo 2).

Desde el punto de vista de la información no operacional, se dispuso de informes previos acerca de la geología, funcionamiento hidrogeológico de las cuencas, como piezometría, hidroquímica, entre otros. Toda esta información fue recopilada de los estudios que Amphos 21 realizó para la Dirección General de Aguas (DGA) en el año 2016 en el proyecto “Diagnóstico de disponibilidad hídrica en Cuencas Alto - Andinas de la Región de Atacama, Fase 3”.

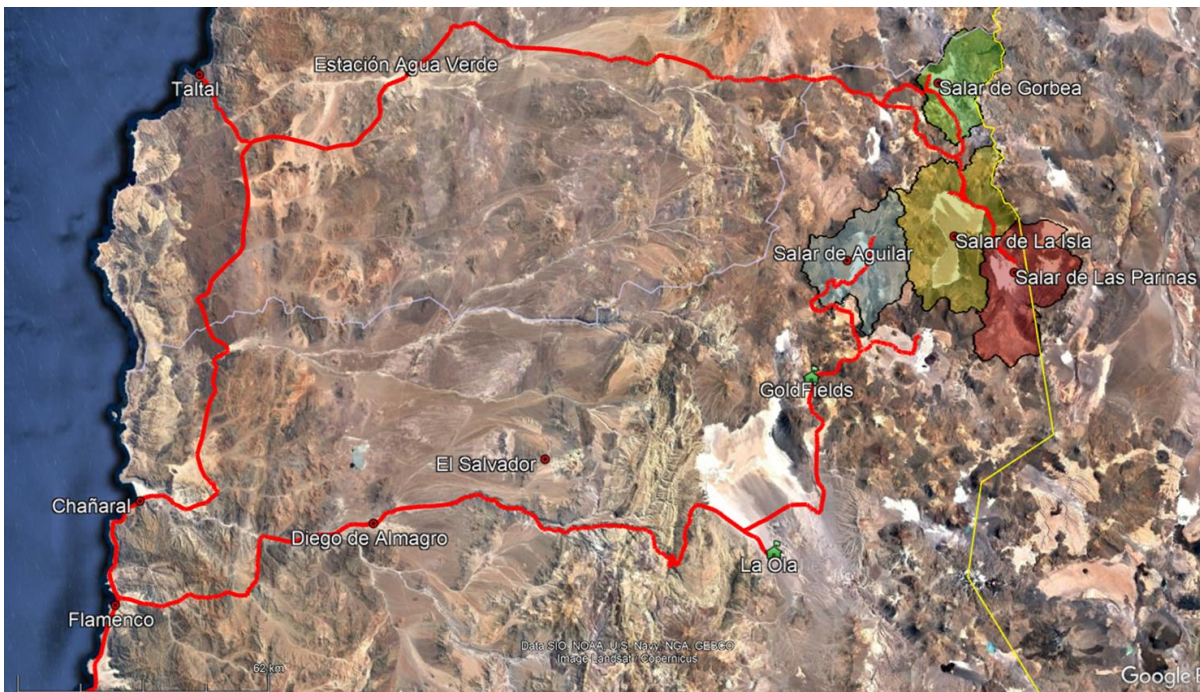


Figura 1-1. Accesos a salares Gorbea, La Isla, Las Parinas y Aguilar.

2 Metodología de trabajo

2.1 Definiciones

A continuación, se definen conceptos e indicadores que se utilizan en este informe para un mejor entendimiento de este:

- Acceso: ruta, camino o huella existente utilizado para acceder a los salares.
- Camino: carpeta de tránsito vehicular de ancho apropiado para el tránsito de, al menos, vehículos menores como camionetas, y habitualmente dispuesta con pretilos de protección.
- Huella: marcas de vehículos sobre el territorio que evidencian el tránsito previo y esporádico sobre el lugar, y cuyo trazado no cuenta con pretilos de protección ni evidente trabajo realizado con maquinaria pesada apropiada para la construcción de caminos.
- Estado óptimo del acceso: carpeta de rodado (calzada) disponible para el tránsito regular de, al menos, vehículos menores.
- Estado no óptimo del acceso: carpeta de rodado (carpeta) no disponible para el tránsito regular de vehículos de cualquier tipo. Puede incluir carpetas en buen estado, pero con curvas muy cerradas o altas pendientes, que imposibilitarían el tránsito de vehículos mayores.
- Cuenca hidrográfica: es una depresión en el terreno, rodeada por terrenos más altos, en la cual converge el agua proveniente de precipitaciones o deshielo.
- Competencia del suelo: característica mecánica del suelo que permite la ejecución de actividades sobre él sin deformarse o asentarse.

2.2 Prevención de riesgos

Para el desarrollo de las actividades en terreno se tomaron en cuenta las siguientes situaciones de emergencia que podían ocurrir durante los trabajos:

- Personal afectado medicamente (Mal de altura, Covid-19, Intoxicación por alimentos).
- Empantanamiento en sectores con terreno blando.
- Extravío.
- Choque Colisión Volcamiento.

- Falla mecánica.
- Falta de comunicación con administración del contrato, cliente, instituciones de emergencia.

Las acciones que se implementaron para prevenir las situaciones antes descritas fueron las siguientes:

Condiciones de salud: el personal que trabajó en terreno contaba con la batería de exámenes (Gran Altura Geográfica) a un mes de antigüedad. Fue monitoreado su estado de salud controlando su presión arterial y temperatura, además se contaba con test de antígeno para pesquisar la ocurrencia de Covid-19, en caso de requerirlo. Dada la naturaleza de la labor, se trabajó regularmente bajo el concepto de “burbuja”, es decir sosteniendo el contacto con otros trabajadores solamente si era estrictamente necesario y por el tiempo imprescindible. La compra de alimentos se centró en aquellos sin necesidad de cocción, agua para hidratación y elementos de aseo para mantener la higiene, especialmente de manos. El aseguramiento de un adecuado estado para conducir se corroboró mediante los test diarios de somnolencia e involucramiento del copiloto en todo momento de la conducción.

Estado mecánico de la camioneta: se realizó un chequeo mecánico adicional el día anterior a la realización de los trabajos de terreno.

Conducción a la defensiva: en todo momento de la conducción se respetó la señalética de tránsito y la velocidad permitida. También se condujo atendiendo las condiciones del entorno, como estado de la carpeta de tránsito, polvo en suspensión o luminosidad a contraluz.

Conducción en terreno especial: la prevención del empantanamiento se trabajó observando los lugares críticos antes de cruzar por ellos, en los potencialmente críticos (caminos saturados) se realizaron pequeñas calicatas midiéndolas con regla de topografía para determinar cuán competente se encontraba el terreno. En la eventualidad que hubiese ocurrido un empantanamiento (incidente que no ocurrió) el equipo contaba con una gata neumática que es capaz de levantar un eje completo de la camioneta, con 2 maderos (durmientes) para colocarlos de plataforma firme bajo los neumáticos que estuvieran enterrados, además de 2 palas, para despejar el terreno.

Elementos accesorios para la prevención: para realizar reparaciones simples que pudieran surgir durante los trabajos fueron: material para sellar pinchaduras de neumáticos, compresor de aire portátil, 2 neumáticos de repuesto, liquido sellante de radiador y agua destilada suficiente para llenar el sistema de refrigeración de la camioneta.

Comunicaciones: se dio aviso antes del inicio de los trabajos en terreno a Carabineros de Retén El Salvador y Retén Alemania, Administración del Contrato Codelco, Administración del Contrato Amphos 21, Personal de SALFA en estación de bombeo La Ola y Personal de Seguridad de faena Salares Norte de Gold Fields. Para la comunicación se contó con celulares, teléfono satelital, y sistema de mensajería del Spot, además de disponer de los números telefónicos de todas las organizaciones que pudieran prestar apoyo en caso de emergencia: Carabineros, Mutual de Seguridad, Administrador de Rent a Car, Administración y Prevención de Riesgos de DSAL.

Finalmente, cabe mencionar que se efectuaron todos los registros de seguridad exigidos por Codelco de manera diaria.

2.3 Condiciones climáticas durante la visita

En general, las condiciones climáticas fueron excelentes en términos de temperatura ambiente, variando entre 8 y 18 °C. No se registraron precipitaciones durante el período en los salares.

Las fuentes de información para el conocimiento previo de la meteorología fueron www.yr.no, www.meteochile.gob.cl, información del sistema GPS spot.

2.4 Logística y accesos

La logística consideró el alojamiento en campamento La Ola (22 y 23 de noviembre 2022) y en la hostería Taltal (24 de noviembre 2022).

Los accesos recorridos se planificaron en base a los *tracks* de visitas previas y se modificaron en algunos tramos debido a las inadecuadas condiciones actuales de la carpeta de rodado. Los recorridos realizados se observan en la Figura 1-1.

Los *tracks* se nombraron correlativamente como “Acceso 1 al 23”. Esta información se entrega a DSAL en la Base de Datos del proyecto (archivos kmz).

En términos de transporte vehicular la visita se realizó con una camioneta 4x4, petrolera, habilitada y autorizada por DSAL para el caso.

2.5 Consideraciones no operacionales

2.5.1 Flora

Durante la visita se encontraron sectores con cobertura de flora que es necesario mencionar para que el proyecto tenga en consideración.

Las especies terrestres identificadas al costado de los accesos, en el área de los salares, fueron 4. Preliminarmente se identifican 2 de ellas como *Adesmia* y *Pappostipa* (Figura 2-1). Estas 4 especies nativas son del tipo zonal y ninguna se encuentra en categoría de Conservación y la identificación de las especies, no oficial de este informe, corresponde a una comparación con lo publicado por GHD (2019¹) para sectores altoandinos similares a los salares visitados.

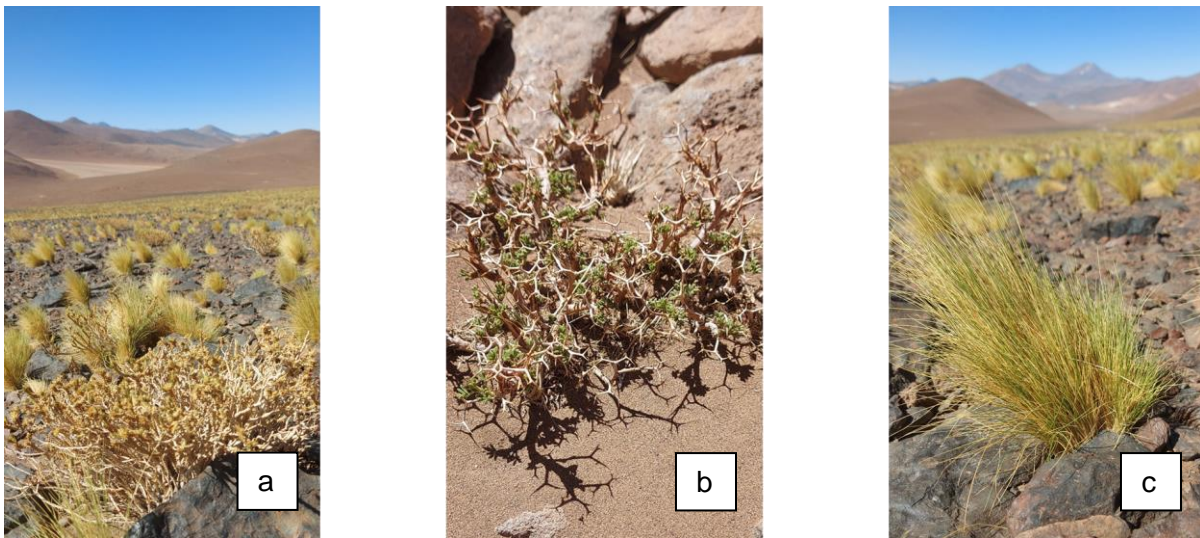


Figura 2-1. Especies vegetacionales encontradas al costado de los accesos recorridos: (a) sin sugerencia de clasificación, (b) *Adesmia* (¿echinus? - por verificar especie), (c) *Pappostipa frigida*. Clasificación no oficial. Utilizar esta información sólo como referencia para el equipo de Sustentabilidad DSAL. Imágenes propias.

Los humedales se hallaron en las cuencas de los salares Gorbea y La Isla. En ellos se localizaron cojinetes azonales no clasificados en terrenos saturados (Figura 2-2).

¹ GHD, 2019: Apéndice_2-B_Ecosistemas_Terrestres, DIA Exploración Salar de Maricunga (RCA 119/2020)

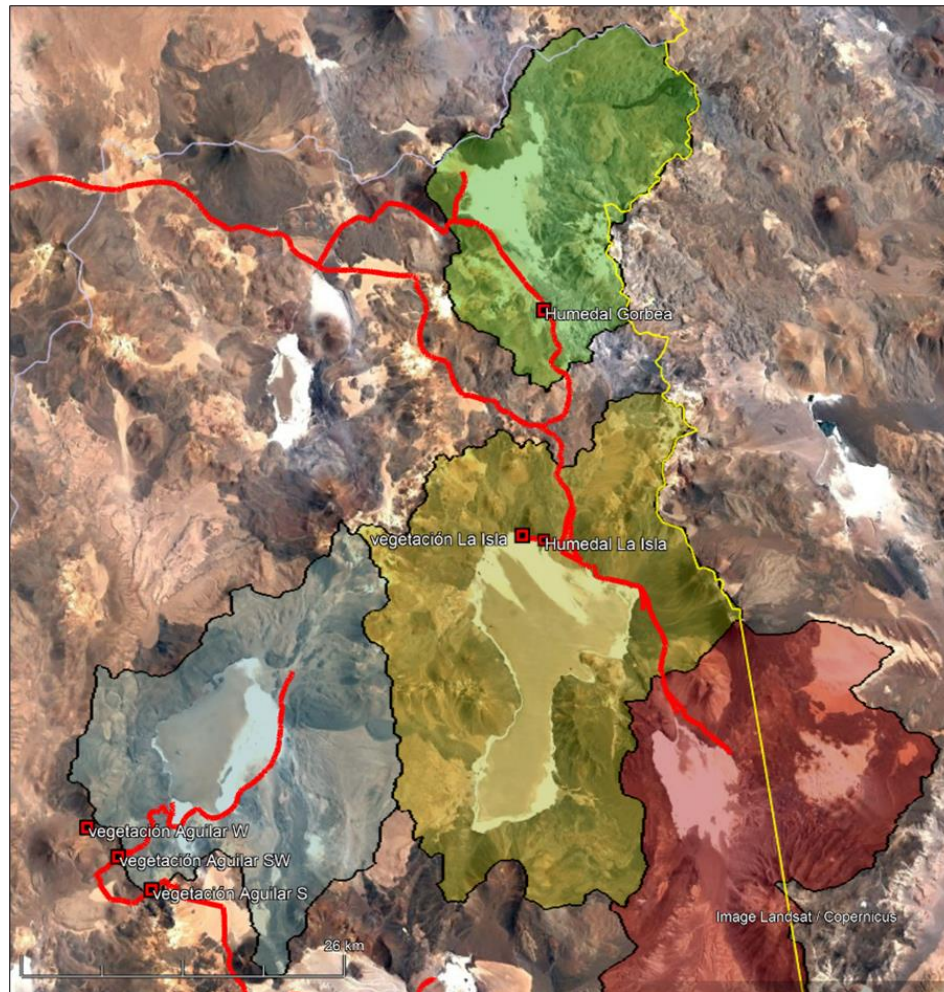


Figura 2-2. Cuencas y sectores puntuales con vegetación terrestre y humedales identificados preliminarmente en ellas.

2.5.2 Sitios arqueológicos

Respecto de los sitios arqueológicos se hallaron 4 sectores en torno a los accesos del salar de Aguilar, y que corresponden a pircas, de los que no se tiene información técnica, pero que denotan trabajos de terceros. Estos se muestran en la Figura 2-3.

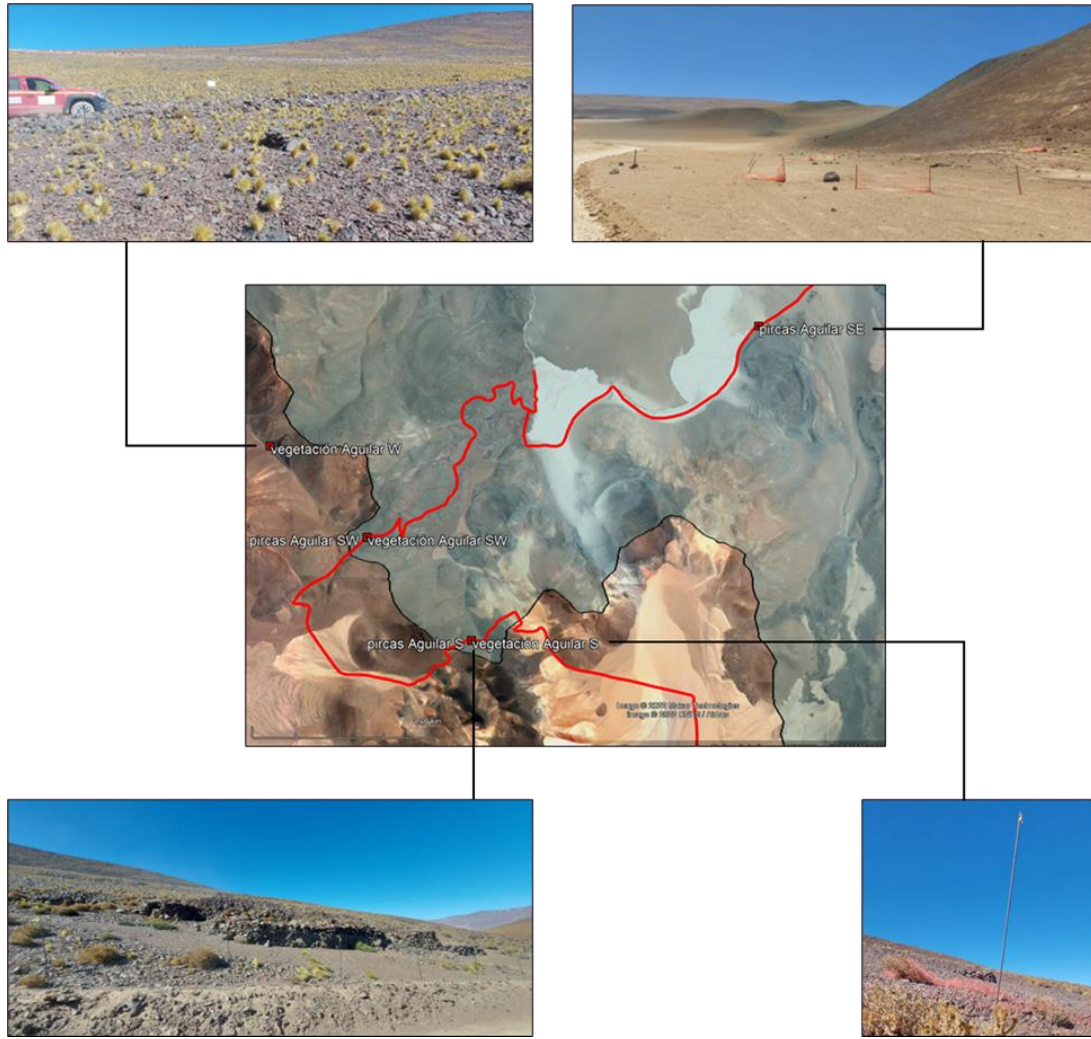


Figura 2-3. Sitios arqueológicos hallados en las cercanías de los accesos del proyecto al salar de Aguilar.

2.6 Accesos

Los distintos accesos recorridos en esta vista se han nombrado correlativamente como Acceso 1 al Acceso 23. De ellos se describen solo los correspondientes a los salares (Tabla 2-1), quedando sin descripciones trayectos asfaltados y ripiados de uso no relacionados estrictamente con el proyecto.

Tabla 2-1. Cuadro de longitudes de accesos a salares.

Acceso	Origen	Destino	Dirección general del trayecto	Distancia (km)
Acceso 5	La Ola	Gold Fields	SW-NE	67
Acceso 6	Gold Fields	Aguilar	S-N	55
Acceso 7	Aguilar SW	Aguilar NE	SW-NE	20
Acceso 8	ACP Gold Fields	Salar Grande	W-E	20
Acceso 11	Agua Verde	Cruce B-885	S-N	15
Acceso 12	Cruce B-885	Gorbea	W-E	133
Acceso 15	Gorbea	La Isla	N-S	30
Acceso 18	La Isla	Las Parinas	NW-SE	21
Acceso 23	La Isla	Interior Cruce a Gorbea	SENW	27

2.6.1 Sector salar de Aguilar, vía La Ola – Gold Fields

Acceso 5: La Ola – Gold Fields. Este trayecto de 67 km comienza en campamento La Ola y se recorren solo caminos ripiados, en muy buen estado, con anchos variables entre 6 y 12 m, que regularmente cuentan con pretilos de 20 hasta 50 cm de altura. Las pendientes son inferiores a 10% con lo cual se consideran adecuadas para el tránsito de todo tipo de vehículos (Figura 2-4).

**Figura 2-4.** Condiciones del Acceso 5.

Acceso 6: Trayecto Gold Fields (garita) - Salar de Aguilar. Este trayecto de 55 km comienza en garita Gold Fields y está conformado solo por caminos ripiados, en muy buen estado que mantiene la empresa minera. Tiene anchos variables entre 6 y 10 m, y cuentan con pretilos de 20 hasta 50 cm de altura. En general, las pendientes son inferiores a 10%.

El tránsito está probado para todo tipo de vehículos, sin embargo, existe un tramo de 18 km aproximadamente (entre garita y la instalación de la empresa contratista ACP) que es altamente transitado por vehículos de todo tipo de la empresa minera (Figura 2-5). El primer día de uso de este trayecto Amphos 21 fue escoltado por un equipo de la minera en todo momento. El segundo día de trabajo en el sector, la empresa minera consideró que Amphos 21 conocía la dinámica y autorizó el desplazamiento de manera independiente. No ocurrió incidente de ningún tipo.



Figura 2-5. Trayecto en faena minera de Gold Fields (Acceso 6).

Desde ACP hasta el salar de Aguilar existen caminos en general en buen estado, sin embargo, por un espacio de 3 km desde el Punto de Control N°10 hacia el SW, el camino es estrecho (4-5 m), con riesgo de desbarrancamiento al norte. Esta misma condición de riesgo se observa en los Puntos de Control 16 y 17 (Figura 2-6).



Figura 2-6. Puntos de Control indican sectores con riesgo de desbarrancamiento debido a estrechez del camino para tránsito de doble vía. Ancho medio del orden de 4 m. Detalle del camino en Punto de Control 10 (vista al oeste).

Acceso 7: Trayecto salar de Aguilar SW a salar de Aguilar NE. Este trayecto de 20 km se desarrolla en el borde sur y este del salar, siendo plano, subhorizontal y en muy buen estado, con anchos variables entre 4 y 6 m, que regularmente cuentan con pretilos de 20 hasta 50 cm de altura (Figura 2-7).

En el trayecto se encontró a la empresa de perforación de pozos de agua ANDINOR, instalada en 2 plataformas de perforación. Se denominaron ANDINOR 1 (en el sector norte) y ANDINOR 2 (en el sector sur). No se observó la ubicación del campamento lo que se supone que se encontraría al sur de la plataforma ANDINOR 2 dado que hacia el salar de Aguilar definitivamente no se encuentra.



Figura 2-7. Camino en sector sur del salar de Aguilar (Punto de control 33, Figura 2-8).

Este tramo finaliza en la plataforma de perforación ANDINOR 1 (Figura 2-8).



Figura 2-8. Ubicación de perforaciones en curso por parte de ANDINOR en salar de Aguilar.

Acceso 8: ACP Gold Fields – Salar Grande. Este trayecto es esencialmente subhorizontal. Se destaca que existe el potencial de acceder al salar de Las Parinas por esta vía (Figura 2-9). Se recorrieron 20 km y, luego de este recorrido, se decidió suspender esta ruta ya que no estaba considerada en el plan y de hacerlo retrasaría las siguientes actividades.

El camino observado no está en las imágenes de Google Earth de noviembre 2022, por lo que se recomienda evaluar en enero 2023.



Figura 2-9. Camino de potencial acceso al salar Las Parinas vía Gold Fields. Vista al NE desde Punto de Control 29.

2.6.2 Sector salares Gorbea, La Isla y Las Parinas, vía Agua Verde – Gorbea.

Accesos 11 y 12: Agua Verde – Cruce B-885 – Gorbea. Este trayecto considera 15 km iniciales de recorrido por la Ruta 5, desde la posada Agua Verde hacia el norte, hasta empalmar con el inicio del camino B-885 (Acceso 11, Figura 2-10). Posteriormente se encuentra el Acceso 12. Este camino, que es de ripio, se encuentra en muy buenas condiciones de tránsito y tiene un ancho variable entre 6 y 10 m, ocasionalmente 12 m. Es de pendientes suaves y menores a 10% en sus 133 km de recorrido hasta llegar al salar de Gorbea (Figura 2-10).



Figura 2-10. Ubicación accesos 11 y 12 hacia el salar de Gorbea. Fotografía: vista al Este del Acceso 12.

Acceso 15: Gorbea – La Isla. Este trayecto es similar a los anteriormente descritos, esto es, caminos ripiados, en buen estado, con anchos variables entre 6 y 10 m y pendientes suaves (<10%). Ocasionalmente se presentan cárcavas producto de los deshielos (Figura 2-11), lo que demandaría mantención con maquinaria, durante una campaña de sondajes.



Figura 2-11. Cárcavas en caminos de la cuenca Salar de Gorbea. Similares hallazgos se observaron en la cuenca del Salar de La Isla.

Acceso 18: Salar La Isla - Salar Las Parinas. Camino ripiado, en buen estado, transitable para todo tipo de vehículo debido a sus bajas pendientes y alta competencia. Solo existen 2 puntos que requieren observación: Punto de Control 52 y 55 (Figura 2-12). El punto 52 debido a la saturación del suelo y el 55 debido a la pendiente y pequeño radio de giro de la curva para vehículos mayores.

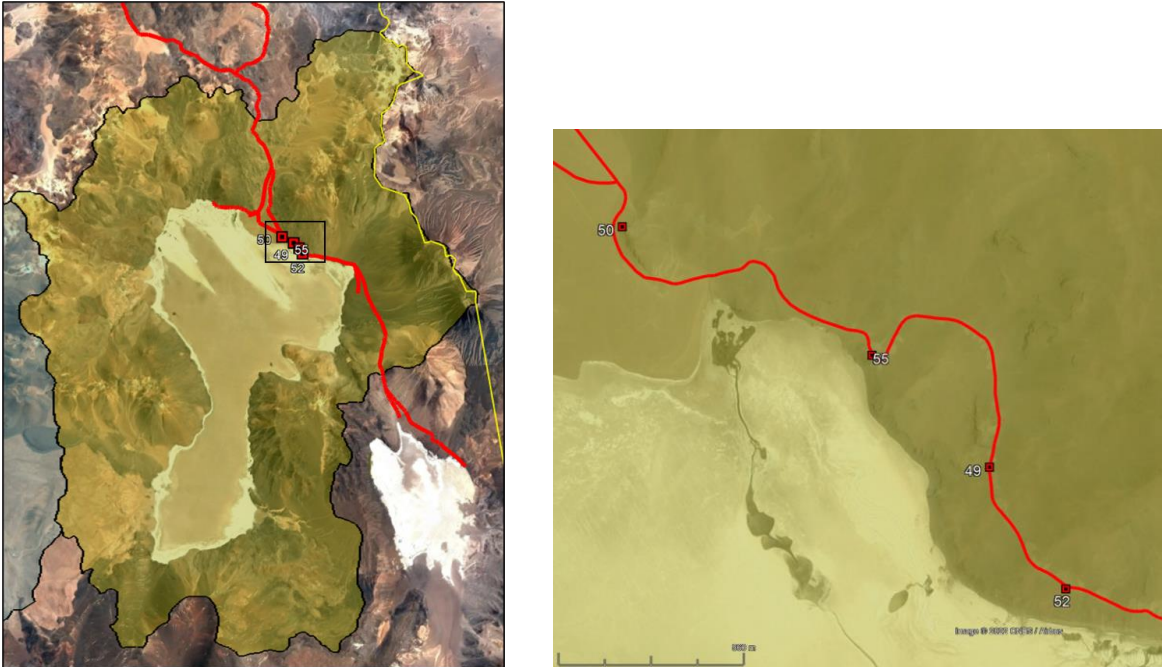


Figura 2-12. Sectores del camino en cuenca del Salar La Isla. Al SE del Punto de Control 52: potencial baja competencia del camino producto de la saturación del suelo (borde salar); Punto de Control 55: alta pendiente y pequeño radio de giro en curva.

Acceso 23: La Isla - Interior Cruce a Gorbea. Este acceso era conocido por el Prevencionista de Amphos 21 por lo que se decidió recorrerlo. Se pudo constatar que es una ruta que se encuentra en muy buen estado, amplia (6 a 10 m de ancho), con pretilles adecuados y con presencia de terceros en el sector norte. Puede constituir una alternativa para acceder a La Isla y Las Parinas, sin necesidad de transitar por Gorbea, pues se constató la reducción de tiempo de tránsito de 1 hora para camioneta (Figura 2-13).



Figura 2-13. Acceso 23. Ruta alternativa al trayecto hacia La Isla y Las Parinas, evitando distancia, tiempo y costo de transitar necesariamente por Gorbea.

3 Características básicas de las cuencas

3.1 Salar de Aguilar

Cuenca hidrológica endorreica elongada NE-SW, rodeada por serranías cuyas mayores elevaciones se ubican en el sector NE (>4.650 m s.n.m.) y las más bajas en el SW (~4.000 m s.n.m.). El salar *sensu stricto* se ubica en la cota media 3.325 m s.n.m., aproximadamente. Presenta 3 zonas de madurez geológica, con distintas facies salinas: (a) costra salina parda en el NW, (b) costra gris en el SW y (c) borde lacustre con espejos de agua en el E del salar (pozones).

En el sector SE existe un notable crecimiento de cristales de yeso traslúcido. Presenta una atractiva ventana geográfica en el este que sugiere entregaría importantes aportes de agua superficial (en época de deshielo) y subterránea hacia el depocentro del salar. En esa ventana es donde está ubicado el pozo ANDINOR 2. No se observaron escorrentías superficiales en esta visita.

3.2 Salar de Gorbea

Cuenca hidrológica endorreica elongada en dirección NE-SW, rodeada por serranías cuyas mayores elevaciones se ubican en el sector E (>5.000 m s.n.m.) y las más bajas en el W (~4.000 m s.n.m.). El salar *sensu stricto* se ubica en la cota media de 3.950 m s.n.m. Presenta al menos 2 zonas de madurez geológica con distintas facies salinas: (a) costra salina blanca centro sur del salar y (b) costra salina blanca sur del salar y con espejos de agua. En este último sector, lado norte del Punto de Control “calicata” se observó que la dirección del flujo superficial es ESE-WNW. En tal sector existe un notable crecimiento de cristales de yeso traslúcido que forma una serie de montículos con cristales aciculares de hasta 10 cm de largo.

3.3 Salar de La Isla

Cuenca hidrológica endorreica, rodeada por serranías cuyas mayores elevaciones se ubican en el sector E (>5.200m s.n.m.) y las más bajas en el S (~4.400 m s.n.m.). El salar *sensu stricto* se ubica en la cota media 3.964 m s.n.m. Presenta al menos 2 zonas de madurez geológica, con distintas facies salinas: (a) costra parda, que domina gran parte de la superficie del salar (no se pudo acceder a ella debido a que los bordes del salar estaban saturados) y (b) costra blanca con humedales y espejo de agua (borde E regularmente saturado, pantanoso).

3.4 Salar de Las Parinas

Cuenca hidrológica endorreica, rodeada por serranías cuyas mayores elevaciones se ubican en el sector NW y en el SW (>5.200m s.n.m.) y las más bajas en el NE (~4.300 m s.n.m.). El salar *sensu stricto* se ubica a en la cota media 3.965 m s.n.m. Una serie de 4 abanicos aluviales se destacan en el sur, este y noreste del salar, y se reconocen como sitios con potenciales aportes hídricos.

4 Conclusiones

El plan de trabajo que inicialmente consideró utilizar como la base del proyecto el Campamento La Ola debió modificarse debido a la alta dificultad de acceder a los salares Gorbea, La Isla y Las Parinas por el único acceso que se conocía hasta el momento, derivado de visitas realizadas entre los años 2013 y 2016 por Amphos 21. Dicho acceso, que comenzaba en el Punto de Control N°16 hacia el norte se encuentra en muy mal estado, con lo cual la velocidad de tránsito no superó los 10 km/h. Esta condición permitía proyectar traslados superiores a 8 h sólo en la ida.

Debido a lo anterior, se determinó cambiar de base y se reemplazó el campamento La Ola por un alojamiento en la ciudad de Taltal. Dicho cambio de origen permitió acceder de manera cómoda, rápida y con bajo riesgo de daño a la camioneta por condiciones de camino en sólo 2 horas desde la posada Agua Verde al salar de Gorbea.

Todos los caminos a los que se accedió desde Gorbea (por el norte) hacia los salares de La Isla y Las Parinas (en el sur) se encuentran en general en muy buenas condiciones de ancho, de pendiente y de carpeta de rodado, salvo en los lugares ya individualizados y explicados en este informe: suelo saturado, cárcavas o radio de giro en curvas.

En general, el recorrido a los salares se realizó de manera expedita, siendo los caminos de ancho apropiado para el tránsito ocasional de vehículos menores y vehículos mayores, con carpeta principalmente ripiada, en los que no se evidencia aplicación de supresores de polvo.

Respecto de las cuencas, y específicamente de los salares visitados, éstos presentan obras menores como accesos al interior del salar, antiguas plataformas de perforación, y pozos de observación.

El uso del sistema spot demostró ser de extraordinaria utilidad toda vez que ocasionalmente la señal del teléfono satelital no era la mejor, pudiendo los equipos de DSAL y Amphos 21 Santiago conocer las posiciones geográficas donde se encontraba trabajando el equipo, con lo cual dicha tecnología se consolidó como esencial para futuros trabajos.

Las razonables medidas de seguridad resueltas por el equipo de Amphos 21 en terreno permitió concluir la actividad sin incidentes.

5 Recomendaciones

Las recomendaciones que se indican en este apartado tienen como objetivo principal aportar información relevante para las futuras campañas de terreno de Amphos 21 y las perforaciones comprometidas en las cuencas de estudio.

- Se sugieren 2 actualizaciones de los servicios originales según los resultados de esta primera visita de reconocimiento: (i) disponer de 2 camionetas para optimizar y asegurar el trabajo de terreno, (ii) disponer de un campamento móvil con el objeto de optimizar los tiempos de las tareas hidrogeológicas.

Camioneta adicional: se considera necesario contar con una segunda camioneta equipada con el mismo estándar actual, vale decir: neumáticos fuera de carretera, segundo neumático de repuesto, caja de invierno, estanques de combustible adicional. De esta forma si uno de los 2 vehículos tuviera una falla mecánica o un accidente, con este vehículo adicional se podría trasladar al personal u otorgar una asistencia plausible a las condiciones del caso.

Alojamiento: se recomienda casa rodante para trabajos esporádicos de corta duración como los que se realizarán en 2023 por Amphos 21, y que permitan acampar en distintos sitios mientras se desarrollen los trabajos temporales. En la Figura 5-1 se observa una alternativa razonable, cuyo uso evitaría traslados de larga distancia a campamentos como La Ola, Gold Fields o Agua Verde. A este tipo de dormitorio móvil se deberá sumar la logística de baños y otros.



Figura 5-1. Ejemplo de alojamiento móvil para campañas de corta duración en terreno.

Para trabajos futuros que demanden mayor permanencia en terreno (campañas de perforación de sondajes), se recomienda alojamiento cercano a los salares Gorbea, La Isla y Las Parinas, y que dicho alojamiento sea en forma de campamento móvil y temporal. Se deberá analizar la aplicabilidad de permisos sectoriales para su implementación.

- Considerar nuevos accesos a los conocidos, ya que el sector Gorbea – Las Parinas tiene múltiples caminos, no todos conocidos por este proyecto hasta ahora, y existe frecuente movimiento de equipamiento minero en ella, lo que es favorable en caso de requerir soporte externo.
- Considerar acceso al salar de Aguilar por Gold Fields, dado que el trayecto es conocido, y si se logra establecer un acuerdo con la minera, se podría reducir notablemente el tiempo de traslado hacia el salar desde su campamento.
- Explorar un nuevo acceso a Las Parinas que se visualizó desde el Punto de Control N°29 vía Acceso 8 (este informe) y que conectaría el sur de Las Parinas con el este de Gold Fields para luego acceder al salar de Aguilar.

Anexos

A. Anexo A - Plan de visita salares Gorbea, La Isla, Las Parinas y Aguilar

B. Anexo B - Bitácora diaria de trabajo