

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

## Reporte Campaña Geofísica



19 de junio de 2024

Versión 0

A21\_1115\_INF04\_Reporte\_Campaña\_Geofísica\_v0

**Amphos 21 Consulting Chile Ltda.**

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

+56 2 27991630

[www.amphos21.com](http://www.amphos21.com)

Preparado por	Revisado por	Validado por
Matías Cárdenas Samuel Iglesias	Pilar Enguita	Juan Castaño

# Índice

<b>1</b>	<b>Introducción.....</b>	<b>7</b>
1.1	Área de estudio .....	7
1.2	Objetivos.....	8
<b>2</b>	<b>Antecedentes generales .....</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>Metodología .....</b>	<b>11</b>
3.1	Transiente Electromagnético .....	11
3.2	Campañas de terreno .....	12
<b>4</b>	<b>Resultados .....</b>	<b>14</b>
4.1	Perfiles TEM e Interpretación Salar de Aguilar.....	14
	Perfil SA-01 (Figura 4-1) .....	14
	Perfil SA-02 (Figura 4-2) .....	15
	Perfil SA-03 (Figura 4-3) .....	16
	Perfil SA-04 (Figura 4-4) .....	17
4.2	Perfiles TEM e Interpretación Salar de Gorbea.....	18
	Perfil SG-01 (Figura 4-5) .....	18
	Perfil SG-02 (Figura 4-6) .....	19
	Perfil SG-03 (Figura 4-7) .....	20
4.3	Perfiles TEM e Interpretación Salar de las Parinas .....	21
	Perfil LP-01 (Figura 4-8).....	21
	Perfil LP-02 (Figura 4-9).....	22
	Perfil LP-03 (Figura 4-10).....	23
	Perfil LP-04 (Figura 4-11).....	24

4.4	Perfiles TEM e Interpretación Salar de La Isla .....	25
	Perfil LI-01 (Figura 4-12) .....	25
	Perfil LI-02 (Figura 4-13) .....	26
	Perfil LI-03 (Figura 4-14) .....	27
	Perfil LI-04 (Figura 4-15) .....	28
<b>5</b>	<b>Síntesis y conclusiones.....</b>	<b>29</b>
<b>6</b>	<b>Referencias .....</b>	<b>31</b>
	<b>Anexo A - Estudio geofísico Salares Norte .....</b>	<b>33</b>

## Índice de Figuras

Figura 1-1. Ubicación salares Gorbea, La Isla, Las Parinas y Aguilar. Fuente: Elaboración propia. .....	8
Figura 2-1. Prospecciones geofísicas existentes en el área de estudios. Fuente: Elaboración propia. ....	10
Figura 3-1. Distribución de corrientes inducidas en el subsuelo durante el levantamiento TEM. Fuente: Subterránea, 2023. ....	11
Figura 3-2. Ubicación perfiles TEM campañas 2023. Fuente: Elaboración propia. ....	13
Figura 4-1. Perfil geoelectrico SA-01 del Salar de Aguilar. Fuente: Subterránea, 2023. ....	14
Figura 4-2. Perfil geoelectrico SA-02 del Salar de Aguilar. Fuente: Subterránea, 2023. ....	15
Figura 4-3. Perfil geoelectrico SA-03 del Salar de Aguilar. Fuente: Subterránea, 2023. ....	16
Figura 4-4. Perfil geoelectrico SA-04 del Salar de Aguilar. Fuente: Subterránea, 2023. ....	17
Figura 4-5. Perfil geoelectrico SG-01 del Salar de Gorbea. Fuente: Subterránea, 2023. ....	18
Figura 4-6. Perfil geoelectrico SG-02 del Salar de Gorbea. Fuente: Subterránea, 2023. ....	19
Figura 4-7. Perfil geoelectrico SG-03 del Salar de Gorbea. Fuente: Subterránea, 2023. ....	20
Figura 4-8. Perfil geoelectrico LP-01 del Salar de Las Parinas. Fuente: Subterránea, 2023. ....	21
Figura 4-9. Perfil geoelectrico LP-02 del Salar de Las Parinas. Fuente: Subterránea, 2023. ....	22
Figura 4-10. Perfil geoelectrico LP-03 del Salar de Las Parinas. Fuente: Subterránea, 2023. ....	23
Figura 4-11. Perfil geoelectrico LP-04 del Salar de Las Parinas. Fuente: Subterránea, 2023. ....	24
Figura 4-12. Perfil geoelectrico LI-01 del Salar de La Isla. Fuente: Subterránea, 2023. ....	25
Figura 4-13. Perfil geoelectrico LI-02 del Salar de La Isla. Fuente: Subterránea, 2023. ....	26
Figura 4-14. Perfil geoelectrico LI-03 del Salar de La Isla. Fuente: Subterránea, 2023. ....	27
Figura 4-15. Perfil geoelectrico LI-04 del Salar de La Isla. Fuente: Subterránea, 2023. ....	28

## Índice de Tablas

Tabla 2-1. Prospecciones geofísicas realizadas en los estudios de las cuencas de la DGA. ....	9
Tabla 3-1. Detalle del levantamiento TEM. ....	12

## 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, 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).

El presente informe entrega los resultados obtenidos por la empresa Subterránea Consultores, a cargo de realizar el estudio geofísico mediante Transiente Electromagnético (TEM) de los salares Aguilar, Gorbea, La Isla y Las Parinas, con el fin de determinar unidades geológicas correlacionando la geología superficial, la información de sondajes y la geofísica.

Cabe mencionar, que esta geofísica será ajustada y calibrada una vez se dispongan de los resultados de las perforaciones comprometidas en las cuencas de análisis y los resultados serán integrados en las caracterizaciones hidrogeológicas oportunas.

### 1.1 Área de estudio

Las cuencas de los salares se ubican en el extremo noreste de la Alta Cordillera de la Región de Atacama, en el límite con la Región de Antofagasta y con Argentina, a alturas geográficas variables cuyos depocentros se ubican entre los 3.325 y 3.985 m s.n.m., aproximadamente. En la Figura 1-1 se presenta la localización de las cuencas.

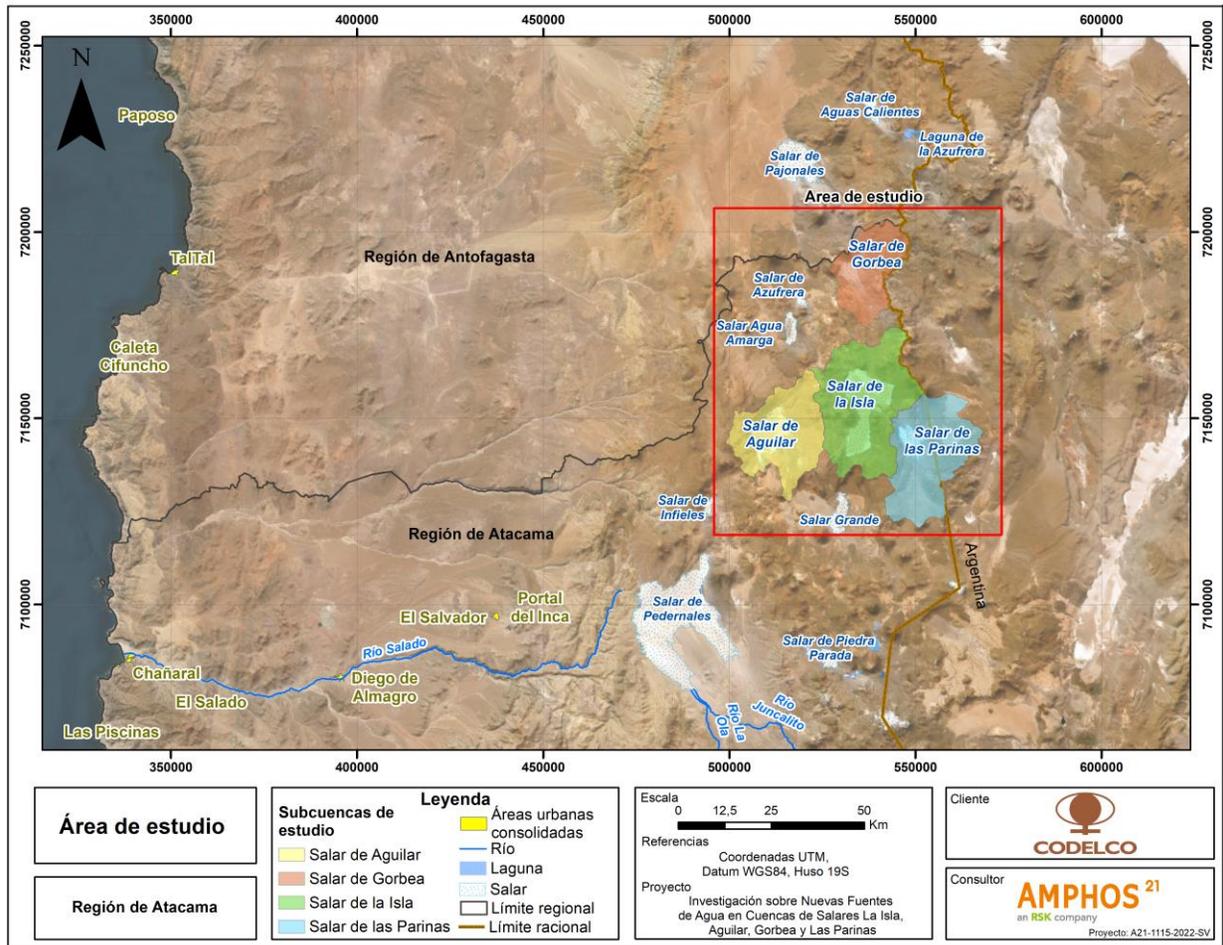


Figura 1-1. Ubicación salares Gorbea, La Isla, Las Parinas y Aguilar. Fuente: Elaboración propia.

## 1.2 Objetivos

El presente informe busca analizar los resultados de la prospección geofísica TEM, desarrollada en el trabajo de la empresa Subterránea Consultores, relacionando de forma preliminar los resultados con la geología de las cuencas altoandinas Aguilar, Gorbea, La Isla y Las Parinas, desarrollada en los estudios realizados por Amphos 21 previamente en el lugar. Esta interpretación será actualizada una vez se disponga de la información litológica en profundidad de los sondeos planteados en las cuencas de estudio.

## 2 Antecedentes generales

La Dirección General de Aguas (DGA) en el 2016 contrató el servicio para ejecutar el proyecto “Diagnóstico de disponibilidad hídrica en Cuencas Alto - Andinas de la Región de Atacama, Fase 3” en el cual Amphos 21 realizó un estudio hidrogeológico de las cuencas antes mencionadas. Dentro del estudio se incluían aspectos como la geología, hidrología, hidrogeología, geofísica, entre otros. De este informe se recopiló los trabajos y estudios de prospección geofísica para apoyar los nuevos resultados obtenidos en el presente informe.

Dentro de la información recopilada, en la Tabla 2-1 se detallan los trabajos de prospección realizados en el área de estudio y en la Figura 2-1 su ubicación.

**Tabla 2-1.** *Prospecciones geofísicas realizadas en los estudios de las cuencas de la DGA.*

Año	Autor	Técnica	Contenido	Longitud (km)	Sector	Referencia
2002	Geodatos	TEM	74 sondeos, 13 perfiles	64	Llano Plato de Sopa	NE-0301-370
2002	Geodatos	TEM	5 sondeos, 2 perfiles	12	Cordón Rodados Negros	NE-0301-369
2003	Geodatos	TEM	4 SEV	N/A	Salar Grande Juan de la Vega	NE-0301-383
2003	Geodatos	TEM	4 estaciones	N/A	Cerro Conito de los Infieles y Qda. Juan de la Vega	NE-0301-383
2004	Geodatos	TEM	10 sondeos, 4 perfiles	9	Cerro Manchado	NE-0301-415
2004	Geodatos	TEM	12 sondeos, 4 perfiles	11,3	Llano Plato de Sopa	NE-0301-440
2005		SEV	2 estaciones, 1 perfil	1,2	Salar de Aguilar	NE-0301-509
2006	Geodatos	TEM	6 estaciones, 1 perfil	4	Cerro Pudiera	NE-0301-509
2007	Geodatos	TEM	9 estaciones, 3 perfiles	12	Qda. Juan de la Vega	NE-0301-451
2006	Geodatos	TEM	3 sondeos, 1 perfil	2,1	Sierra de las Parinas	NE-0301-453
2006	Geodatos	TEM	3 estaciones, 1 perfil	5,3	Cerro del Salar Grande	NE-0301-450
2006	Geodatos	TEM	6 estaciones, 2 perfiles	5,6	Cordón Conito de los Infieles	NE-0301-474

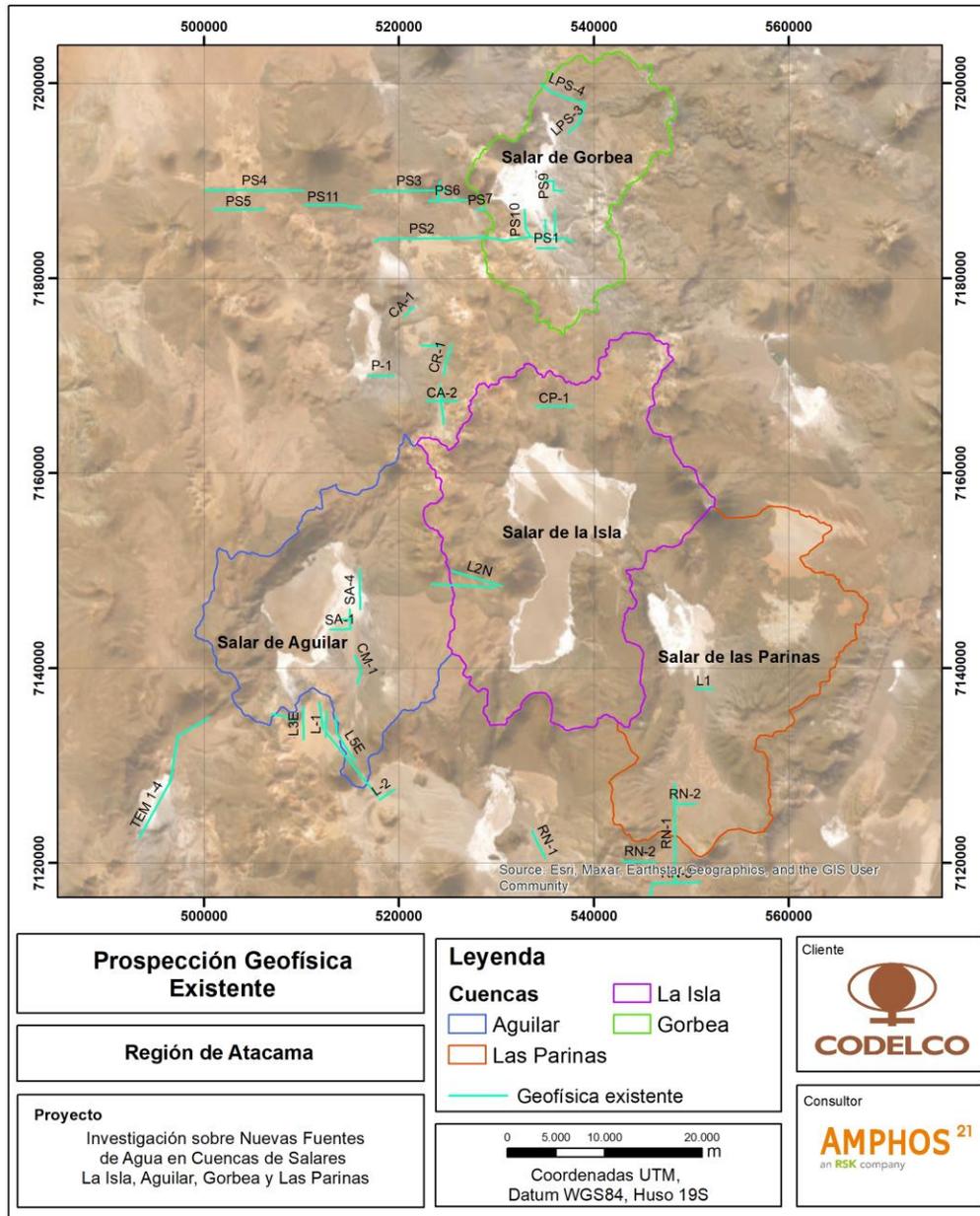


Figura 2-1. Prospecciones geofísicas existentes en el área de estudios. Fuente: Elaboración propia.

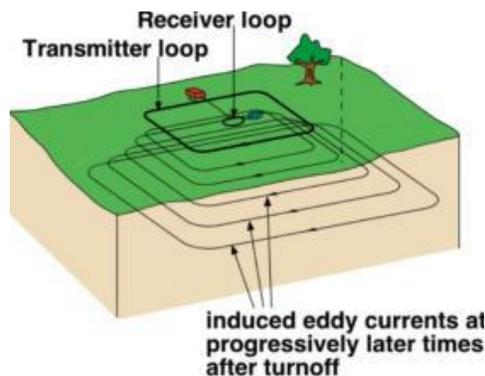
En el nuevo estudio de prospección realizado, a partir del levantamiento geofísico, se generaron modelos de distribución espacial de zonas de resistividad relativamente homogéneas y se relacionaron con características hidrogeológicas del sector a partir de los antecedentes disponibles. Esto permitió construir perfiles de resistividad eléctrica con interpretaciones preliminares de unidades geológicas/hidrogeológicas.

## 3 Metodología

### 3.1 Transiente Electromagnético

El Transiente Electromagnético (TEM), es una técnica de prospección geofísica que utiliza el principio de inducción de un campo electromagnético para medir las propiedades eléctricas del subsuelo. Se lleva a cabo utilizando una o dos bobinas (antenas), una transmisora y otra receptora, que son puestas en contacto con el suelo. Una corriente eléctrica pasa a través de la bobina transmisora, produciendo un campo magnético primario.

La difusión de las corrientes inducidas a través del subsuelo es el mecanismo físico que utiliza este método. Al interrumpirse el campo magnético primario, las corrientes inducidas tienden a difundirse radialmente hacia el centro de los sectores subsuperficiales más conductores (Figura 3-1). La velocidad con que estas corrientes se disipan en el subsuelo depende de la conductividad del mismo. Si la conductividad del medio es baja, el proceso de difusión es lento y las corrientes permanecerán mayor tiempo en la superficie de los cuerpos conductores. Por el contrario, si la conductividad es alta, las corrientes penetran el subsuelo más rápidamente. Cabe mencionar que la conductividad y la resistividad son conceptos recíprocos, es decir, inversamente proporcionales.



**Figura 3-1.** Distribución de corrientes inducidas en el subsuelo durante el levantamiento TEM. Fuente: Subterránea, 2023.

De esta forma, el método TEM considera el análisis de la función de decaimiento en el tiempo de un campo magnético estable, al que se le interrumpe súbitamente la corriente que lo genera. Esta función o respuesta transiente es la forma cómo un sistema físico reacciona a una perturbación antes de alcanzar un nuevo estado de equilibrio. La respuesta transiente depende, principalmente, de la distribución de resistividad del subsuelo. El análisis de esta respuesta en

una serie de instantes de tiempo permite inferir la distribución de resistividades en profundidad mediante un modelo de capas simple o de múltiples capas (modelo suavizado).

### 3.2 Campañas de terreno

Las mediciones de terreno para obtener las resistividades del subsuelo se realizaron en dos campañas: la primera entre los días 8 y 21 de mayo del 2023; la segunda entre los días 6 y 17 de octubre del 2023.

Durante la primera campaña se realizaron un total de ochenta y dos (82) mediciones TEM, cuarenta y nueve (49) en el salar de Aguilar y treinta y tres (33) en el salar de Gorbea; en la segunda campaña se realizaron un total de noventa y ocho (98) mediciones TEM, cuarenta y seis (46) en el salar de las Parinas y cincuenta y dos (52) en el salar de la Isla. Con esto se construyeron quince (15) perfiles TEM: cuatro (4) en el salar de Aguilar, tres (3) en el salar de Gorbea, cuatro (4) en el salar de las Parinas y cuatro (4) en el salar de La Isla. Lo anterior, considerando obtener una buena resolución de las resistividades del sub-suelo tanto lateral como en profundidad y cumpliendo con los compromisos establecidos.

La Tabla 3-1 muestra el detalle de la cantidad de estaciones TEM y total de km por perfiles realizados en cada salar, totalizando 23,30 km de los cuales 6,12 km corresponden al salar de Aguilar, 3,45 km al salar de Gorbea, 8,08 km al salar de La Isla y 5,65 km al salar de Las Parinas.

**Tabla 3-1.** Detalle del levantamiento TEM.

Sector	Loop 200m	Loop 100m	Loop 50m	Longitud Total Perfiles TEM (km)
Salar de Gorbea	3	24	6	3,448
Salar de Aguilar	3	38	8	6,118
Salar de La Isla	4	45	3	8,084
Salar de Las Parinas	3	39	4	5,653
<b>TOTAL</b>	<b>13</b>	<b>146</b>	<b>21</b>	<b>23,303</b>

Las estaciones TEM se ejecutaron mediante la configuración one-loop, utilizando una sola antena, transmisora y receptora a la vez, considerando un loop que, dependiendo del sector estudiado, fluctuó entre 50 y 200 m. Los datos medidos, en general, presentaron de bajo a medio nivel de ruido electromagnético, obteniéndose en la mayoría de los modelos un RMS menor al 10%, destacando los TEM143 y T132 con valores por sobre el 18% de RMS. La inversión de los datos se realizó mediante el software TEM RESEARCHER.

Las ubicaciones de los perfiles TEM generados se observan en la Figura 3-2.

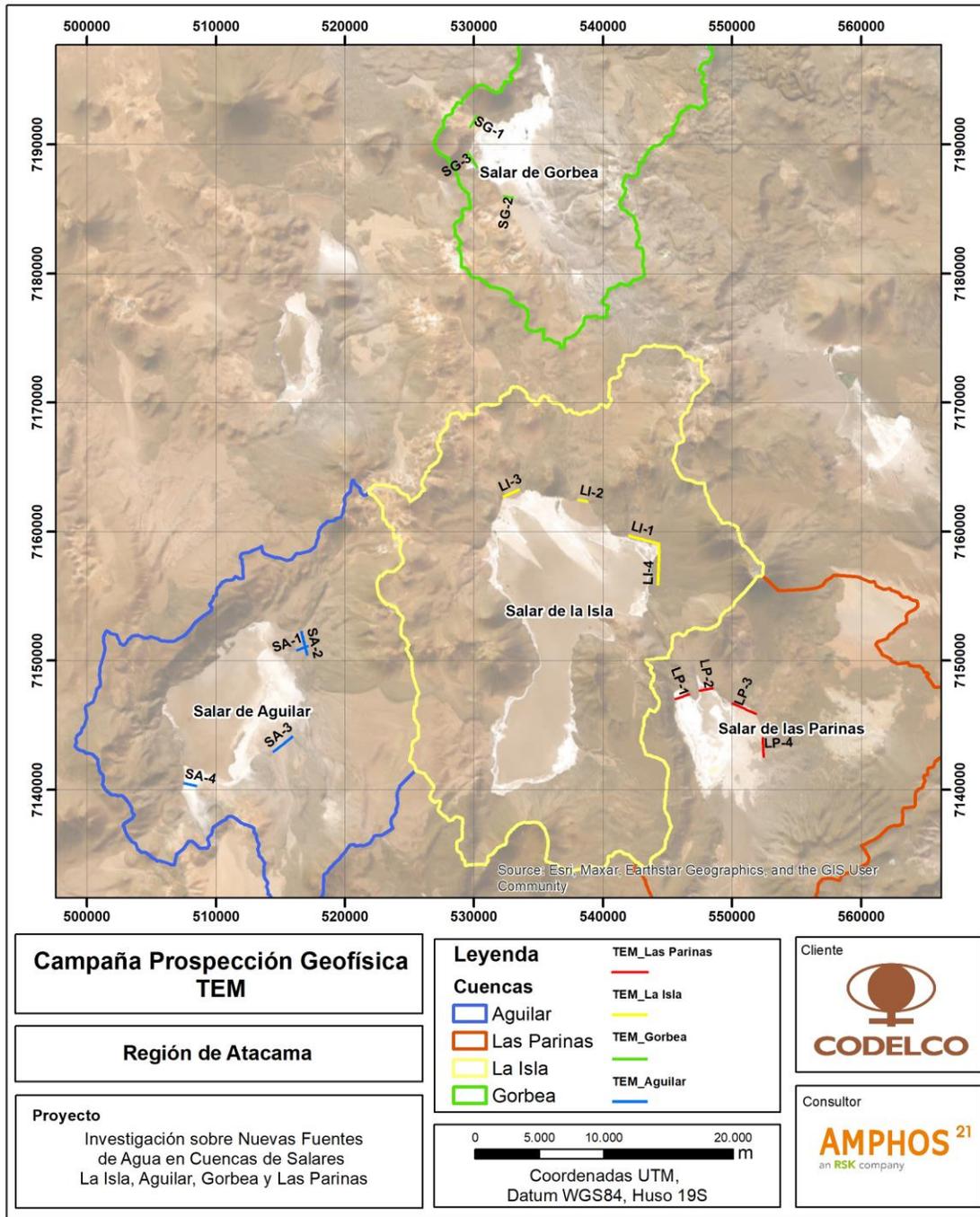
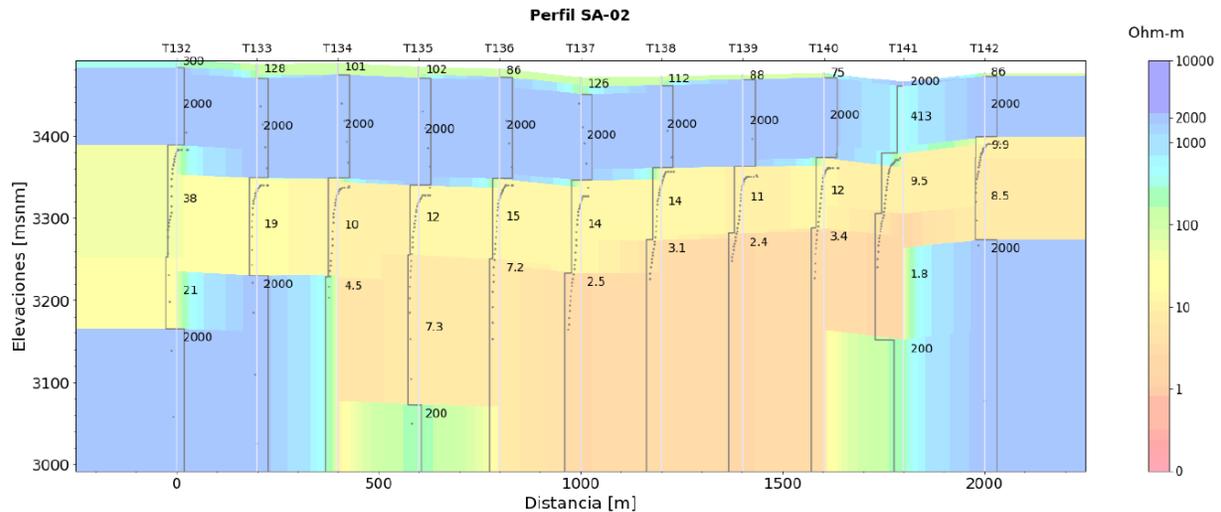


Figura 3-2. Ubicación perfiles TEM campañas 2023. Fuente: Elaboración propia.

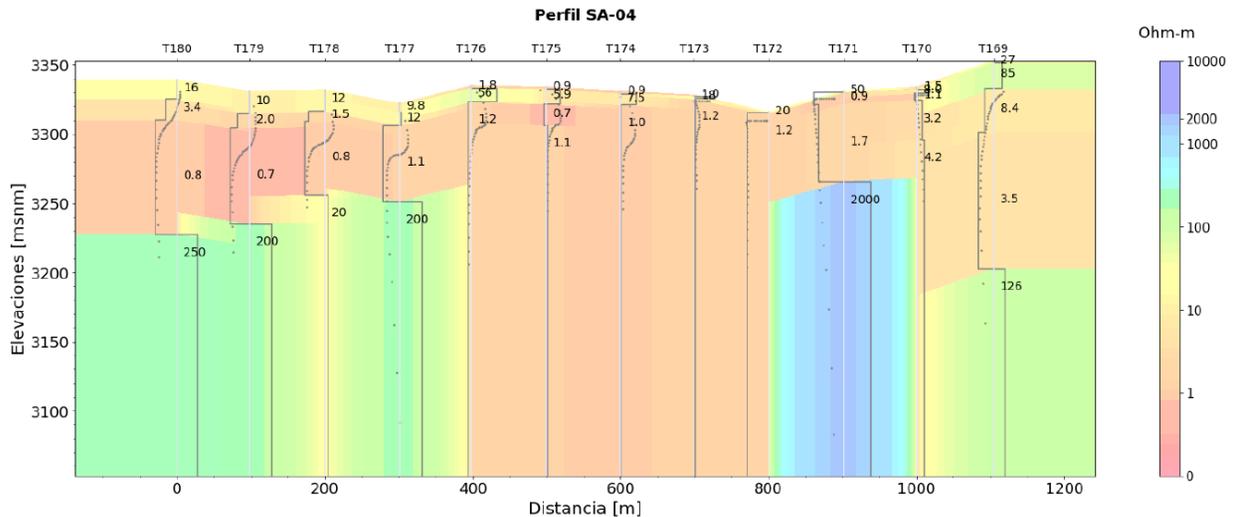


**Perfil SA-02 (Figura 4-2)**

**Figura 4-2.** Perfil geoelectrico SA-02 del Salar de Aguilar. Fuente: Subterránea, 2023.

1. La capa superficial presenta resistividades entre 75 a 128 Ohm-m, con un espesor entre 10 a 15 metros, la cual es interpretada como sedimentos secos.
2. Para la siguiente unidad, la resistividad va desde los 413 Ohm-m y alcanza los 2.000 Ohm-m, siendo su espesor variable entre 80 y 140 metros, se interpreta como rocas volcánicas.
3. Subyaciendo la mayor parte de la unidad geoelectrica 2, se encuentra una unidad de resistividades entre 2,5 a 19 Ohm-m, con un espesor entre 100 y 260 metros, que se interpretaría como sedimentos saturados.
4. Bajo la unidad anterior, se presenta una capa de resistividades entre 200 a 2.000 Ohm-m, con espesores entre 80 a 260 metros, que se interpreta como roca basal impermeable.



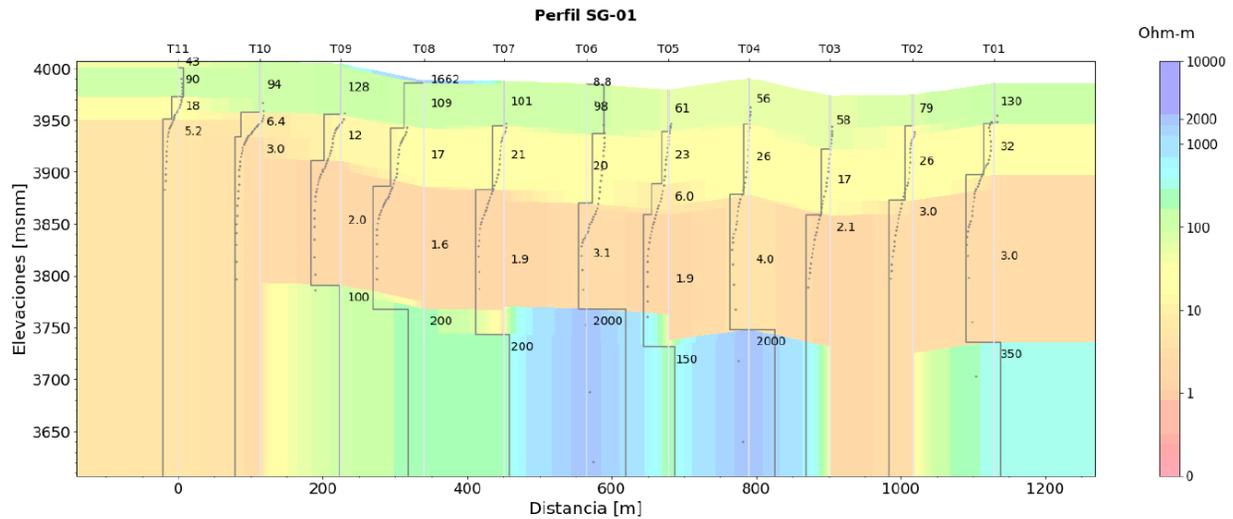
**Perfil SA-04 (Figura 4-4)**

**Figura 4-4.** Perfil geoelectrico SA-04 del Salar de Aguilar. Fuente: Subterránea, 2023.

1. En las estaciones T176 a la T173 se encuentra una unidad de resistividades entre 0,9 y 1,8 Ohm-m con espesor menor a 10 metros, que se interpreta como sedimentos finos saturados y/o salmuera.
2. Subyaciendo la unidad anterior, una capa con resistividades entre 2 a 18 Ohm-m y un espesor de 10 a 20 metros, también se interpreta como sedimentos saturados.
3. Una unidad de resistividad entre 20 y 85 Ohm-m, que se ubica en la superficie en las estaciones T172 a T169, con un espesor entre 5 a 20 metros, se interpreta como gravas, arenas y limos saturados.
4. Subyacente a las demás unidades, una capa de resistividad entre 0,7 a 1,7 Ohm-m y espesor variable entre 80 y 260 metros, se interpreta como sedimentos saturados.
5. En profundidad, entre las estaciones T180 a la T176 y T172 a la T169, una unidad de resistividad entre 200 a 2.000 Ohm-m y un espesor entre 150 a 220 metros se interpreta como roca basal impermeable.

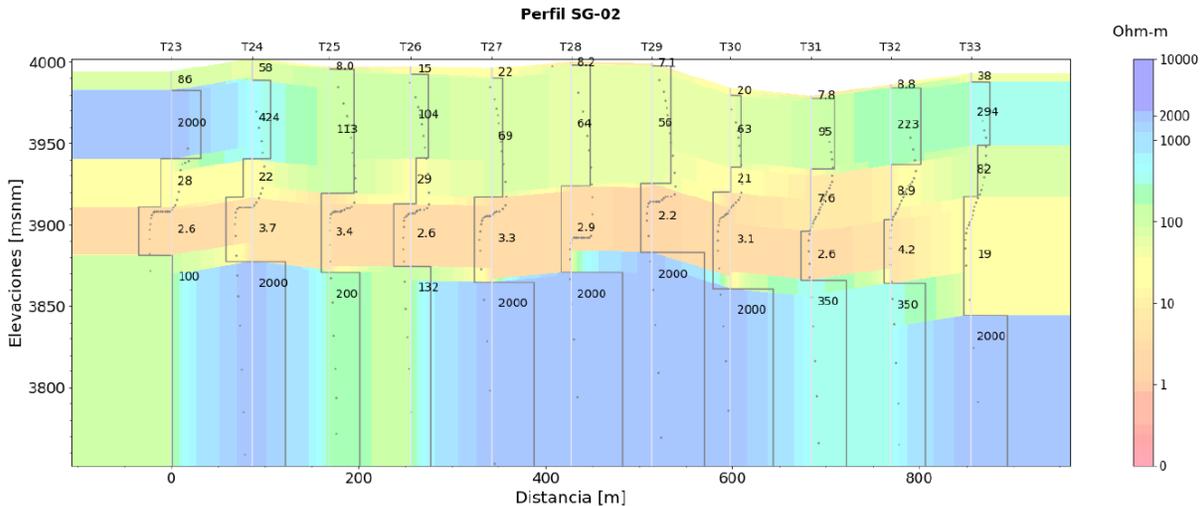
## 4.2 Perfiles TEM e Interpretación Salar de Gorbea

### Perfil SG-01 (Figura 4-5)



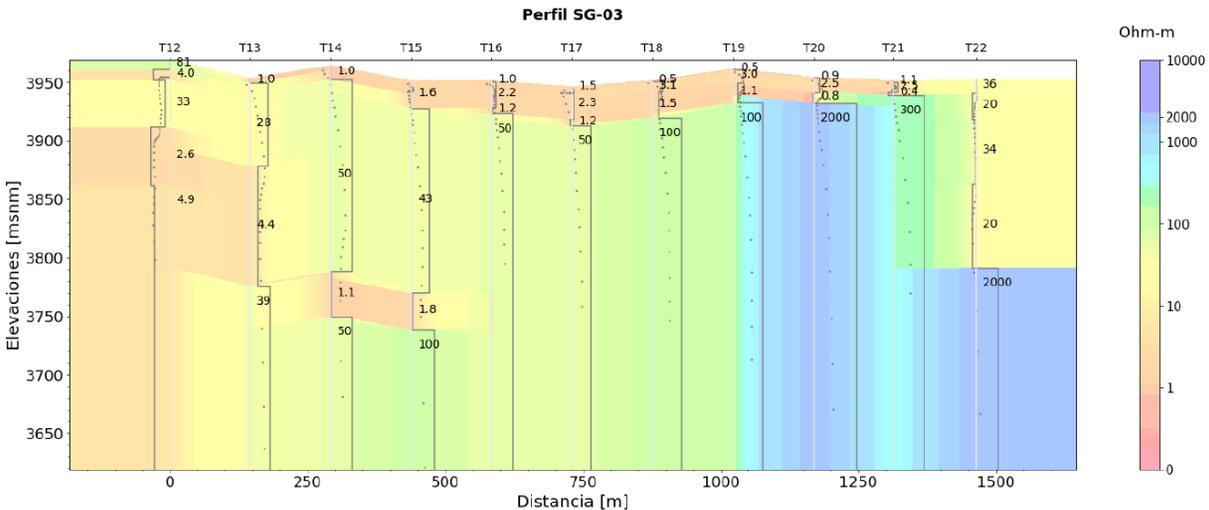
**Figura 4-5.** Perfil geoelectrico SG-01 del Salar de Gorbea. Fuente: Subterránea, 2023.

1. De manera superficial, existe una capa con resistividad entre 40 a 130 Ohm-m con un espesor entre 30-40 metros y se interpreta como gravas, arenas y limos no saturados.
2. Subyaciendo a la capa anterior, la siguiente unidad tiene una resistividad entre 12 a 32 Ohm-m, un espesor que varía de 20 a 60 metros y que se interpreta como una capa de sedimentos finos y/o arcillas saturadas.
3. La siguiente unidad a lo largo de todo el perfil tiene una resistividad entre 1,6 a 6,4 Ohm-m y un espesor entre 100 a 350 metros, se interpreta, al igual que la capa anterior, como sedimentos finos y/o arcillas saturadas, pero, en este caso, la diferencia de resistividades podría deberse al cambio de salmuera con agua dulce.
4. Subyacente a la unidad anterior, la capa más profunda con resistividad que va desde 100 a 2.000 Ohm-m y un espesor de 150 a 200 metros, se interpreta como roca basal impermeable.

**Perfil SG-02 (Figura 4-6)**

**Figura 4-6.** Perfil geoelectrico SG-02 del Salar de Gorbea. Fuente: Subterranea, 2023.

1. La unidad más superficial, ubicada en la mayor parte del perfil, presenta una resistividad entre 7,8 a 38 Ohm-m y un espesor entre 5 a 10 metros, se interpreta como sedimentos finos y/o arcillas no saturados.
2. Subyacente a la unidad superficial, se encuentra una capa de resistividad entre 56 a 113 Ohm-m y un espesor de 20 a 60 metros, la cual es interpretada como gravas, arenas y limos no saturados.
3. En las estaciones T23 a T25 y T32 y T33, subyaciendo a la unidad anterior, capas de resistividad variable desde 223 a 2000 Ohm-m y espesor entre 40 a 50 metros, son interpretadas como rocas volcánicas meteorizadas y/o sedimentos secos, que representarían los extremos del perfil producto de los cerros localizados en el sector.
4. Subyacente a las unidades geoelectricas 2 y 3, una unidad de resistividad entre 2,2 a 29 Ohm-m y un espesor entre 40 a 90 metros, es interpretada como gravas, arenas y/o limos saturados.
5. La unidad más profunda tiene una resistividad que varía entre 100 y 2.000 Ohm-m, con un espesor entre 80 a 130 metros, y se interpreta como roca basal impermeable.

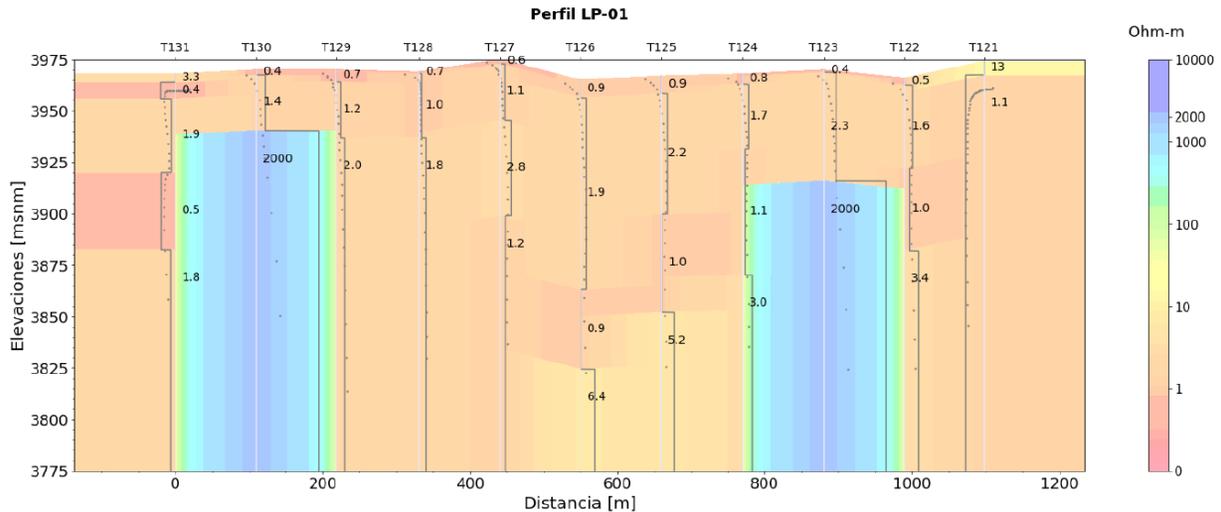
**Perfil SG-03 (Figura 4-7)**

**Figura 4-7.** Perfil geoelectrico SG-03 del Salar de Gorbea. Fuente: Subterránea, 2023.

1. La unidad superficial, que tiene una resistividad de 0,4 a 2,5 Ohm-m y un espesor entre 5 a 30 metros, se interpretó como sedimentos finos y/o arcillas saturados o salmuera.
2. Subyaciendo la unidad anterior, una capa con resistividad entre 39 a 100 Ohm-m, un espesor de 330 a 350 metros, se interpreta como gravas, arenas y limos secos.
3. Entre las estaciones T12 y T15, se observa una unidad limitada a la zona noreste del perfil, con resistividades entre 1,1 y 4,9 Ohm-m con un espesor de 25 a 100 metros y se interpreta como gravas, arenas y limos saturados.
4. Además, en el extremo del perfil, se localiza una resistividad entre 100 y 2.000 Ohm-m con espesor entre 160 a 340 metros, la cual es interpretada como roca basal impermeable y/o rocas volcánicas.

### 4.3 Perfiles TEM e Interpretación Salar de las Parinas

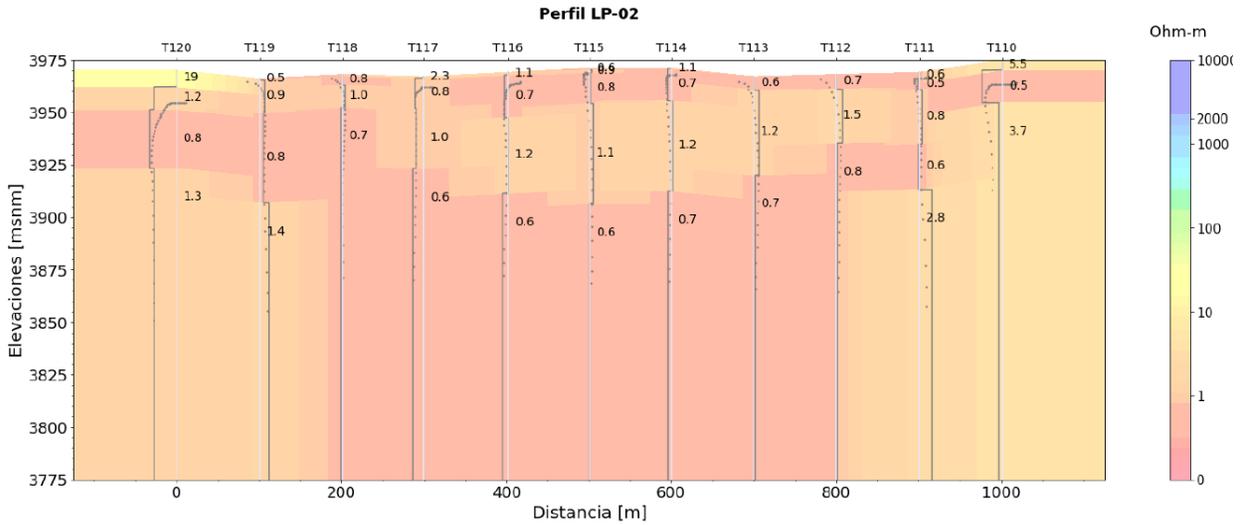
#### Perfil LP-01 (Figura 4-8)



**Figura 4-8.** Perfil geoelectrico LP-01 del Salar de Las Parinas. Fuente: Subterránea, 2023.

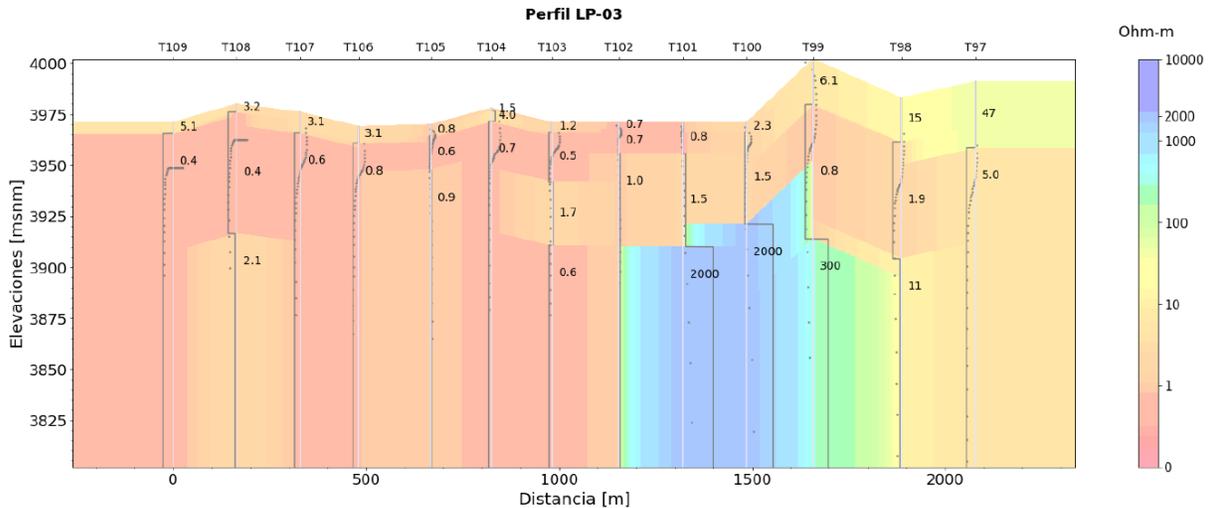
1. En la mayor parte del perfil, se identifica una unidad con resistividades entre 0,4 a 3,4 Ohm-m, con espesores que varían entre 40 a 195 metros, que se interpreta como sedimentos finos y/o arcillas saturados o salmuera.
2. Subyaciendo a la unidad anterior, entre las estaciones T131 a T129 y T124 a T122, una capa con resistividades que alcanzan los 2.000 Ohm-m y espesores de 140 a 160 metros, se interpreta como rocas volcánicas impermeables.

**Perfil LP-02 (Figura 4-9)**



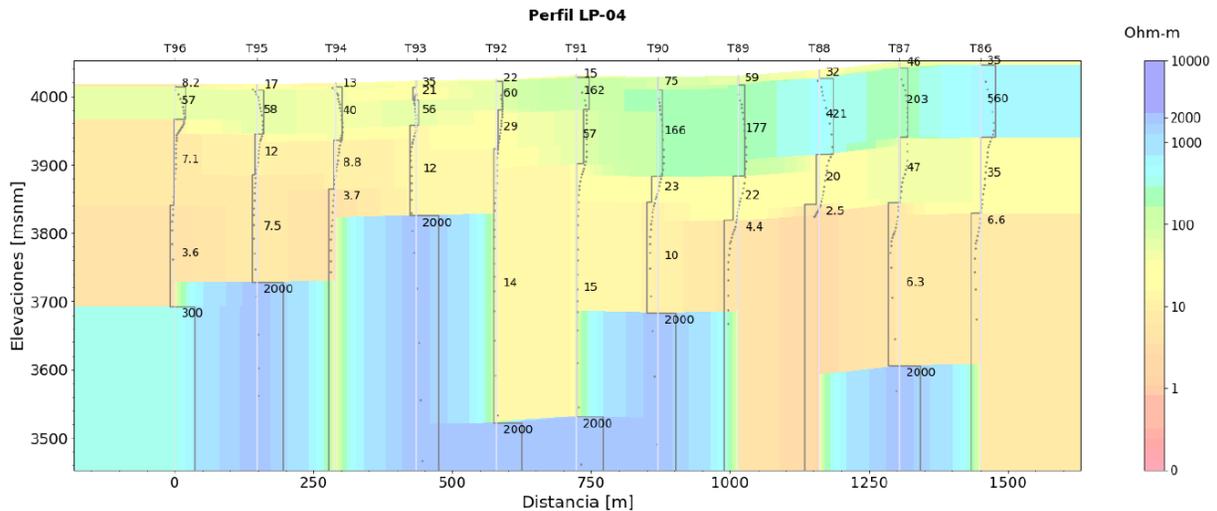
**Figura 4-9.** Perfil geoelectrico LP-02 del Salar de Las Parinas. Fuente: Subterránea, 2023.

1. Existe una unidad que representa todo el perfil, con resistividades entre 0,5 a 0,9 Ohm-m y un espesor de 200 metros. La unidad es interpretada como sedimentos finos y/o arcillas saturadas o salmueras.

**Perfil LP-03 (Figura 4-10)**

**Figura 4-10.** Perfil geoelectrico LP-03 del Salar de Las Parinas. Fuente: Subterránea, 2023.

1. La unidad superficial presenta una resistividad entre 1,2 a 5,1 Ohm-m y un espesor de 5 metros, que se interpreta como sedimentos finos y/o arcillas secas.
2. Subyaciendo la capa anterior, una unidad de 0,4 a 1,7 Ohm-m y un espesor de 20 a 150 metros, se interpreta como sedimentos finos y/o arcillas saturadas.
3. Superficialmente, entre las estaciones T99 a T97, una unidad de resistividades entre 15 a 47 Ohm-m, y un espesor de 30 metros, se interpreta como gravas, arenas y limos secos.
4. Subyaciendo a la capa anterior, una unidad con resistividades entre 1 a 11 Ohm-m y un espesor de 30 a 150 metros, se interpreta como gravas, arenas y limos saturados.
5. Una unidad basal, específicamente en el sector derecho del perfil, con resistividades que van desde los 300 a 2.000 Ohm-m, y un espesor de 100 a 140 metros, es interpretada como rocas volcánicas impermeables.

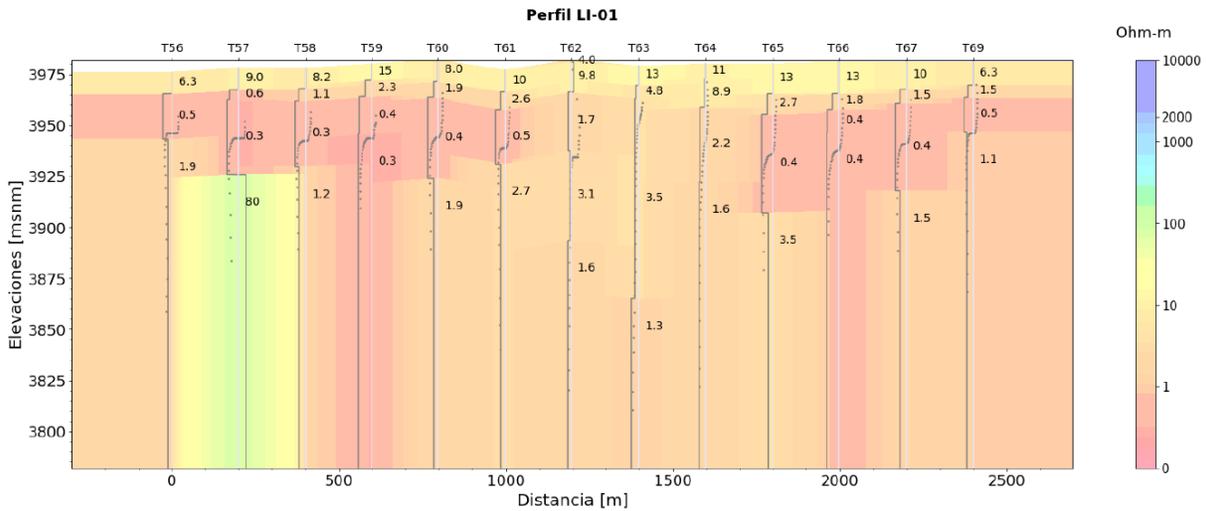
**Perfil LP-04 (Figura 4-11)**

**Figura 4-11.** Perfil geoelectrico LP-04 del Salar de Las Parinas. Fuente: Subterránea, 2023.

1. La unidad superficial entre las estaciones T96 a la T91, que presenta una resistividad entre 8,2 a 22 Ohm-m, con un espesor de 3 metros, se interpreta como sedimentos finos y/o arcillas secas.
2. Superficialmente en las estaciones T90 a T86 y bajo la unidad anterior, una capa con resistividad entre 32 a 75 Ohm-m y un espesor entre 3 a 70 metros, es interpretada como gravas, arenas y limos secos.
3. Bajo la unidad anterior, entre las estaciones T91 a T86, con una resistividad de 162 a 560 Ohm-m y un espesor de 50 a 70 metros, la capa se interpreta como sedimentos secos.
4. Subyaciendo las capas anteriores, la siguiente unidad presenta una resistividad entre 2,5 a 47 Ohm-m, un espesor variable entre 15 a 170 metros, y se interpreta como gravas, arenas y/o limos saturados.
5. La unidad basal, que presenta una resistividad de 2.000 Ohm-m y un espesor entre 50 a 150 metros, se interpreta como rocas volcánicas impermeables.

## 4.4 Perfiles TEM e Interpretación Salar de La Isla

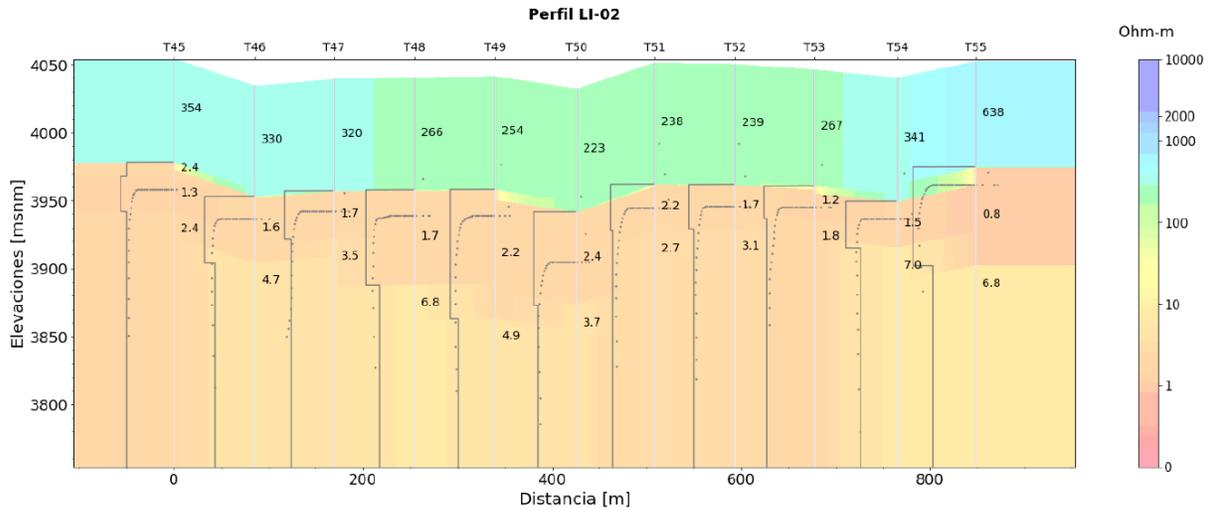
### Perfil LI-01 (Figura 4-12)



**Figura 4-12.** Perfil geoelectrico LI-01 del Salar de La Isla. Fuente: Subterránea, 2023.

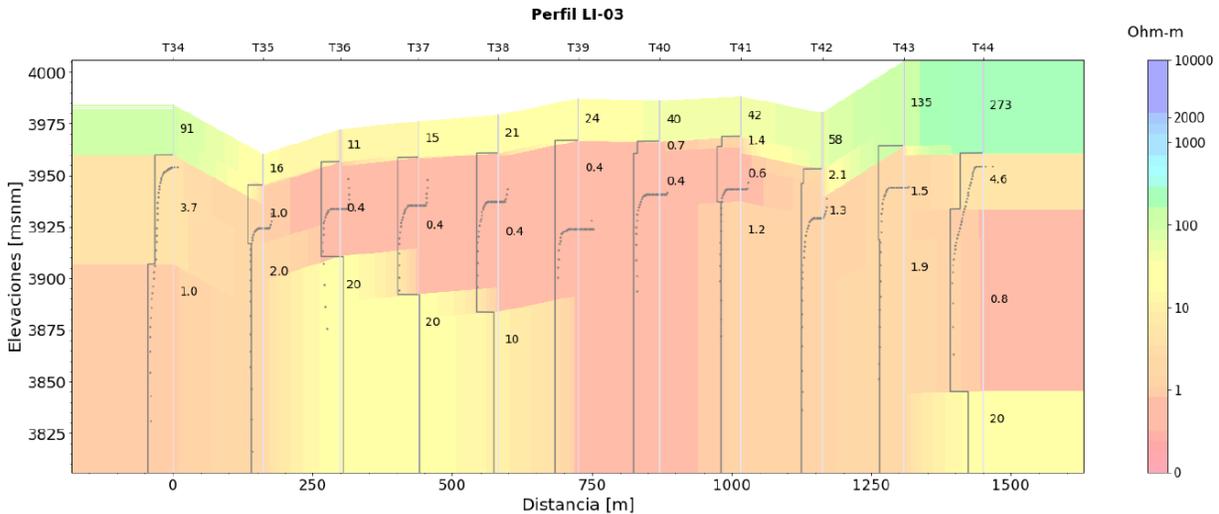
1. La unidad superficial presenta una resistividad de 4 a 15 Ohm-m, un espesor de 5 a 15 metros, y se interpreta como sedimentos finos y/o arcillas no saturadas.
2. Subyaciendo la unidad anterior, una capa de resistividad de 0,3 a 3,5 Ohm-m, y un espesor de 25 a 180 metros, se interpreta como sedimentos finos y/o arcillas saturados.
3. Bajo las estaciones T56 a T58, una capa de resistividad de 80 Ohm-m y espesor de 150 metros, se podría interpretar como gravas, arenas y limos secos, sin embargo, es posible que exista un error en la interpolación o los resultados, dado que no es coincidente con el resto del perfil geoelectrico.

**Perfil LI-02 (Figura 4-13)**



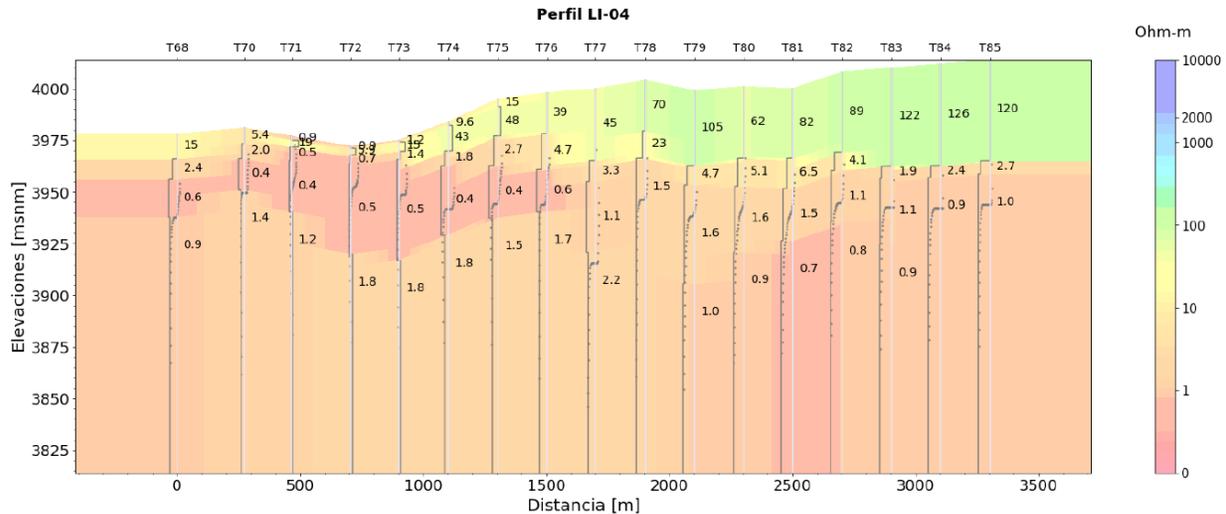
**Figura 4-13.** Perfil geoelectrico LI-02 del Salar de La Isla. Fuente: Subterranea, 2023.

1. Superficialmente, se presenta una unidad de resistividad entre 223 y 638 Ohm-m y un espesor de 70 a 80 metros, la cual es interpretada como gravas, arenas y limos secos o rocas volcánicas.
2. Subyaciendo la unidad anterior, se encuentra una capa con resistividades entre 0,8 y 6,8 Ohm-m, con un espesor variable entre 140 a 430 metros, que se interpreta como sedimentos finos y/o arcillas saturadas.

**Perfil LI-03 (Figura 4-14)**

**Figura 4-14.** Perfil geoelectrico LI-03 del Salar de La Isla. Fuente: Subterránea, 2023.

1. La unidad superficial que abarca la zona central del perfil tiene una resistividad entre 11 a 58 Ohm-m y un espesor de 15 a 30 metros, la cual es interpretada como gravas, arenas y limos secos.
2. En los bordes oeste y este del perfil, una unidad en superficie tiene una resistividad entre 91 a 273 Ohm-m, con un espesor entre 25 a 60 metros, que podría ser interpretada como sedimentos secos y/o rocas volcánicas.
3. Bajo la unidad anterior, se encuentra una capa con resistividades entre 0,4 a 20 Ohm-m y espesor variable entre 85 a 320 metros, que se interpreta como sedimentos finos y/o arcillas saturadas.

**Perfil LI-04 (Figura 4-15)**

**Figura 4-15.** Perfil geoelectrico LI-04 del Salar de La Isla. Fuente: Subterránea, 2023.

1. Entre las estaciones T68 a T73, se encuentra una capa superficial de resistividades entre 5,4 a 15 Ohm-m y un espesor de 5 metros, la cual es interpretada como sedimentos finos y/o arcillas secas.
2. Superficialmente, entre las estaciones T73 a T85, se presenta una unidad de resistividad de 23 a 122 Ohm-m y un espesor variable de 20 a 50 metros, interpretada como gravas, arenas y limos secos.
3. Subyaciendo a las unidades anteriores, entre las estaciones T68 a T76, una unidad con una resistividad entre 0,4 a 0,6 Ohm-m y un espesor de 5 a 50 metros, es interpretada como sedimentos finos y/o arcillas saturadas.
4. Subyacente a las unidades y abarcando la mayor parte del perfil, una capa de resistividades entre 0,9 a 6,5 Ohm-m y un espesor entre 80 y 160 metros, se interpreta como sedimentos finos y/o arcillas saturadas.

## 5 Síntesis y conclusiones

A partir de las interpretaciones realizadas en las líneas TEM y la geología superficial evaluada en cada una de las cuencas, es posible correlacionar las unidades geoelectricas con las unidades geológicas en profundidad de forma preliminar. Cabe decir que estas relaciones serán contrastadas y actualizadas una vez se obtenga información de los sondajes que se deben perforar según los compromisos.

- Cuenca Salar de Aguilar: se evidencia la presencia de capas sedimentarias correspondientes a depósitos aluviales y coluviales (Pleistoceno-Holoceno) que cubren la superficie de la cuenca con potencias que varían desde los 10 a los 15 m. Estas unidades sedimentarias son subyacidas por capas de rocas volcánicas del mioceno superior-pleistoceno inferior, las cuales sobreyacen a su vez a los depósitos salinos saturados con espesores entre 100 hasta 150 m. Estos depósitos salinos saturados se encuentran en profundidades entre 60 y 350 m b.n.t. en la zona norte del salar y entre 0 a 250 m b.n.t. hacia la zona sur, intercalándose con capas sedimentarias con menor saturación. El basamento corresponde a rocas volcánicas del mioceno medio-mioceno superior.
- Cuenca Salar de Gorbea: presenta una capa sedimentaria superficial, de depósitos aluviales y coluviales del pleistoceno-holoceno, con potencias de 30 a 60 m. Estas capas sobreyacen a los depósitos salinos del pleistoceno-holoceno, los cuales corresponden a capas sedimentarias de gravas, arenas y limos con evaporitas, saturadas, presentes entre 40 y 350 m b.n.t. en la zona noroeste del salar y entre 0 y 40 m b.n.t. en la zona oeste. Subyaciendo a la unidad salina saturada, se encuentra la roca basal volcánica, correspondiente a Volcanes del Mioceno Superior-Plioceno Inferior.
- Cuenca Salar de Las Parinas: la capa superficial corresponde a depósitos aluviales y coluviales del pleistoceno-holoceno (evidenciada solo en las líneas LP-03 y LP-04). Subyaciendo a los depósitos aluviales y coluviales, se encuentran los depósitos salinos saturados (Pleistoceno-Holoceno) compuestos por gravas, arenas y limos con sales y evaporitas, que tienen una potencia de 15 a 195 m y se ubican a profundidades entre 0 y 300 m b.n.t. en la zona más norte del salar, en el caso de la línea LP-4 hacia el este, la profundidad es de entre 200 a 300 m b.n.t. Subyaciendo los depósitos salinos saturados, se encuentra la roca basal, correlacionada con la unidad Volcanes del Mioceno Inferior-Mioceno Medio.
- Cuenca Salar de La Isla: en la superficie de la cuenca se presenta una capa sedimentaria correlacionada con depósitos aluviales y coluviales (Pleistoceno-Holoceno), los cuales tienen un espesor entre 5 y 50 metros. Estas capas sobreyacen a depósitos salinos

saturados (Pleistoceno-Holoceno) compuestos de gravas, arenas y limos con sales y evaporitas, que tienen una potencia entre 5 y 200 m y se encuentra en profundidades entre 5 a 300 m b.n.t. en las zonas de la costra salina al norte del salar y alejándose de la costra salina, las profundidades van de 50 a 300 m b.n.t. Bajo los depósitos salinos, se presenta la roca basal, correlacionadas con los Volcanes del Mioceno Inferior, compuestos de rocas volcánicas andesíticas y secuencias de lavas y piroclastos.

De acuerdo con la geología regional y la geología subsuperficial, es posible determinar zonas de interés para cada cuenca, en donde se puede explorar, muestrear y monitorear el acuífero principal. En el caso de la cuenca Salar de Aguilar, las profundidades de la zona saturada se ubican entre 60 a 350 m b.n.t. hacia la zona norte del salar y entre 0 y 250 m b.n.t. hacia el sur. En la cuenca Salar de Gorbea, las zonas de interés son más someras, con profundidades de nivel freático entre 0 y 40 hacia el oeste del salar y 40 a 350 m b.n.t. hacia el noroeste. En la cuenca Salar de Las Parinas, las profundidades de la zona acuífera variarían entre 0 a 300 m b.n.t., en donde se puede apreciar que hacia el este existe un incremento en la profundidad, las cual va desde 200 a 300 m b.n.t. Finalmente para la cuenca Salar de La Isla, dentro de la zona del salar, las profundidades del nivel freático se encontrarían entre 5 y 200 m b.n.t. y hacia el noroeste, alejándose del salar, la profundidad de nivel variaría desde los 50 a 300 m b.n.t.

Cabe mencionar que la ubicación de los sondajes propuestos por Amphos 21, los cuales se encuentran sobre los perfiles ejecutados, estaría correcta desde el punto de vista de intercepción de nivel de agua, ya que este era el objetivo inicial. Si bien en todos los perfiles se ha observado nivel de agua, este varía en mayor o menor profundidad en función de la cercanía al núcleo de los salares, como era de esperar.

Por otro lado, con la perforación de los sondajes, a través de métodos que permitan recuperar el testigo o detrito, se podrán asociar de forma directa las diferentes unidades geoelectricas a unidades geológicas, además de diferenciar dónde se interceptan las aguas dulces de salmueras.

## 6 Referencias

- Diagnóstico de Disponibilidad Hídrica en Cuencas Alto - Andinas de la Región de Atacama, Fase 3, Cuencas 10, 30, 31 y 32. Amphos 21, 2016.
- Estudio Geofísico mediante Transiente Electromagnético en los salares de Aguilar, Gorbea, Las Parinas y La Isla, Región de Atacama. Subterránea Consultores, 2023.
- Medida H-04: Investigación sobre Nuevas Fuentes de Agua en Cuencas de Salares La Isla, Aguilar, Gorbea y Las Parinas. Reporte Campaña Geología. Amphos 21, 2024.

## Anexos

## Anexo A - Estudio geofísico Salares Norte