



## **COMPILACIÓN DE INFORMES SOBRE:**

- **MERCADO INTERNACIONAL DEL LITIO**
- **EL POTENCIAL DE LITIO EN SALARES DEL NORTE DE CHILE**

**Subsecretaría de Minería  
Santiago, diciembre de 2013**



## Presentación

Chile posee una de las mayores reservas del litio del mundo y, adicionalmente, ventajas comparativas tales que se traducen en costos de producción más bajos que los competidores en esta industria. Lo anterior permitió que el país se haya posicionado por largos años como el principal productor de este mineral. Sin embargo, desde la promulgación del DL 2.886 en 1979, el litio se reservó para el Estado por considerarse de carácter estratégico al ser un material “de interés nuclear”.

No obstante, han pasados 30 años y como país aún no se define una estrategia para su uso en el ámbito de la fusión nuclear, quedando pendiente con ello también una definición sobre cómo aprovechar de mejor forma los beneficios económicos que la explotación del litio pudiera significar. Simultáneamente, el mercado mundial se ha mostrado muy dinámico, por lo que si no se define el camino por el que debemos transitar perderemos el liderazgo que hemos mantenido en el mercado.

Es por esta razón que el Gobierno del Presidente Sebastián Piñera se comprometió a establecer las bases para la definición de una política pública del litio, que permita abrir el mercado a nuevos actores e impulsar la competitividad de esta industria en nuestro país.

De forma de levantar los antecedentes necesarios para la definición de la política pública en materia del litio, la Subsecretaría de Minería ha encargado la elaboración de dos informes a la Comisión Chilena del Cobre (COCHILCO) y el Servicio nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN), los cuales se recopilan en este documento.

En el caso del informe de COCHILCO se busca mejorar y profundizar la información sobre el estado del mercado mundial del litio, sus tendencias y estado de ella en Chile, haciendo un análisis estratégico de la participación de Chile en el mercado. Por su parte, el informe de SERNAGEOMIN tiene como objetivo actualizar, mejorar y profundizar la información geológica del litio en los distintos salares en Chile, así como levantar información de propiedad y sobre estado de las concesiones mineras otorgadas sobre ellos.

Entre las principales conclusiones del informe de COCHILCO se encuentran:

- Bolivia alberga la mayor parte de los recursos con un 24% en el Salar de Uyuni, seguido por Chile con un 22%, considerando los salares de

Atacama y Maricunga. Otros países importantes son Argentina (19%) y China (14%).

- Chile ha sido líder en la producción mundial de litio, sin embargo en 2012 Australia alcanzó ese sitio, relegado a Chile al segundo puesto.
- Se pueden identificar, en el mercado mundial, asociaciones estratégicas entre compañías mineras, químicas y grupos empresariales con diversas líneas de negocios en las cuales se aplican compuestos de litio. En la actualidad, existe una tendencia de los países productores, Australia, Argentina y Canadá para agruparse con socios de Asia, es decir, de China, Japón y Corea del Sur. En Chile, sin embargo, no se observa esta tendencia.
- El marco regulatorio obstaculiza la inversión privada, debido a que el litio en los años 70 fue declarado estratégico, de interés nuclear y no concesible.
- No se ha seguido una estrategia para desarrollar competencias en la elaboración de productos especializados y tecnologías asociadas, a diferencia de sus competidores, como por ejemplo China. Incluso, en el país se carece de capacidades y conocimientos técnicos de procesamiento de litio aguas abajo en la cadena de valor.
- Estas limitaciones ponen en riesgo el liderazgo que Chile ha mantenido durante muchos años en la producción mundial de litio, considerando además que a nivel mundial hay una amplia cartera de inversión.
- Como respuesta a esta situación detectada, se pone en duda el carácter estratégico dado que ningún otro país importante del mercado lo define así.
- Se estima que ya no hay mayor fundamento técnico para mantener el atributo de estratégico específicamente para el litio y su condición de no concesible. Ello es compatible con la mantención del litio como sustancia de interés nuclear, es decir, como sustancia concesible y reservándose el Estado la primera opción de compra, si así lo aconseja el interés nacional.

En el caso del informe del SERNAGEOMIN, las principales conclusiones son las siguientes:

- Las mayores concentraciones de litio fueron detectadas en las salmueras de los salares del grupo sur (Aguas Calientes Sur, Pajonales, Gorbea, Agua Amarga, La Isla, Aguilar, Parinas), confirmando el alto potencial de estos salares como fuente de concentraciones económicas de este elemento.
- Desde el punto de vista de la propiedad minera la totalidad de la superficie cubierta por los salares estudiados, cuenta con concesiones mineras otorgadas, sean estas de explotación o exploración. El Estado de Chile mantiene propiedad minera en los salares de Atacama, Aguilar, Pedernales y Maricunga a través de CORFO, ENAMI y CODELCO.
- Si se considera solo la superficie total de los salares incluidos en este estudio, las concesiones del Estado cubren un 52% de esta.

De esta forma, ambos informes son un claro aporte para la discusión de una futura política pública sobre el litio al establecer las bases para dicha definición, ya que pone a disposición información actualizada sobre el mercado y sus fundamentos, la posición estratégica de Chile en la industria y el estado de propiedad de sus concesiones en el país.

FRANCISCO ORREGO BAUZÁ  
Subsecretario de Minería



Comisión Chilena del Cobre  
Dirección de Estudios

**MERCADO INTERNACIONAL DEL LITIO**  
**Diciembre 2013**  
**(DE/09/2013)**



## Resumen ejecutivo

El presente informe ha sido elaborado por la Comisión Chilena del Cobre (COCHILCO), en su calidad de asesor técnico y especializado en la formulación de políticas públicas en materias relativas a las sustancias minerales metálicas y no metálicas, y obedece al propósito de la Subsecretaría de Minería de contar con una visión actualizada del mercado internacional del litio a fin de contextualizar la situación de Chile y analizar, a la luz de antecedentes técnicos, la política vigente para esta sustancia.

La primera mirada puesta sobre la oferta de litio indica que los recursos son abundantes en salmueras y minerales, aunque actualmente se explotan en un reducido número de países. Las mayores reservas se registran en Bolivia, Chile y Argentina. Sin embargo, el creciente interés por el litio ha significado que se desarrollen mayores capacidades de producción incluyendo a nuevos países productores como Canadá. Actualmente, la producción mundial utiliza solo el 58% de la capacidad instalada, aunque Chile, que ha liderado la producción de litio desde mediados de los '90, utiliza el 86% de su capacidad instalada.

A más largo plazo, se prevé que desarrollos tecnológicos permitirán explotar nuevos y abundantes recursos minerales. Por lo tanto, respecto a la oferta de litio se puede afirmar que no es un recurso escaso ni lo será en un futuro previsible.

Respecto de la demanda, destacan cinco principales países o regiones consumidores de litio, que son China en primer lugar con 35% del consumo total de alrededor de 150.000 t de LCE (carbonato de litio equivalente) seguido por Europa (24%), Japón (11%), Corea del Sur (10%) y Norteamérica (EEUU y Canadá, 9%). Por su parte, la demanda asiática suma más de la mitad del total mundial.

Cabe destacar que la distancia física entre los principales consumidores y productores ha llevado a crear asociaciones estratégicas entre compañías mineras, químicas y grupos empresariales con diversas líneas de negocios en los cuales aplican el litio. Ello se ha visto particularmente activo entre actuales y futuras productoras provenientes de Australia, Canadá y Argentina, en conjunto con las asiáticas, presentes en China, Japón y Corea del Sur.

Se estima que las aplicaciones tradicionales del litio mostrarán un bajo crecimiento durante los próximos años, las numerosas aplicaciones emergentes y las futuras relacionadas al almacenamiento de energía, en especial las baterías recargables Li-Ion, de gran interés en la actualidad, tendrán un alto crecimiento en torno al 15% anual.

Respecto al interés nuclear, el litio ha sido considerado como un material fundamental para el desarrollo de los reactores de fusión nuclear, cuyo futuro aun está incierto y en plena etapa de investigación y desarrollo. Todavía no hay certeza si realmente es una fuente viable de energía para el consumo masivo y para cuándo se podría esperar su uso comercial. Sin embargo, se estima que recién en la segunda mitad de este siglo se iniciaría la construcción de los primeros reactores comerciales lo que podría eventualmente causar una estrechez temporal de la oferta de litio.

Actualizados los antecedentes de mercado, el presente informe analiza los elementos estratégicos del litio, revisando los lineamientos de políticas públicas internacionales, donde

solo Chile y Bolivia lo consideran no concesible y Argentina le otorga un cariz estratégico, según criterios particulares de las provincias que poseen este recurso.

Sobre la base de los antecedentes disponibles, luego se expone un análisis FODA, del cual se desprende que las fortalezas de Chile radican en la cantidad y calidad de sus recursos en salmueras, de la capacidad de explotarlás a bajo costo y al clima de inversión prevaleciente en el país. Sin embargo, anota debilidades en términos de maximizar los beneficios económicos provenientes de su explotación.

La mayor oportunidad que aún tiene Chile radica en que es muy atractivo para la inversión por la calidad de sus recursos y sus políticas económicas, por lo que el perfeccionamiento del marco regulatorio del litio permitiría un mejor aprovechamiento de él en términos económicos.

En resumen, desde el punto de vista de mercado, en los pasados 30 años Chile no ha tenido una estrategia definida en términos de su uso en el ámbito de la fusión nuclear, que inicialmente ha sido el argumento para declararlo de interés nuclear y, por ende, estratégico. En términos económicos, en tanto, el mercado mundial se ha mostrado muy dinámico, por lo que es deseable actuar en concordancia con este dinamismo, para que Chile recupere la posición de líder en producción que mantuvo por tantos años en el mercado.

En consecuencia, COCHILCO presenta a la consideración de la Subsecretaría de Minería la siguiente proposición:

Sobre la base de los antecedentes de mercado, actualmente disponibles y expuestos en este informe, se estima que ya no hay mayor fundamento técnico para mantener el atributo de estratégico específicamente para el litio y su condición de no concesible. Ello es compatible con la mantención del litio como sustancia de interés nuclear, en las mismas condiciones del uranio y el torio, es decir, como sustancia concesible y reservándose el Estado la primera opción de compra, si así lo aconseja el interés nacional.

## Contenido

Resumen ejecutivo .....	II
1. Introducción .....	1
2. Oferta.....	2
2.1 Recursos y reservas.....	2
2.1.1 Estimaciones de recursos mundiales .....	2
2.1.2 Potencial de salares.....	4
2.2 Tecnologías de producción de litio.....	5
2.2.1 Tecnologías de extracción de litio .....	7
2.2.2 Comparación competitiva de las tecnologías extractivas.....	11
2.3 Producción minera.....	13
2.4 Producción de litio según fuente .....	15
2.4.1 Producción a partir de salmueras.....	16
2.4.2 Producción a partir de minerales de litio .....	16
2.5 Asociaciones estratégicas de las compañías productoras .....	17
2.6 Oferta potencial.....	18
2.6.1 Producción potencial de litio a partir de minerales.....	18
2.6.2 Producción potencial de litio a partir de salmueras.....	20
2.6.3 Proyección de la capacidad instalada hacia 2020.....	21
3. Usos y aplicaciones del litio .....	21
3.1 Usos y consumo actual por tipo de aplicación .....	22
3.2 Usos y consumo por aplicación y tasa de crecimiento .....	25
3.3 Demanda actual y su distribución geográfica .....	26
3.4 El litio en la fusión nuclear.....	27
4. Flujo internacional del litio .....	29
4.1 Comercio internacional de los compuestos básicos de litio .....	29
4.1.1 El mercado del carbonato de litio .....	29
4.1.2 El mercado del cloruro e hidróxido de litio .....	31
4.2 Flujo internacional de materia prima .....	31
5. Elementos estratégicos del litio .....	33
5.1 Políticas públicas internacionales en el ámbito del litio.....	33
5.2 Marco regulatorio en Chile .....	34
5.2.1 Política específica para el litio en Chile .....	34
5.2.2 Modalidades de explotación .....	35
5.2.3 Comercialización .....	35
5.2.4 Organismos públicos involucrados en la minería del litio en Chile .....	36
5.3 Análisis FODA.....	37
5.4 Análisis del carácter estratégico del litio.....	39
5.4.1 Liderazgo de Chile.....	40

5.4.2	Asociaciones estratégicas en otros países .....	40
5.4.3	Expectativas de la demanda .....	41
5.4.4	Contribución al ingreso del país.....	42
5.5	Proposición .....	42
6.	Referencias .....	43
	Abreviaciones .....	45
	Anexos .....	46

## Índice de figuras

Fig. 1:	Tamaño de las principales industrias mineras en 2012 (MMUS\$). .....	1
Fig. 2:	Distribución de los recursos de litio en el mundo por país.....	4
Fig. 3:	Fuentes y cadena de producción del litio .....	6
Fig. 4:	Cadena de producción primaria y secundaria de litio .....	7
Fig. 5:	Proceso de producción de carbonato de litio a partir de la salmuera del Salar de Atacama, Sociedad Chilena del Litio. ....	8
Fig. 6:	Flujo de proceso de la planta de osmosis inversa de litio. ....	9
Fig. 7:	Proceso de extracción por solvente de litio LiSx™ desarrollado por Bateman Lithium. ....	10
Fig. 8:	Producción de carbonato de litio a partir de arcillas sedimentarias (hectoritas). ....	11
Fig. 9:	Producción de litio en toneladas de LCE. ....	14
Fig. 10:	Participación porcentual de los cuatro mayores productores de litio. ....	15
Fig. 11:	Principales productores de compuestos básicos de litio a partir de salmueras. ....	16
Fig. 12:	Principales productores de concentrado de minerales de litio. ....	17
Fig. 13:	Participación porcentual proyectada en el total mundial de la capacidad productiva de LCE.....	21
Fig. 14:	Cadena de producción del litio. ....	23
Fig. 15:	Participación de las diversas aplicaciones en la demanda mundial del litio en 2012 (150.000 t LCE). ....	24
Fig. 16:	Proyecciones de consumo de litio en relación a sus aplicaciones y el respectivo crecimiento.....	25
Fig. 17:	Evolución de la demanda mundial de litio durante la última década en t LCE. ....	26
Fig. 18:	Participación en el consumo mundial según país/región en %. ....	27
Fig. 19:	Participación en la producción de carbonato de litio. ....	29
Fig. 20:	a.) Principales países exportadores de carbonato de litio entre 2005 y 2012. Las exportaciones globales ascienden a casi 80.000 t de carbonato de litio en 2012. b.) Su participación porcentual en 2012. Chile y Argentina suman más del 80% del total global.....	30
Fig. 21:	Participación global de los principales importadores de carbonato de litio en 2010 y 2012. ....	30
Fig. 22:	Distribución geográfica de centros de extracción y conversión de litio, y el flujo global de materia prima .....	32

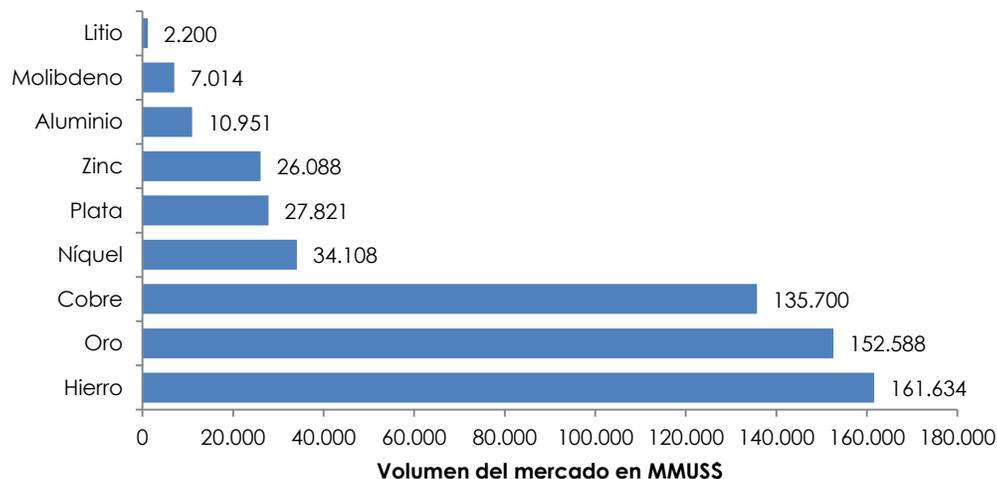
## Índice de tablas

Tabla 1. Comparación de estimaciones de recursos y reservas mundiales de litio metálico	2
Tabla 2. Estimación de recursos de acuerdo a las fuentes señaladas. ....	3
Tabla 3. Factores claves que determinan la viabilidad de extracción de litio a partir de salmueras.....	4
Tabla 4. Comparación de las características relevantes de salares en el mundo (ranking descendente según concentración de litio) .....	5
Tabla 5. Costos de producción según país y tipo de materia prima .....	12
Tabla 6. Comparación competitiva de tecnologías extractivas.....	13
Tabla 7. Estimaciones de la producción mundial por país (t de LCE) .....	14
Tabla 8. Distribución global de la producción de litio según fuente y país. ....	15
Tabla 9. Capacidad productiva adicional hasta 2017 por año de puesta en marcha de proyectos según tipo de yacimiento y país en tpa de LCE.....	19
Tabla 10. Capacidad total proyectada según país en tpa de LCE .....	20
Tabla 11. Los productos del litio y sus principales aplicaciones asociadas. ....	24
Tabla 12. Clasificación de aplicaciones según su crecimiento .....	25
Tabla 13: Políticas públicas en el ámbito del litio en otros países .....	33
Tabla 14. Empresas que mantienen concesiones constituidas antes de 1979 en los 15 salares.....	35
Tabla 15. Matriz del análisis FODA: Fortalezas y debilidades de la minería de litio en Chile .	38
Tabla 16. Matriz del análisis FODA: Oportunidades y amenazas de la minería de litio en Chile .....	39

## 1. Introducción

En 2012, el volumen del mercado mundial del litio fue estimado en US\$2.200 millones (Roskill, 2013), es decir, muy inferior a otras industrias mineras como del cobre, oro o hierro (Fig. 1). Sin embargo, se pronostica un futuro dinámico de la demanda y oferta debido a la tendencia actual del desarrollo de baterías de litio y vehículos eléctricos, lo que conllevaría un creciente uso y un aumento en su demanda. Cabe destacar que aun con un crecimiento importante es un mercado muy menor al del cobre.

En este contexto, Chile tiene una posición privilegiada en el lado de la oferta, ya que alberga importantes recursos a nivel mundial y es uno de los principales productores de compuestos de litio. Si bien es así, en la economía nacional juega un rol menor, abarcando exportaciones por US\$305 millones FOB, lo que corresponde solo a un 0,4% del total de los envíos nacionales y un 0,6% de las exportaciones mineras totales.



Fuente: COCHILCO

**Fig. 1: Tamaño de las principales industrias mineras mundiales en 2012 (MMUS\$).**

El mercado del litio es relativamente pequeño comparado con otros sectores tales como el oro o el hierro, y es solo 1,3% del mercado del cobre.

Sin embargo, el liderazgo mundial de Chile se ha visto afectado dado que otros países han alcanzado niveles parecidos, como Australia, cuya producción recientemente superó la de Chile.

Frente a este escenario, para mantener y/o mejorar la competitividad de Chile es necesario comprender la mecánica del mercado, los factores que inciden en él, conocer los principales actores y las perspectivas de mediano y largo plazo. En base a ello, se podrán desarrollar propuestas de políticas públicas y tomar las acciones necesarias.

Por lo anterior, y a petición del Subsecretario de Minería Francisco Orrego, en el marco del presente trabajo COCHILCO recopiló antecedentes de diversas fuentes tanto públicas como de consultoras especializadas en el tema, y se desarrolló el correspondiente análisis técnico para explicitar la posición competitiva de Chile en el mercado del litio.

Para exhibir la información en el contexto correspondiente, se presentan primero los usos del litio, seguido por la distribución geográfica de los recursos en el mundo y tecnologías extractivas. A continuación se detalla la estructura internacional del mercado, incluyendo a la oferta y demanda actual, y se estima la oferta potencial durante los próximos años, pero no incluye la visión prospectiva de la demanda potencial. Para terminar se presentan las estrategias políticas de los principales países de este mercado y un análisis FODA que evalúa los puntos más destacables de la situación actual del mercado del litio para Chile.

## **2. Oferta**

Para poder entender la estructura del mercado del litio es fundamental analizar y cuantificar las variables de la oferta tales como recursos y reservas mundiales, las tecnologías de extracción y la producción minera.

### **2.1 Recursos y reservas**

Existen diversas fuentes de litio en todo el mundo, entre ellas los minerales de litio en rocas pegmatíticas<sup>1</sup> y sedimentarias<sup>2</sup>, y las salmueras en salares, campos de petróleo y geotermales, y el agua del mar. En la actualidad, la extracción a partir de pegmatitas y salmueras de salares es la más común.

#### **2.1.1 Estimaciones de recursos mundiales**

Respecto del volumen de los recursos mundiales de litio, las estimaciones difieren mucho en el tiempo y de fuente a fuente. Ellas varían entre 28 y 60 Mt (Tabla 1). Estas diferencias se deben a que los diversos estudios incluyen un número distinto de depósitos y las metodologías de estimación no son consistentes. Además la calidad de los volúmenes de rocas y leyes de litio reportados difieren de depósito a depósito.

No obstante lo anterior, y de acuerdo a la evaluación de las diversas fuentes, se estima que los recursos ascienden a 36,7 Mt, sin considerar el litio contenido en el agua del mar. Esta cifra se basa en la comparación de diversas fuentes señaladas en Tabla 2.

**Tabla 1. Comparación de estimaciones de recursos y reservas mundiales de litio metálico**

---

<sup>1</sup> Rocas magmáticas de granos muy gruesos que se formaron a partir de la cristalización de magma en la corteza terrestre y contienen concentraciones recuperables de elementos como litio, estaño, tantalio, niobio, berilio, entre otros.

<sup>2</sup> Rocas que se forman a partir de la depositación y solidificación de sedimentos.

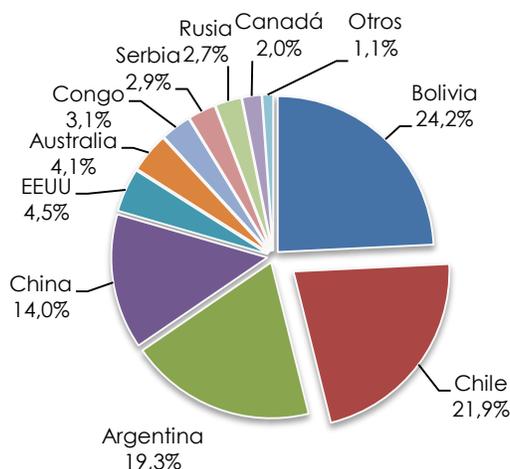
Fuente	Recursos (Mt Li met.)	Reservas (Mt Li met.)
Garrett (2004)*		14,9
Evans (2008)	28,3	
Yaksic& Tilton (2009)*	59,8	29,4
Gruber et al. (2011)	38,8	
GEM (2012)	28,9	
Evans (2012)	39,9	
USGS (2013)	32,3	13,0
Cochilco (Tabla 6)	36,7	
Roskill (2013)	39,9	20,8
Nota: *sin Mar Muerto		

A nivel de países, Bolivia alberga la mayor parte de los recursos con un 24% en el Salar de Uyuni, seguido por Chile con un 22%, considerando los salares de Atacama y Maricunga (Tabla 2; Fig. 2). Otros países importantes son Argentina (19%) y China (14%).

Considerando los tipos de depósitos, un 82% de los recursos se encuentra en las salmueras de los salares de Bolivia, Argentina, Chile, China y EEUU, 15% en minerales de rocas tanto pegmatíticas como sedimentarias (hectorita) y 3% en otras fuentes como las salmueras geotermales o en campos petrolíferos.

**Tabla 2. Estimación de recursos de acuerdo a las fuentes señaladas.**

País	Mt Li met.	Fuentes
<b>Bolivia</b>	8,90	COMIBOL (1)
<b>Chile</b>	8,04	Roskill (2013), SQM, CORFO (1)
<b>Argentina</b>	7,09	Compañías mineras (2)
<b>China</b>	5,15	Roskill (2013) (1)
<b>EEUU</b>	1,67	Compañías mineras (2)(3)
<b>Australia</b>	1,52	Compañías mineras (2)
<b>Congo</b>	1,15	Roskill (2013) (1)
<b>Serbia</b>	1,05	Roskill (2013) (4)
<b>Rusia</b>	1,00	Evans (2012), USGS (2013) (1)
<b>Canadá</b>	0,74	Compañías mineras, Roskill (2013) (2)
<b>Brasil</b>	0,10	Roskill (2013) (1)
<b>Zimbawe</b>	0,06	USGS (2012) (1)
<b>Austria</b>	0,05	Global Strategic Metals (2)
<b>Portugal</b>	0,01	Roskill (2013) (1)
<b>Otros</b>	0,20	estimación propia en base a Roskill (2013) (1)
<b>TOTAL</b>	<b>36,72</b>	
<p>(1) Valor referencial; se desconoce metodología y parámetros utilizados.  (2) Se consideraron recursos medidos e indicados publicados por las empresas mineras con proyectos de litio.  (3) Según USGS (2013) los recursos de EEUU ascienden a 5,5 Mt. Sin embargo, se desconocen los yacimientos incluidos y los parámetros utilizados de este cálculo.  (4) Recurso inferido publicado en Roskill (2013).</p>		



Distribución de recursos por tipo de yacimiento:

- 82% salares
- 15% minerales
- 3% otras fuentes

Fuente: COCHILCO

**Fig. 2: Distribución de los recursos de litio en el mundo por país.**

Los salares altiplánicos de Bolivia, Chile y Argentina albergan más de la mitad de los recursos mundiales de litio.

### 2.1.2 Potencial de salares

Existen diversos factores que determinan la eficiencia y viabilidad de la recuperación de litio a partir de salmueras, tales como la concentración de sales contenidas, la ubicación geográfica y el clima, entre otros (Tabla 3).

**Tabla 3. Factores claves que determinan la viabilidad de extracción de litio a partir de salmueras**

Variable	Efecto
<b>Concentración de litio</b>	Decide sobre la cantidad de sales recuperables de litio.
<b>Superficie del salar</b>	La extensión de un salar determina la cantidad de salmueras disponibles.
<b>Concentración de potasio</b>	El potasio es un co-producto de la extracción de litio y aumenta el margen de ganancias, bajando los costos operacionales.
<b>Relación entre magnesio y litio</b>	Una mayor concentración de magnesio aumenta el consumo de cal para precipitar Mg y/o al requerirse una mayor superficie de evaporación solar para concentrar las sales de magnesio y separarlas por cristalización, encareciendo la recuperación de litio.
<b>Clima</b>	Se requiere un clima árido para el uso de la evaporación solar como método extractivo; es decir, la tasa de precipitación debe ser muy inferior y la tasa de evaporación mayor.

Fuente: COCHILCO

La Tabla 4 muestra una composición de las características de los salares más importantes en el mundo. Considerando todos ellos, además de los métodos extractivos disponibles, el Salar de Atacama es actualmente el más importante a nivel mundial. Es favorecido por el clima, dada su posición geográfica en un ambiente muy árido con una tasa muy elevada de evaporación, además de una alta concentración de litio. Asimismo, las altas concentraciones de potasio hacen posible la extracción y coproducción de este mineral, optimizando el costo operacional.

Adicionalmente, existen otros yacimientos en Chile con un alto potencial de ser explotados, entre los cuales figuran también salares en territorio chileno (Tabla 4): los salares de La Isla, Maricunga y Pedernales. El Salar de Maricunga incluso ha sido objeto de estudios y campañas de exploración de varias compañías (Simbalik y Li3 Energy), y existen proyectos de inversión que consideran su explotación de litio (Anexo 1).

**Tabla 4. Comparación de las características relevantes de salares en el mundo (ranking descendente según concentración de litio)**

	Salar	País	Li (ppm)	K (ppm)	Mg/Li	Evaporación (mm/a)	Superficie (km <sup>2</sup> )	Altura (msnm)
<b>1</b>	<b>Atacama</b>	<b>Chile</b>	<b>1.500</b>	<b>18.500</b>	<b>6,4</b>	<b>3.700</b>	<b>3.000</b>	<b>2.300</b>
<b>2</b>	Pastos Grandes	Bolivia	1.033	7.766	2,2	1.500	100	4.200
<b>3</b>	La Isla	Chile	860	3.170	5,1	1.000	152	3.950
<b>4</b>	Maricunga	Chile	800	7.480	6,6	1.200	145	3.760
<b>5</b>	Salinas Grandes	Argentina	795	9.547	2,7	2.600	212	3.450
<b>6</b>	Olaroz	Argentina	690	5.730	2,4	2.600	120	3.900
<b>7</b>	<b>Hombre Muerto</b>	<b>Argentina</b>	<b>690</b>	<b>6.100</b>	<b>1,4</b>	<b>2.775</b>	<b>600</b>	<b>4.300</b>
<b>8</b>	<b>Zhabuye</b>	<b>China</b>	<b>680</b>	<b>s/a</b>	<b>0,001</b>	<b>2.300</b>	<b>243</b>	<b>4.420</b>
<b>9</b>	Sal de Vida	Argentina	660	7.370	2,2	s/a	s/a	4.025
<b>10</b>	Diablillos	Argentina	556	6.206	3,7	s/a	40	3.760
<b>11</b>	Pedernales	Chile	400	4.200	8,7	1.200	335	3.370
<b>12</b>	Diangxiongcuo	China	400	s/a	0,2	2.300	56	4.475
<b>13</b>	Caucharí	Argentina	380	3.700	2,8	2.600	350	3.950
<b>14</b>	Uyuni	Bolivia	350	7.200	19	1.500	12.000	3.650
<b>15</b>	Rincón	Argentina	330	6.200	8,5	2.600	260	3.700
<b>16</b>	Coipasa	Bolivia	319	10.600	45,7	1.500	2.218	3.650
<b>17</b>	<b>Xitai</b>	<b>China</b>	<b>310</b>	<b>s/a</b>	<b>65</b>	<b>3.560</b>	<b>s/a</b>	<b>2.790</b>
<b>18</b>	<b>Dongtai</b>	<b>China</b>	<b>300</b>	<b>s/a</b>	<b>40-60</b>	<b>3.560</b>	<b>s/a</b>	<b>2.790</b>
<b>19</b>	SilverPeak	EEUU	230	5.300	1,5	900	80	1.300

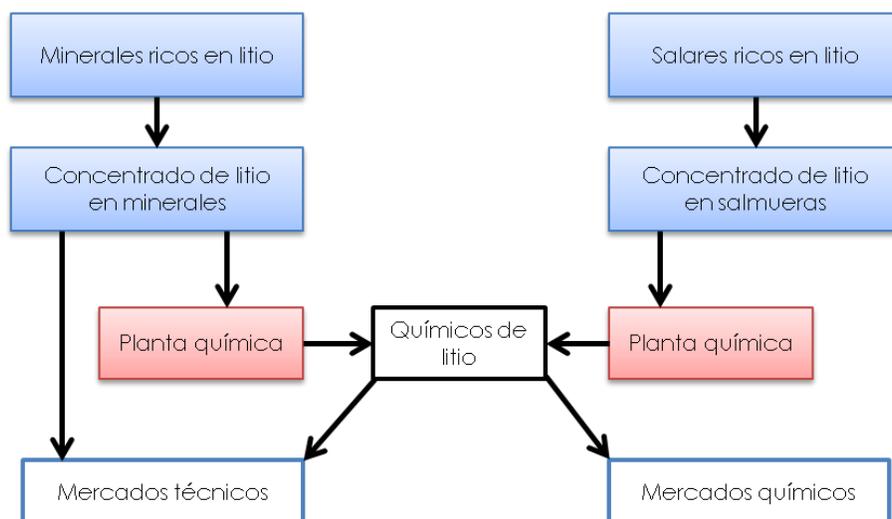
Nota:  
Sombreado celeste destaca los salares en Chile.  
En negrita se destacan los salares que actualmente se encuentran en operación.

Fuente: COCHILCO en base a Garrett (2004), Gruber et al. (2011), Mohr et al. (2012), Riesacher et al. (1999), Roskill (2013), Yaksic&Tilton (2009) e información de empresas mineras.

## 2.2 Tecnologías de producción de litio

El litio se recupera en forma de carbonato, cloruro o hidróxido a partir de las siguientes fuentes: 1) Minerales de litio en rocas pegmatíticas, y 2) Sales disueltas en salmueras de salares. En el caso de los minerales se explota la roca, y mediante distintos procesos como el chancado, molienda y flotación diferencial se obtiene un concentrado del mineral que contiene el litio, como el espodumeno o la petalita. Éste, a su vez, se utiliza directamente en el mercado técnico, por ejemplo, en procesos de la industria de vidrio y fritas<sup>3</sup>, y como material base en el mercado químico para la elaboración de compuestos de litio (Fig. 3).

<sup>3</sup> Compuesto cerámico vítreo obtenido a partir de la fusión y el enfriamiento rápido de una combinación de sustancias inorgánicas; se utiliza en la industria cerámica para fabricar esmaltes vidriados.



Fuente: COCHILCO en base a información de las empresas productoras de litio.

**Fig. 3: Fuentes y cadena de producción del litio**

Las fuentes principales de litio son 1.) Minerales en pegmatitas, y 2.) Sales disueltas en salmueras de salares. Ambos son la materia prima para la producción de químicos de litio utilizados tanto en los mercados técnicos como químicos.

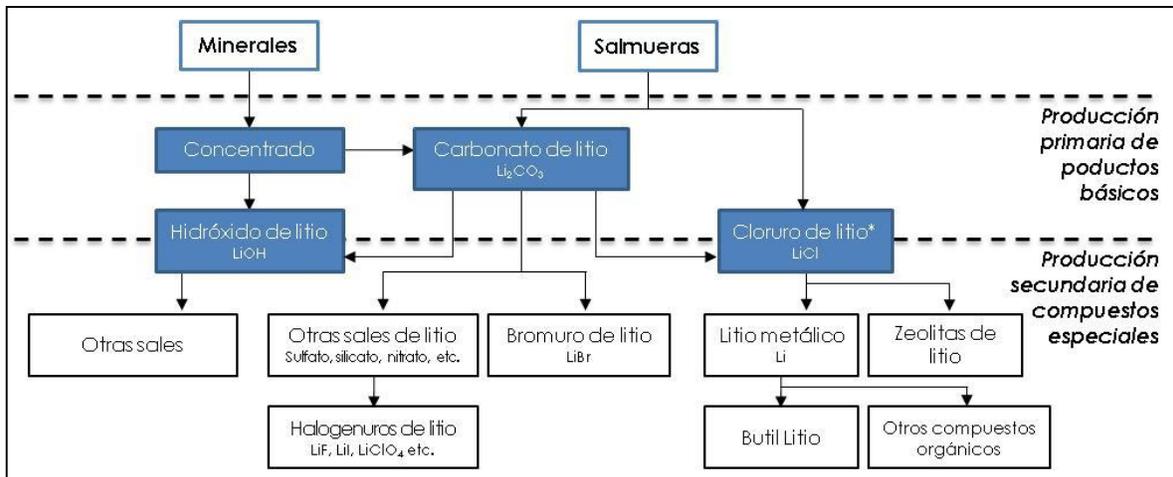
Los químicos de litio que se producen a partir de los concentrados, son el carbonato y el hidróxido de litio. Ellos son la materia prima para la elaboración de una cadena de compuestos y productos especiales que se detallan en Fig. 4.

Por su parte, en los salares se extraen las salmueras que contienen diversas sales disueltas que se separan mediante la evaporación solar. La solución restante es tratada en una planta química, donde se producen carbonato o cloruro de litio. A partir de estas sales se elaboran el litio metálico e hidróxido de litio, entre otros, que es la materia prima de una serie de químicos de litio como los halogenuros o el butil litio, entre otros (ver Cap. 3). En este contexto, es preciso señalar que el cloruro y el hidróxido de litio también se obtienen como producto secundario a partir del carbonato de litio.

De la cadena de producción minera se obtienen los siguientes productos básicos de litio:

- Concentrado de minerales de litio
- Carbonato de litio,
- Cloruro de litio, e
- Hidróxido de litio.

Todos ellos tienen aplicaciones directas o son la base para la elaboración de una serie de compuestos derivados para aplicaciones específicas (ver Cap. 3.1).



\* Nota: El cloruro de litio es un producto primario cuando se obtiene directamente de la salmuera y un producto secundario en caso de elaborarlo a partir del carbonato o hidróxido de litio.

Fuente: COCHILCO en base a información de las empresas productoras de litio.

**Fig. 4: Cadena de producción primaria y secundaria de litio**

Los productos básicos de litio son: el concentrado de minerales, carbonato de litio, hidróxido de litio y cloruro de litio.

## 2.2.1 Tecnologías de extracción de litio

En la actualidad, el litio se extrae de las salmueras de sales y de rocas pegmatíticas. Para ello se aplican solo dos procesos de extracción comercialmente:

- Evaporación solar y concentración de salmueras extraídas de sales y la extracción posterior de carbonato o cloruro de litio.
- Explotación de minerales pegmatíticos de litio (p.ej. espodumeno, lepidolita y petalita) y su conversión a carbonato o hidróxido de litio.

Sin embargo, ha habido iniciativas para desarrollar nuevas tecnologías con el objetivo de optimizar tiempos y costos de producción. Las diversas alternativas, tanto tradicionales como nuevas, se discuten a continuación.

### 2.2.1.1 Salmueras

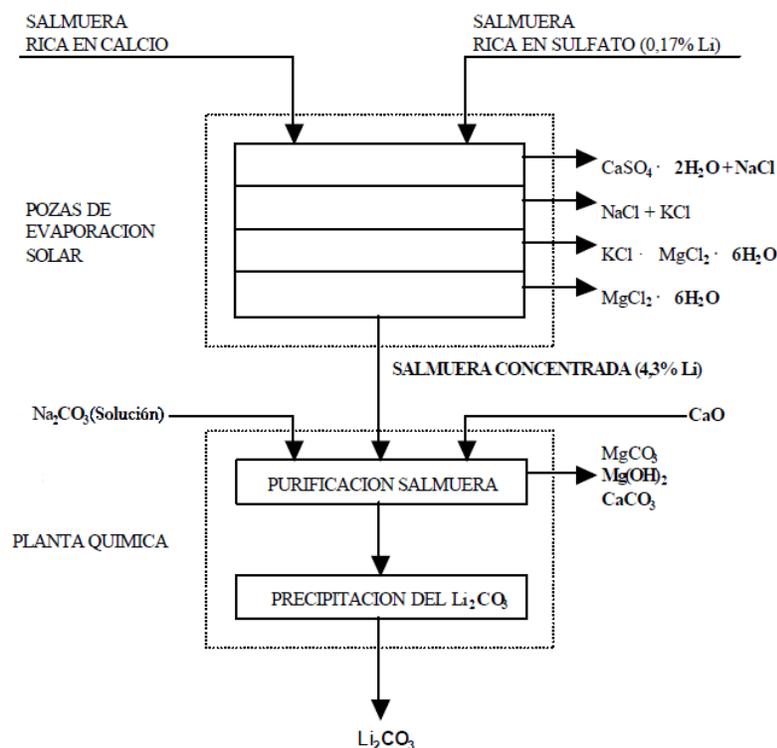
Uno de los métodos convencionales de extracción de litio es la evaporación de salmueras a partir de sales. Sin embargo, el tiempo de elaboración se extiende entre 12 y 24 meses. Por ello, ha habido varias iniciativas para encontrar tecnologías que puedan acortar el proceso productivo y aumentar el aprovechamiento de las salmueras.

A continuación se describe tanto la evaporación solar como los recientes métodos que aún no cuentan con experiencia comercial.

### a) Evaporación de pozos

Las salmueras del salar se extraen mediante bombas de pozo profundo y luego se transportan a pozas de evaporación, en donde se concentra el litio en varias etapas hasta obtener una salmuera concentrada con más de 4% de litio. Este proceso demora entre 12 y 24 meses (Fig. 5).

La solución concentrada es tratada en una planta química para purificarla y posteriormente precipitar el litio en la forma de carbonato. También existe la posibilidad de obtener cloruro de litio directamente de la salmuera tal como se realiza en el Salar del Hombre Muerto, en Argentina. Actualmente, este método es el de menor costo de producción.



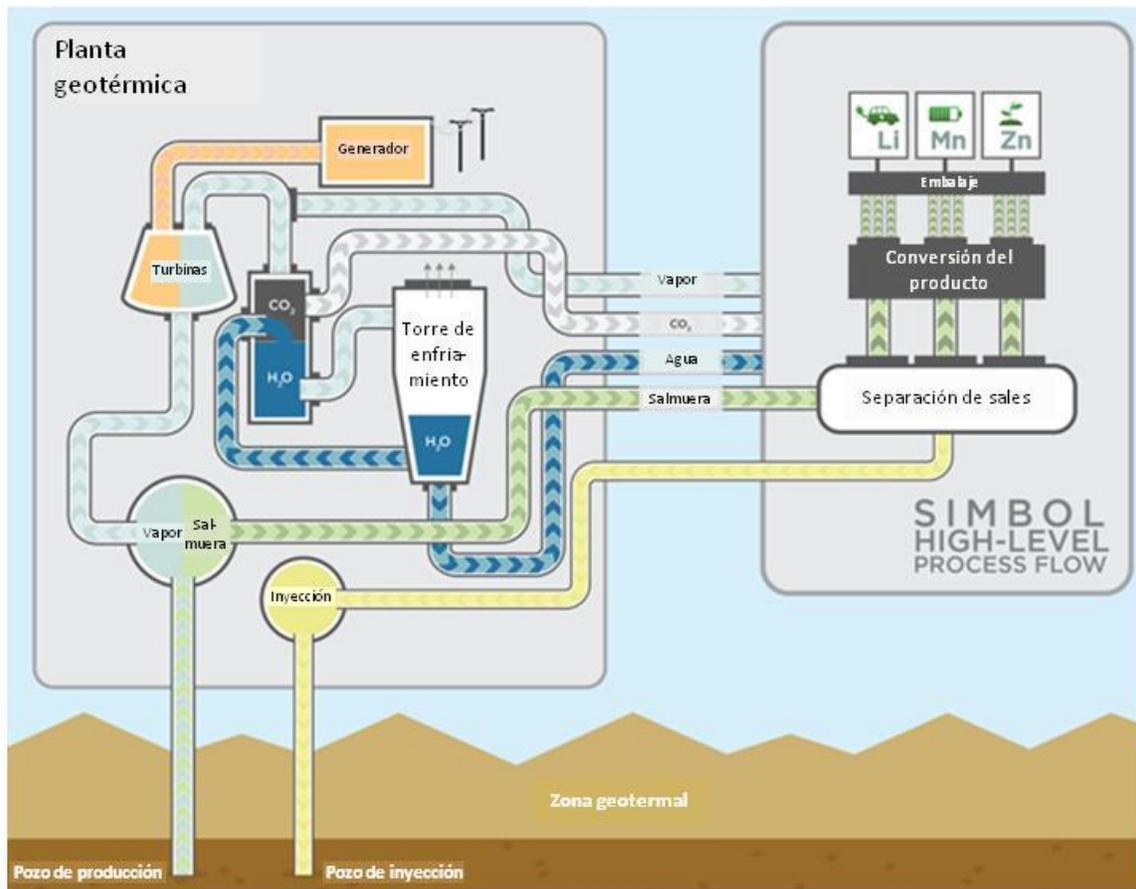
Fuente: Cisternas (1999) en base a Lagos (1986)

Fig. 5: Proceso de producción de carbonato de litio a partir de la salmuera del Salar de Atacama, Sociedad Chilena del Litio (SCL).

### b) Osmosis inversa

Simbol Materials desarrolló un proceso para aprovechar una planta geotérmica de 50 MW cerca de Salton Sea, en el Valle Imperial de California, que bombea salmuera caliente de las profundidades para generar vapor que, a su vez, mueve una turbina de generación eléctrica (Fig. 6). Actualmente, la planta reinyecta la salmuera nuevamente en el suelo después de que ésta produzca el vapor que alimenta las turbinas. Estas soluciones, sin embargo, contienen un 30% de sólidos disueltos, entre ellos de litio, manganeso y zinc.

Con el objetivo de aprovechar los minerales contenidos en la salmuera, se encuentra en construcción un proyecto que pretende desviar la salmuera de la planta de energía antes de su reinyección, hacia equipos de procesamiento. Allí, la salmuera aún caliente fluirá a través de un medio que filtra las sales en cuestión de horas. Luego se purifica creando un carbonato de litio de alta pureza (Fig. 6).



Fuente: Simbol Materials

**Fig. 6: Flujo de proceso de la planta de osmosis inversa de litio.**

Simbol Materials aprovechará las salmueras extraídas desde pozos en un campo geotérmico para extraer litio, entre otros minerales.

### c) Extracción química

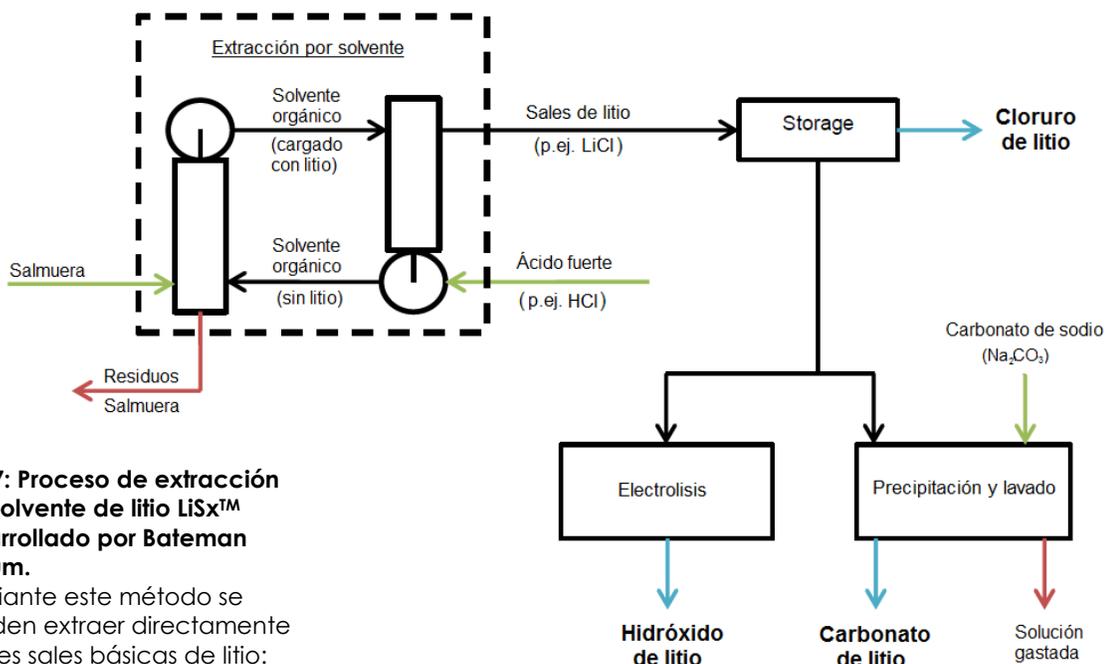
La surcoreana POSCO ha desarrollado una tecnología para extraer en forma química el litio de una salmuera. Ésta reduce el tiempo de extracción a horas y aumenta la tasa de recuperación a 80%-99.99%. La misma tecnología puede utilizarse, además, para extraer magnesio, calcio, potasio y boro, entre otros, de salmueras de diversas fuentes.

Actualmente la compañía está operando una planta piloto en el Salar de Maricunga en conjunto con Li3 Energy con una capacidad de 20 tpa de carbonato de litio.

#### d) Extracción por solvente (SX)

Bateman Lithium Projects, una división de Bateman Litwin Group, ha desarrollado y patentado el proceso LiSx™ en el cual se obtiene el litio a través de la extracción por solventes desde salmueras o soluciones posteriores a la lixiviación de minerales (Fig. 7).

Las soluciones son mezcladas inicialmente con un solvente orgánico en el cual se disuelven los iones de litio. El solvente orgánico luego es separado de la solución acuosa y con la adición de un fuerte ácido se elimina el litio produciendo cloruro de litio. El solvente limpio puede ser reutilizado en el proceso.



**Fig. 7: Proceso de extracción por solvente de litio LiSx™ desarrollado por Bateman Lithium.**

Mediante este método se pueden extraer directamente las tres sales básicas de litio: cloruro, carbonato e hidróxido.

Fuente: Roskill (2013) en base a información entregada por Bateman Lithium

#### 2.2.1.2 Pegmatitas

La mayoría de los yacimientos de litio en pegmatitas se encuentran cerca de la superficie, lo que hace posible su explotación mediante métodos mineros de rajo abierto incluyendo perforación y tronadura. Para producir concentrados de espodumeno, petalita o lepidolita, el mineral primero es sometido al proceso de conminución con chancadores, seguido por la separación en medio denso, molienda y clasificación. Posteriormente los minerales son separados magnéticamente o vía flotación. Los últimos pasos son el filtrado, lavado y secado del concentrado obtenido.

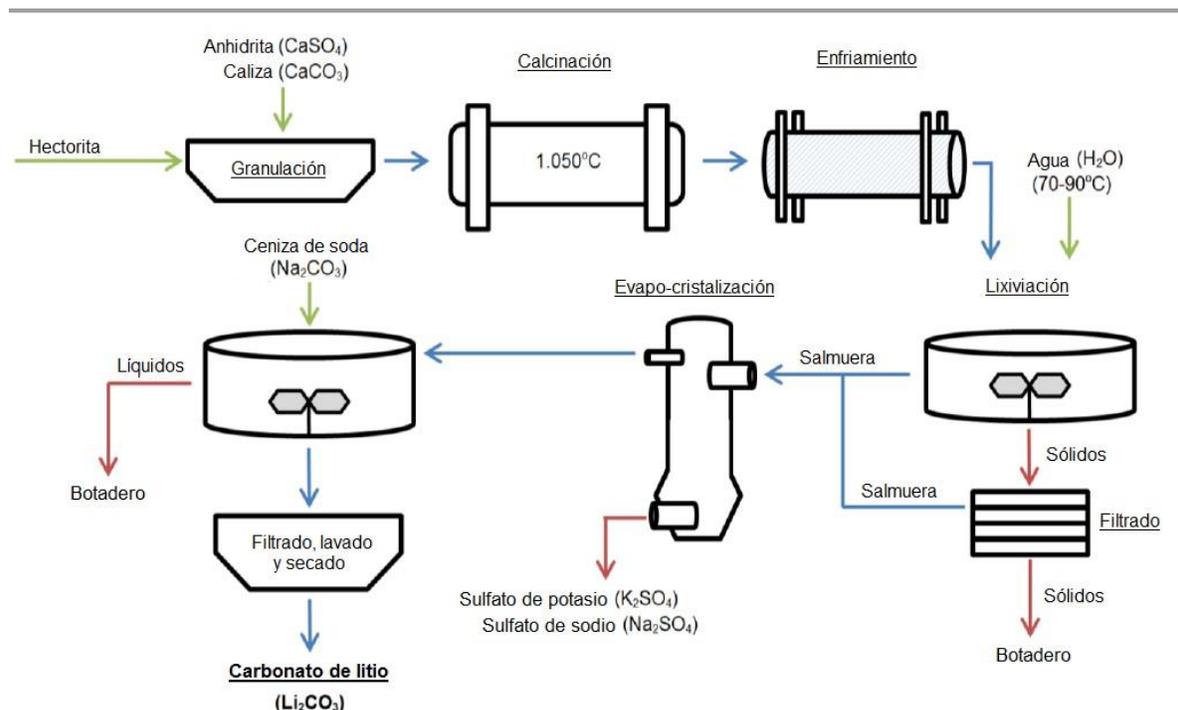
El proceso cuenta con instalaciones de planta y equipamiento, intensivo en el uso de energía eléctrica. Por ende, su costo operativo es considerablemente mayor al de la evaporación solar (para comparación ver Tabla 6; Cap. 2.2.2.).

### 2.2.1.3 Depósitos de arcillas

Los depósitos de arcillas sedimentarias, como la hectorita, también son una fuente interesante de litio. Antiguamente no se creía que su explotación fuera una alternativa a los métodos existentes. Sin embargo, la compañía Western Lithium desarrolló un método pirometalúrgico que se basa en el tostado (*roasting*).

En este proceso la arcilla es mezclada y granulada con anhídrita ( $\text{CaSO}_4$ ) y caliza, y luego esta mezcla es calentada a  $1.050\text{ }^\circ\text{C}$  para así liberar el litio en forma de sulfatos y hacerlo soluble en agua (Fig. 8). De este modo se genera una salmuera desde la cual se extrae el carbonato de litio. Como subproductos se producirían sulfato de potasio y sodio.

Western Lithium estima el costo operacional en torno a US\$ 3.000 por tonelada de carbonato de litio, es decir, por debajo de la conversión de mineral actualmente aplicada en las plantas de China y comparable con las operaciones en los salares de Argentina y China (ver Cáp.2.2.2, Tabla 5).



Fuente: Roskill (2013) en base a información de Western Lithium

**Fig. 8: Producción de carbonato de litio a partir de arcillas sedimentarias (hectoritas).**

Esta tecnología hace viable la recuperación de carbonato de litio a partir de las arcillas de litio.

### 2.2.2 Comparación competitiva de las tecnologías extractivas

Actualmente, el método de extracción más competitivo es la evaporación solar ya que no requiere mayores instalaciones de planta y utiliza la energía del sol. Los únicos costos de producción a partir de las salmueras son por el uso de reactivos químicos ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$  y otros),

energía y combustibles durante el proceso de purificación y precipitación en la planta química. Por ello este tipo de operaciones actualmente tiene el menor costo productivo (Tabla 5).

**Tabla 5. Costos de producción según país y tipo de materia prima**

Tipo de materia prima	Método	País de la operación	Yacimiento / Compañía	Costo de producción (US\$/t LiCO <sub>3</sub> )
<b>Salmuera (salaes)</b>	Evaporación solar	Argentina	Hombre Muerto / FMC	3.000
		Chile	Atacama / SQM y SCL (Rockwood)	2.000-2.300
		China	Zabuye y Taijinaier	3.000-3.300
<b>Conversión de minerales</b>	Método convencional <sup>(1)</sup>	China	Diversos	3.800-4.500
		China	Jiangsu / Galaxy	5.000
		Brasil	CBL	7.800
	Tostado de arcillas	--	Western Lithium	3.000

*Nota: (1) Método tradicional minero utilizado en yacimientos pegmatíticos vía conminución, y separación física*

Fuente: COCHILCO en base a Roskill (2013)

Sin embargo, existen otras tecnologías que tienen una ventaja frente a este método, las que se detallan en Tabla 6.

El punto más destacable es la menor duración de producción, como es el caso de la osmosis inversa, extracción química y extracción por solvente. Estas tres tecnologías reducen el tiempo de extracción de litio de meses a horas, y además tienen el beneficio de no depender del clima. Aun así, requerirán de instalaciones mayores de planta que la evaporación solar y tendrán un mayor consumo de energía eléctrica.

Otra alternativa importante en el ámbito de la conversión de minerales es el tostado de arcillas de rocas sedimentarias, que tiene un costo inferior que los métodos actualmente utilizados y es comparable con las operaciones de evaporación solar en Argentina y China (ver Conversión de mineral en Tabla 5). De esta manera, la tecnología se está convirtiendo en una alternativa viable para la producción de litio.

Aunque la mayoría de las nuevas tecnologías no ha sido probada a mayor escala, tienen un gran potencial para convertirse en operaciones reales y competitivas, tanto en capacidad productiva como en costo de producción (Tabla 6). Por lo tanto, el privilegio que hoy en día poseen las instalaciones en el Salar de Atacama se podrá ver afectado.

**Tabla 6. Comparación competitiva de tecnologías extractivas**

	Método	Ventajas	Desventajas
<b>Salmueras</b>	Evaporación solar	<ul style="list-style-type: none"> <li>No requiere de grandes instalaciones de planta, ni de equipamiento mayor.</li> <li>No requiere proceso de conminución.</li> <li>Bajo costo operacional.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El tiempo requerido para cosechar el litio es entre 12 y 24 meses.</li> <li>Evaporación depende del clima (evaporación vs. precipitaciones).</li> <li>Elevada concentración de Mg complica extracción y requiere mayor consumo de reactivos.</li> <li>Residuos salinos con poco valor (p.ej. sales impuras de Na y Mg).</li> </ul>
	Osmosis inversa	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se extrae el litio dentro de horas reduciendo considerablemente el tiempo de operación frente a la evaporación solar en los salares.</li> <li>No requiere evaporación solar y por ende no depende del clima.</li> <li>Se aprovecha sinergia con planta geotérmica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Capacidad de producción de litio depende de la extracción de salmueras en la planta de energía geotérmica.</li> <li>Producción a escala comercial recién a partir de 2014.</li> </ul>
	Extracción química	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se extrae el litio dentro de horas reduciendo considerablemente el tiempo de operación frente a la evaporación solar en los salares.</li> <li>No requiere evaporación solar y por ende no depende del clima.</li> <li>Alta tasa de recuperación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Consumo de solventes y reactivos químicos.</li> <li>Requiere instalaciones de planta y equipamiento.</li> <li>Aún no probado a escala mayor/comercial.</li> </ul>
	Extracción por solvente	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se extrae el litio dentro de horas reduciendo considerablemente el tiempo de operación frente a la evaporación solar en los salares.</li> <li>No requiere evaporación solar y por ende no depende del clima.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Consumo de solventes y reactivos químicos.</li> <li>Consumo de energía eléctrica.</li> <li>Requiere instalaciones de planta.</li> <li>Aún no probado a escala mayor/comercial.</li> </ul>
<b>Conversión de mineral</b>	Conversión de minerales pegmatíticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>No depende de factores climáticos.</li> <li>Complementa la oferta restringida desde salares.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Requiere instalaciones de planta con mayores equipos.</li> <li>Alto consumo de energía en combustible durante la reducción de tamaño del mineral.</li> <li>Consumo de reactivos en las etapas de separación.</li> <li>Alto costo operacional.</li> </ul>
	Tostado de arcillas	<ul style="list-style-type: none"> <li>No depende de factores climáticos.</li> <li>No requiere conminución, menor costo operacional que conversión convencional.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Costo operacional mayor a evaporación solar.</li> <li>Aún no probado a escala mayor/comercial.</li> </ul>
<p>Nota: Filas con sombreado celeste = métodos actualmente aplicadas.</p>			

Fuente: COCHILCO.

### 2.3 Producción minera

La producción minera a partir de salmueras y minerales se concentra en tres regiones:

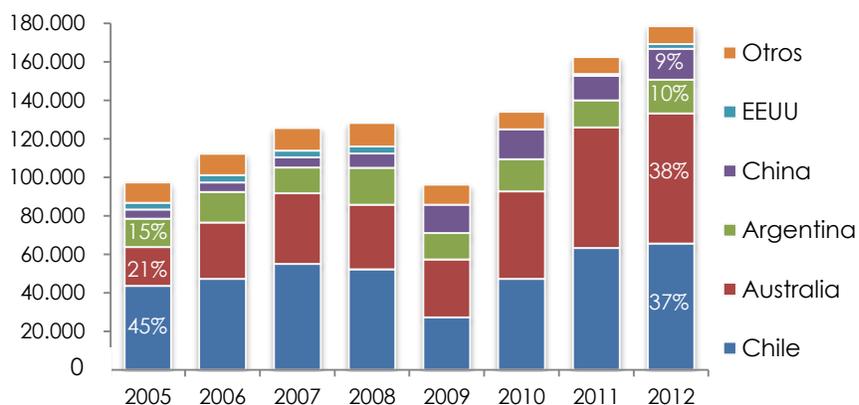
1. En Sudamérica (salmueras de los salares de Atacama, Chile, y Hombre Muerto, Argentina);
2. Australia (en pegmatitas de Greenbushes y Mt. Cattlin), y
3. China (tanto de minerales como salares).

En 2012 la producción primaria de litio en el mundo llegó a casi 180.000 t de LCE (Tabla 7). La mayor parte (94%) de la producción se concentra en cuatro países: Australia, Chile, Argentina y China; según el orden de importancia (Fig. 9).

**Tabla 7. Estimaciones de la producción mundial por país (t de LCE)**

País	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Fuente
<b>Argentina</b>	14.760	15.835	13.380	19.195	13.865	16.710	14.045	17.610	USGS, Secr. de Minería Argentina
<b>Australia</b>	20.070	29.280	36.780	33.430	30.000	45.440	62.560	67.520	Galaxy Resources; TalisonTianqi; USGS
<b>Chile</b>	<b>43.680</b>	<b>47.260</b>	<b>54.945</b>	<b>52.280</b>	<b>27.250</b>	<b>47.280</b>	<b>63.300</b>	<b>65.620</b>	<b>Estimación en base a SERNAGEOMIN<sup>(1)</sup></b>
<b>China</b>	4.780	4.880	5.200	7.450	14.660	15.520	12.850	15.990	Estimación en base a datos de Roskill (2013)
<b>EEUU</b>	3.400	3.800	3.500	3.600	-	-	1.000	2.500	Roskill (2013)
<b>Otros</b>	10.550	11.120	11.815	12.220	10.380	9.090	8.650	9.180	Estimación en base a USGS, IGME, DNPM, Roskill (2013)
<b>Total</b>	<b>97.240</b>	<b>112.175</b>	<b>125.620</b>	<b>128.175</b>	<b>96.155</b>	<b>134.040</b>	<b>162.405</b>	<b>178.420</b>	

Nota:  
<sup>(1)</sup> Incluye la producción de carbonato de litio y cloruro de litio, tal como fue reportada por las empresas a SERNAGEOMIN.<sup>4</sup>



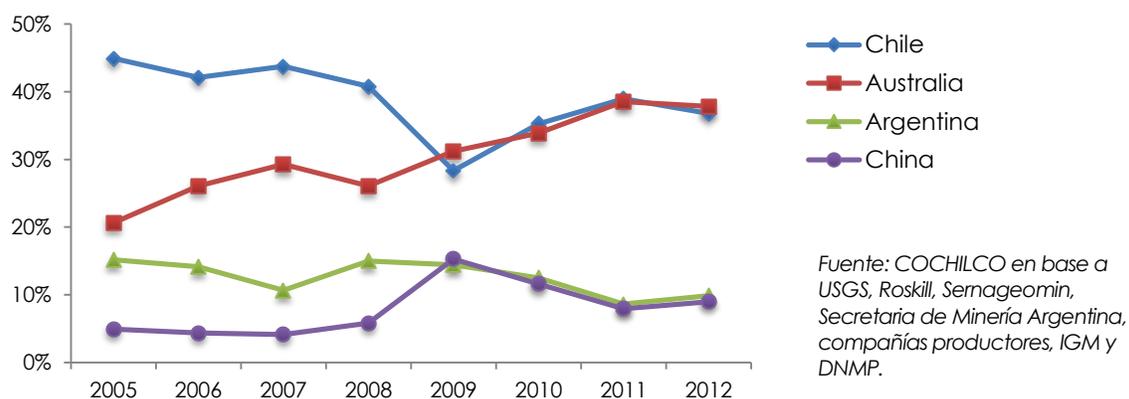
Fuente: COCHILCO en base a USGS, Roskill, Sernageomin, Secretaria de Minería Argentina, compañías productoras, IGM y DNMP.

**Fig. 9: Producción de litio en toneladas de LCE.**

Por muchos años, Chile lideró el ranking de los países productores de litio, sin embargo, en 2012 tuvo que ceder esta posición a Australia que ahora es el mayor proveedor de este recurso mineral. Actualmente, ambos países son responsables del 75% de la producción mundial de litio contenido.

Durante la última década, con excepción del año 2009, Chile fue el primer país en proveer el recurso. Sin embargo, en 2012 tuvo que ceder esta posición a Australia que ahora ocupa el primer lugar en el ranking (Fig. 10). Lo anterior se debe a la expansión de la mina Greenbushes, en el suroeste de Australia, que en 2012 más que duplicó su capacidad instalada, de 50.000 tpa a 110.000 tpa de LCE contenido en concentrados de espodumeno.

<sup>4</sup> Hay una inconsistencia entre datos públicos de diversos organismos estatales sobre producción y ventas de litio, dificultando el seguimiento, conocimiento y análisis de las condiciones actuales de Chile



**Fig. 10: Participación porcentual de los cuatro mayores productores de litio.**

Desde 2005 Australia ha aumentado su participación desde 20 % a 38% en 2012, mientras Chile ha perdido su posición privilegiada que mantuvo durante la primera década de este siglo.

## 2.4 Producción de litio según fuente

La producción mundial de mina se divide en dos grupos, según el origen de la materia prima de la cual se genera el producto de litio. Por una parte, están los concentrados de minerales pegmatíticos, extraídos de rocas con métodos mineros convencionales en operaciones a rajo abierto, que en 2012 sumaron un 50% del total mundial del litio equivalente producido (Tabla 8). La parte restante se obtiene desde las salmueras de salares a partir de la evaporación solar.

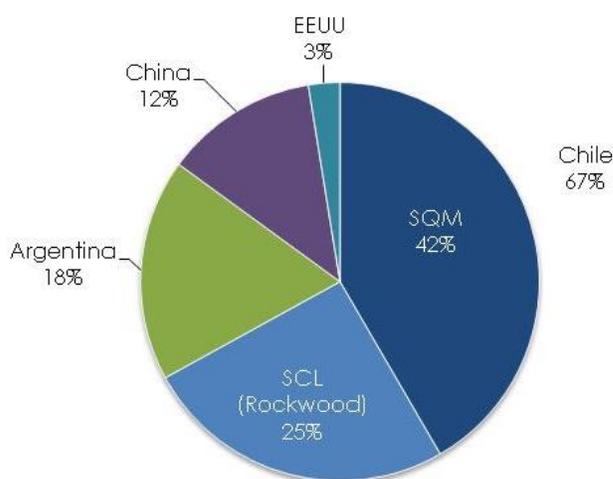
**Tabla 8. Distribución global de la producción de litio según fuente y país.**

Tipo de yacimientos	País	Capacidad (tpa LCE)	Producción (tpa LCE)		Participación prod. 2012
			2011	2012	
<b>Pegmatita</b>		<b>186.025</b>	<b>79.106</b>	<b>88.500</b>	<b>49,6%</b>
<b>Espodumeno</b>	Varios	174.100	70.990	80.230	45,0%
	<b>Australia</b>	<b>127.000</b>	<b>62.560</b>	<b>67.520</b>	<b>37,8%</b>
	Brasil	1.200	830	1.210	0,7%
	China	45.900	7.600	11.500	6,4%
<b>Lepidolita</b>	Varios	5.925	2.716	2.870	1,6%
	China	3.225	300	300	0,2%
	España	700	96	70	0,0%
	Portugal	2.000	2.320	2.500	1,4%
<b>Petalita</b>	Zimbabwe	6.000	5.400	5.400	3,0%
<b>Salmuera</b>		<b>120.450</b>	<b>83.295</b>	<b>89.920</b>	<b>50,4%</b>
<b>Salar</b>	Argentina	20.500	14.045	17.610	9,9%
	<b>Chile</b>	<b>76.000</b>	<b>63.300</b>	<b>65.620</b>	<b>36,8%</b>
	China	18.950	4.950	4.190	2,3%
	EEUU	5.000	1.000	2.500	1,4%
<b>TOTAL</b>		<b>306.475</b>	<b>162.400</b>	<b>178.420</b>	<b>100,0%</b>

Fuente: COCHILCO en base a USGS, Secretaría de Minería Argentina, compañías productoras, Sernageomin, Roskill, IGM y DNMP.

### 2.4.1 Producción a partir de salmueras

La mitad de la producción mundial de litio se obtiene a partir de las salmueras extraídas de salares en Chile, Argentina, China y EEUU, sumando 89.920 t LCE en 2012 (Tabla 8). Actualmente, Chile lidera en este segmento del mercado contribuyendo dos tercios de la producción global de compuestos primarios de litio, seguido por Argentina (18%) y China (12%). Las dos compañías activas en el Salar de Atacama, SQM y SCL (Rockwood), mantienen una participación predominante de 42% y 25%, respectivamente (Fig. 11).



Fuente: COCHILCO en base a USGS, Secretaría de Minería Argentina, compañías productoras, Sernageomin, Roskill (2013), IGM y DNPM.

**Fig. 11: Principales productores de compuestos básicos de litio a partir de salmueras.**

Chile lidera este segmento del mercado a través de las operaciones en el Salar de Atacama, sumando el 67% de la producción en 2012.

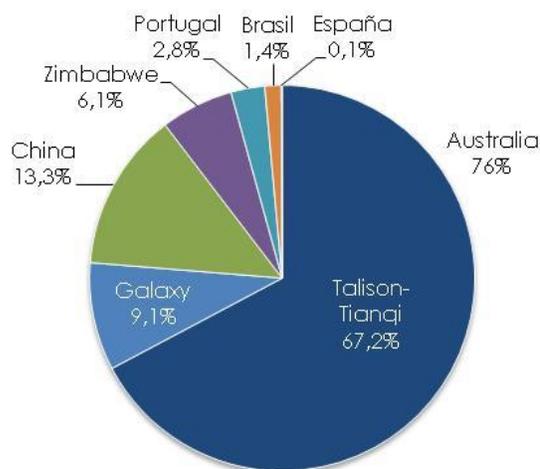
### 2.4.2 Producción a partir de minerales de litio

La parte restante de la producción primaria de litio se obtiene a partir de concentrados de minerales pegmatíticos, la que en 2012 ascendió a 88.500 t de LCE (Tabla 8). El mineral más importante es el espodumeno que entrega el 45% de producción total de litio en el mundo, y una parte inferior se extrae de petalita y otra de lepidolita.

El mayor productor de concentrados de litio es Australia, donde se obtuvieron 67.520 t LCE en 2012 (76% del total de concentrados; Fig. 12). Casi el 90% de la producción australiana se extrae desde la mina Greenbushes de Talison Tianqi, y la parte restante en Mt. Cattlin de Galaxy Resources. Desde 2007, el mineral exportado de Australia va principalmente a China (87,3%) y UE (7,6%). La parte restante se envía a EEUU (2,7%) y Japón (1,45%).

Otro país importante en el mercado de los minerales es China con una producción estimada de 11.500 t LCE contenidas en concentrado de espodumeno y otras 300 t LCE en concentrado de lepidolita, aportando el 6,8% de la producción global de litio y el 13,3% de

la producción de concentrados de minerales de litio. Producciones inferiores se registran en Zimbabwe (6,1% de LCE en concentrados, Fig. 12), Portugal (2,8%) y Brasil (1,4%).



Fuente: COCHILCO en base a USGS, Secretaria de Minería Argentina, compañías productoras, Sernageomin, Roskill (2013), IGM y DNP.

**Fig. 12: Principales productores de concentrado de minerales de litio.**  
El mayor productor de concentrados de litio es Australia

## 2.5 Asociaciones estratégicas de las compañías productoras

En el mercado internacional del litio se pueden observar asociaciones estratégicas entre compañías mineras, químicas y grupos empresariales con diversas líneas de negocios en las cuales se aplican compuestos de litio. El detalle se expone en el Anexo 2.

En este contexto, resalta la estrecha relación de las compañías australianas y canadienses con socios de Asia, es decir, de China, Japón y Corea del Sur. Cabe mencionar la compra de la australiana Talison Lithium en 2013 por parte de la china Sichuan Tianqi Lithium Industry, que es enfocada en el desarrollo, producción y ventas de productos químicos de litio y opera plantas de conversión de minerales de litio y químicas en China. A través de esta transacción, el país asiático se asegura del abastecimiento de materia prima de litio, en línea con el hecho de que es el consumidor más grande del mundo y el comprador más importante del concentrado australiano.

Otro hito fue el acuerdo más reciente entre Tianqi y Rockwood en virtud del cual la segunda accede al 49% de Talison, quedando el 51% en poder de Tianqi. A su vez, la compañía china tendrá la opción de compra del 20% al 30% de la propiedad de Rockwood Lithium, la rama de litio de Rockwood con sede en Alemania.

Se espera que esta transacción se cierre durante el primer trimestre de 2014. Como consecuencia, Rockwood<sup>5</sup> se asociaría con una compañía situada en el principal mercado consumidor, China, y se constituiría en el principal oferente de productos básicos de litio a nivel mundial, alejándose de SQM.

<sup>5</sup> Cabe destacar que Rockwood Lithium es propietaria de SCL, la segunda productora de litio en Chile, y tiene vigente un contrato con CORFO que autoriza la extracción de 200.000 toneladas de litio metálico sin limitación en el tiempo.

También la compañía australiana, Galaxy Resources, operadora de la mina Mount Cattlin, persigue otra estrategia para acercarse a China, y construyó su planta de conversión directamente en ese país. De esta manera está más cerca de sus principales clientes. Además, llegó a un acuerdo de compra con Talison Tianqi quienes abastecerán esta planta con concentrado proveniente de la mina Greenbushes, Australia.

Por otra parte, los operadores de proyectos importantes de litio en Argentina y Canadá, buscan asociaciones estratégicas con compañías con experiencia en toda la cadena productiva; es decir que cuenten con varias líneas de negocios, entre ellas, la producción de químicos de litio y otros productos de la cadena de valor tales como componentes para baterías, baterías de litio y vehículos eléctricos, entre otros.

Por parte de Japón, los importantes socios presentes en el mercado del litio son, por ejemplo, los grupos Toyota o Mitsubishi, ambos con líneas de negocios que cubren la cadena desde químicos y compuestos de baterías hasta vehículos eléctricos.

Otro actor importante es Corea del Sur, que participa a través de Kores (Korea Resources Company) en proyectos en Bolivia y Argentina. Si bien el litio en territorio boliviano está en manos del Estado a través de la Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos (GNRE), filial de la estatal boliviana Comibol, este país persigue una estrategia de cooperación con socios internacionales, expertos en la materia. En este contexto la GNRE firmó un convenio con un consorcio formado por Kores y la acerera coreana Posco para la investigación, instalación y puesta en marcha de una planta piloto de cátodos de litio en el departamento de Potosí.

En Argentina, Kores está presente a través de un consorcio que mantiene el 30% del proyecto Sal de Vida de Galaxy Resources.

Mientras las relaciones empresariales están entrelazadas a nivel internacional, el mercado chino es más conservador y las mineras se asocian exclusivamente con empresas nacionales.

## **2.6 Oferta potencial**

En este momento existe una amplia cartera de inversión en varios países que en total podrían agregar más de 500.000 tpa LCE a la capacidad actual hacia fines de la presente década. Los países de mayor relevancia son Canadá, en el caso de proyectos para producir concentrados de litio, y Argentina en el caso de la recuperación de litio a partir de salmueras de los salares andinos. Ello significa una clara amenaza al liderazgo que Chile ha mantenido durante muchos años en la producción mundial de litio.

### **2.6.1 Producción potencial de litio a partir de minerales**

Los proyectos que prevén la explotación de litio a partir de minerales tanto en rocas pegmatíticas como sedimentarias suman una capacidad de alrededor de 185.000 tpa de LCE (Tabla 9). Entre los países con recursos de litio en roca, Canadá es el más importante y

alberga proyectos que agregarían al menos 84.600 tpa LCE a la oferta actual durante los próximos cinco años.

La iniciativa más avanzada es Québec Lithium de la compañía Canada Lithium, que actualmente se encuentra en etapa de puesta en marcha (ver detalle en Anexo 1). Su capacidad de diseño alcanzará 20.000 tpa LCE contenido en carbonato e hidróxido.

**Tabla 9. Capacidad productiva adicional hasta 2017 por año de puesta en marcha de proyectos según tipo de yacimiento y país en tpa de LCE**

Tipo de yacimiento	País	Año de puesta en marcha				Cap. adicional (suma)
		2014	2015	2016	2017	
<b>Mineral</b>		<b>35.000</b>	<b>86.000</b>	<b>30.300</b>	<b>60.100</b>	<b>184.800</b>
Espodumeno	Varios	35.000	60.000	30.300	60.100	158.800
	Australia		22.000 <sup>(1)</sup>		22.000 <sup>(1)</sup>	44.000
	Austria			3.700		3.700
	<b>Canadá</b>	<b>20.000</b>	<b>38.000</b>	<b>26.600 <sup>(1)</sup></b>		<b>84.600</b>
	China	15.000			7.500	22.500
	Finlandia				4.000	4.000
Hectorita	EEUU		26.000			26.000
<b>Salmuera</b>		<b>43.500</b>	<b>91.000</b>	<b>127.000</b>	<b>-</b>	<b>261.500</b>
Campo de petróleo	EEUU			20.000		20.000
Geotermal	EEUU		16.000			16.000
Salar	Varios	43.500	75.000	92.000		225.500
	<b>Argentina</b>	<b>23.500</b>	<b>60.000</b>	<b>10.000</b>		<b>93.500</b>
	Bolivia			30.000 <sup>(1)</sup>		30.000
	Chile	20.000		62.000 <sup>(1)</sup>		82.000
	China		10.000	5.000		15.000
	EEUU		5.000			5.000
<b>Total general</b>		<b>78.500</b>	<b>177.000</b>	<b>157.300</b>	<b>33.500</b>	<b>446.300</b>

Nota:

(1) Proyectos inseguros o poco avanzados (ver detalle en Anexo 1)

Fuente: COCHILCO

Otro proyecto en desarrollo es Wabouchi, que comenzará en 2015 a producir carbonato e hidróxido de litio a partir de concentrados de espodumeno. La capacidad instalada será de 38.000 tpa LCE.

Una novedad es el proyecto Kings Valley en EEUU de la empresa Western Lithium que considera la recuperación de litio a partir de arcillas sedimentarias, o hectoritas, para lo cual desarrolló una nueva tecnología extractiva (tostado de arcillas; Cap. 2.2.1.3). Este proyecto ya cuenta con estudio de factibilidad que prevé una capacidad equivalente a 26.000 tpa de LCE y su puesta en marcha para 2015.

En caso de resultar exitosa su ejecución, y comprobar la viabilidad de la explotación de hectoritas, ello podría cambiar el futuro escenario del mercado de litio, dado que existen cuantiosos recursos de este tipo en EEUU, entre otros países. Dependiendo del precio del

litio y el costo de producción involucrado, este tipo de yacimiento se podría convertir en una fuente competitiva de litio.

## 2.6.2 Producción potencial de litio a partir de salmueras

En total, existen iniciativas en salares de Argentina, Bolivia, Chile y China que durante los próximos cinco años añadirían 225.500 tpa de LCE a la capacidad actual instalada. Entre estos países, Argentina es el que concentra el mayor número de proyectos importantes sumando 93.500 tpa LCE a la capacidad total instalada hacia 2017 (Tabla 9). Incluso tiene el potencial de superar hacia 2020 la capacidad de Australia (Tabla 10).

**Tabla 10. Capacidad total proyectada según país en tpa de LCE**

País	2013 <sup>(1)</sup>	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
<b>Argentina</b>	20.500	32.250	68.125	94.000	111.500	114.000	124.000	129.000
<b>Australia</b>	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000	127.000
<b>Canadá<sup>(2)</sup></b>	--	10.000	34.000	48.500	58.000	58.000	58.000	58.000
<b>Chile<sup>(3)</sup></b>	76.000	86.000	91.000	96.000	96.000	96.000	96.000	96.000
<b>China</b>	68.075	75.575	84.325	93.075	100.575	103.700	105.575	105.575
<b>EEUU</b>	5.000	5.000	28.500	50.250	67.000	72.000	72.000	72.000
<b>Zimbabwe</b>	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000
<b>Otros<sup>(4)</sup></b>	4.380	4.380	4.380	6.230	9.155	11.080	12.080	12.080
<b>Total</b>	<b>306.955</b>	<b>346.205</b>	<b>443.330</b>	<b>521.055</b>	<b>575.230</b>	<b>587.780</b>	<b>600.655</b>	<b>605.655</b>

Nota:  
 Proyección considera 50% de la capacidad de diseño durante el primer año del proyecto, 75% en el segundo año y 100% a partir del tercer año.  
<sup>(1)</sup> Capacidad instalada actualmente  
<sup>(2)</sup> Considera los proyectos Quebec Lithium y Wabouchi  
<sup>(3)</sup> Considera solo expansión de Planta La Negra de SCL (Rockwood).  
<sup>(4)</sup> Considera proyectos de Wolfsberg en Austria y Länntä en Finlandia.

Fuente: COCHILCO

En Chile, en tanto, hay solo un proyecto seguro que es la expansión de la planta La Negra de SCL que agregaría una capacidad de 20.000 tpa de carbonato y cuya puesta en marcha se realizará durante 2014. Sin embargo, si se realizaran los otros proyectos en carpeta de Simbalik, Li3 Energy y SQM se podría llegar a cerca de 160.000 tpa y reconquistar el liderazgo.

Aparte de los salares, existen más proyectos innovadores y nuevas fuentes de litio en EEUU. Por un lado, está la iniciativa de extraer litio desde las salmueras del campo geotermal Salton Sea en California, la que se encuentra en etapa de construcción.

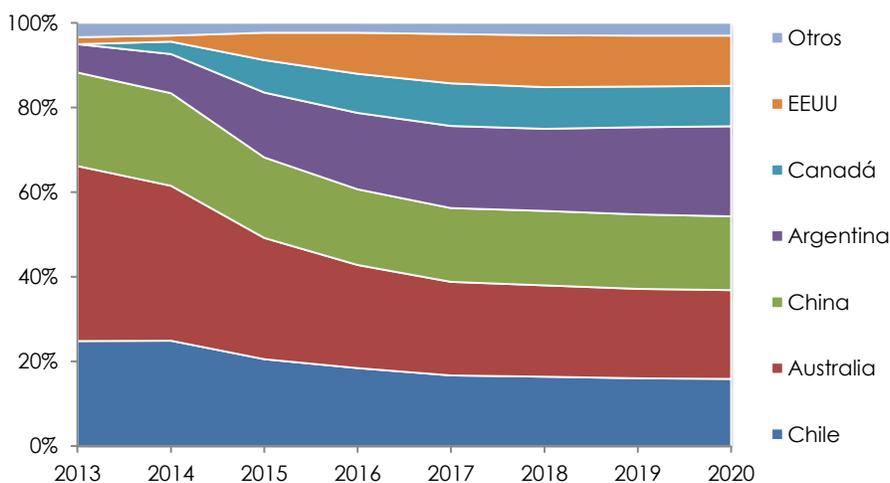
Por otro lado, Albemarle Corp. desarrolló una tecnología que permitirá a la compañía producir carbonato de litio a partir de las mismas salmueras que procesa en su planta de bromo en el campo de petróleo de Magnolia, Arkansas. Actualmente, el proyecto se encuentra en etapa de factibilidad y considera una producción de 20.000 tpa de carbonato de litio a partir de 2016.

### 2.6.3 Proyección de la capacidad instalada hacia 2020

En la actualidad, la capacidad instalada de producción de litio llega a cerca de 307.000 tpa LCE (Tabla 10). Para proyectar la oferta hacia el año 2020, se consideran solo los proyectos probables en etapa de al menos prefactibilidad y con el año de puesta de marcha definido. Además, se calcula con un *ramp up* de dos años, con un 50% de la capacidad de diseño logrado durante el primer año, 75% en el segundo año y 100% a partir del tercer año.

Sobre esta base, se estima que a fines de la presente década se podría duplicar la capacidad instalada en el mundo, superando la marca de 600.000 tpa LCE (Tabla 10). A nivel de países, Argentina liderará con 129.000 tpa LCE, seguido por Australia y China. Chile, por su parte, quedaría en el cuarto lugar con 96.000 tpa LCE.

Cabe destacar además los aumentos de Estados Unidos que podría llegar a más de 70.000 tpa y Canadá a casi 60.000 tpa; ambos se ubicarían cerca del 10% de participación del total mundial (Fig. 13). En tanto, Chile reduce su participación del 25% en 2013 a solo 16% en 2020, y si en Australia (actualmente líder con 41%) no se desarrollan más proyectos, caería a 21%.



Fuente: COCHILCO

**Fig. 13: Participación porcentual proyectada en el total mundial de la capacidad productiva de LCE.** Mientras Argentina, Canadá y Estados Unidos aumentarían significativamente su participación, Chile caería al cuarto lugar hacia fines de la década.

## 3. Usos y aplicaciones del litio

Litio es el elemento sólido menos denso y el metal más pequeño y liviano. Cuenta con propiedades físicas especiales en la conducción del calor y la electricidad, las cuales lo convierten en un elemento clave para varias aplicaciones químicas y tecnológicas.

En los últimos años ha ganado cada vez más en importancia dado su alto potencial electroquímico<sup>6</sup> y su poder de almacenar energía eléctrica, y es una componente importante en las baterías recargables de alta densidad energética. Sus usos se pueden clasificar tanto por tipos de aplicaciones como por su potencial crecimiento.

### 3.1 Usos y consumo actual por tipo de aplicación

Como fue señalado en el Cap. 2, las fuentes principales de litio son minerales en pegmatitas y salmueras ricas en litio en los salares. Ambos son la materia prima para la producción de químicos de litio que sirven tanto en los mercados técnicos como químicos. Los concentrados de minerales de litio además son utilizados en los mercados técnicos, tales como la industria de vidrios y cerámicas (Fig. 14).

Por su parte, el litio y sus compuestos se utilizan como materia base en diversos procesos y aplicaciones químicas y tecnológicas (Fig. 14; Tabla 11). Entre sus principales aplicaciones químicas figuran:

- Componentes de baterías de litio de alta densidad energética, en los cuales se aprovecha el alto potencial electroquímico del litio. Se utilizan diversos compuestos de litio tanto en los cátodos y ánodos como los electrolitos.

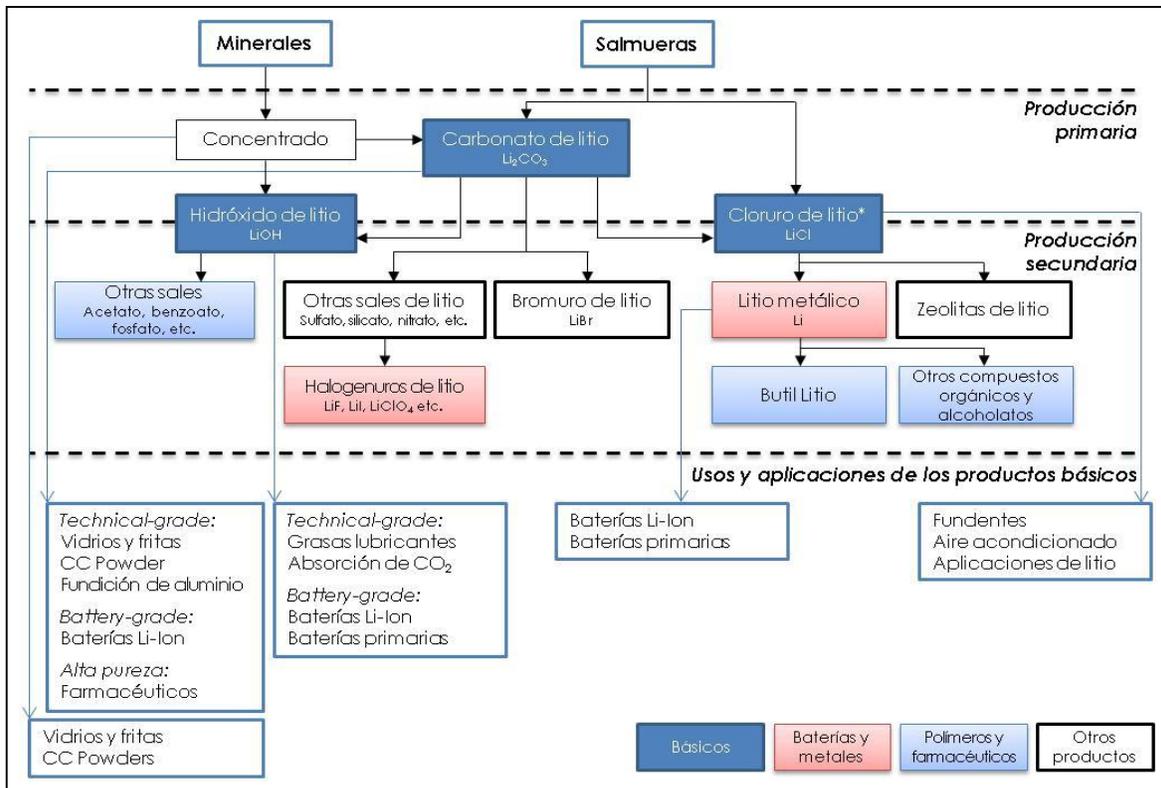
Los principales tipos de baterías son dos:

1. Baterías no recargables o primarias.
  2. Baterías recargables o secundarias del tipo Li-ion<sup>7</sup> que se utilizan en artículos electrónicos móviles tales como *laptops*, celulares, *tablets*, etc., y vehículos eléctricos. Se espera que durante los próximos años el mayor crecimiento del consumo provenga de este sector.
- Grasas lubricantes; se amplía el rango de temperatura operacional, aumenta su resistencia al agua, se mejora la estabilidad mecánica, entre otros beneficios.
  - Electrolisis de aluminio, donde ayuda a bajar la temperatura operacional y ahorrar energía y costos de material.
  - Aplicaciones o farmacéuticos para tratar medicamento patologías mentales.
  - Aleaciones de bajo peso con aluminio, cadmio, cobre y manganeso, y de uso común en la industria aeronáutica aleado.
  - Otras aplicaciones como en el aire acondicionado, polímeros, cauchos y termoplásticos.
  - Captación de CO<sub>2</sub>.

---

<sup>6</sup> El potencial de reducción del litio, que se define a través de la fórmula  $\text{Li}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Li}$ , tiene un valor muy negativo en comparación con otros elementos ( $E^0 = -3,045$ ); por lo tanto, cuenta con elevado potencial electroquímico. En baterías de litio, se almacena la energía eléctrica durante el proceso de carga a través de la inserción de un electrón en el ion de litio (reducción). En tanto, en el proceso de descarga, se libera el electrón (oxidación).

<sup>7</sup> Al cargar la batería, el ion de litio (Li<sup>+</sup>) capta electrones y pasa a litio metálico, y viceversa al descargarse.



\* Nota: El cloruro de litio es un producto primario cuando se obtiene directamente de la salmuera y un producto secundario en caso de elaborarlo a partir del carbonato o hidróxido de litio.

Fuente: COCHILCO en base a información de las empresas productoras de litio.

**Fig. 14: Cadena de producción del litio.**

A partir del concentrado de litio y las salmueras se produce el carbonato de litio y el cloruro de litio, que forman la materia prima para otros compuestos y químicos especiales de litio con diversas aplicaciones.

Los productos básicos (carbonato, cloruro e hidróxido) se consumen solo en una fracción para usos directos y principalmente para la elaboración de productos secundarios de más alta tecnología que son los que realmente tienen la amplia gama de aplicaciones (Fig. 14). Por ejemplo, en las baterías ión-Li el litio se encuentra en los electrodos (cátodos de  $\text{LiCoNiMnO}$  donde el litio es menos del 7% y ánodos de  $\text{LiTiOC}$ , donde el litio es menos del 1%) y el electrolito ( $\text{LiPF}_6$ , donde el litio es menos de 13%). Asimismo, el carbonato de litio se utiliza en la industria del acero como una componente en polvos aditivos en el *continuous casting*, un proceso especializado de solidificación de metal.

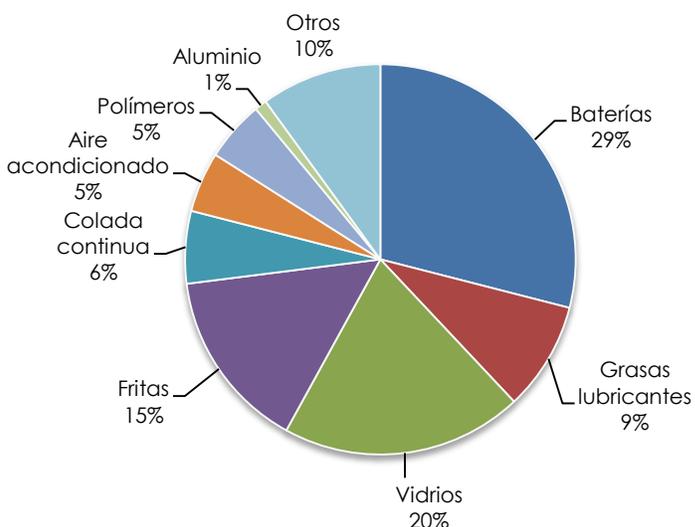
Actualmente, el principal foco de consumo es el rubro de la baterías con el 29%, seguido por los vidrios con 20% y fritas con 15%, luego las grasas lubricantes con 9%, colada continua con 6%, aire acondicionado y polímeros con el 5% c/u, y la industria de aluminio con 1% (Fig. 15). El 10% lo explican las múltiples aplicaciones menores restantes.

Por otra parte, diversos compuestos de litio se utilizan en aplicaciones técnicas en la industria de vidrios y cerámicas, ya que benefician el proceso de fundición al disminuir el punto de fusión y la viscosidad de la fase líquida. De esta manera se mejora la durabilidad química, densidad y trabajabilidad, entre otros beneficios.

**Tabla 11. Los productos del litio y sus principales aplicaciones asociadas.**

	Producto de litio	Aplicaciones principales
Productos básicos	Carbonato de litio	Elaboración de cloruro, hidróxido y otros productos especiales de litio Vidrios y cerámicas CC Powder ( <i>continuous casting</i> ) Químicos y adhesivos
	Cloruro de litio	Elaboración de productos especiales de litio Fundentes Aire acondicionado Aplicaciones de aluminio
	Hidróxido de litio	Elaboración de productos especiales de litio Grasas lubricantes Absorción de CO <sub>2</sub>
Productos especiales	Litio metálico	Ánodos en baterías de litio no recargables Farmacéuticos Fusión nuclear Aleaciones de bajo peso (con Al)
	Otros compuestos inorgánicos y orgánicos	Componentes de baterías recargables de litio (inorgánicos) Polímeros (orgánicos) Agroquímicos (orgánicos) Farmacéuticos Electrolisis de aluminio Materiales electrónicos

Fuente: COCHILCO en base a información de compañías productoras de litio



**Fig. 15. Participación de las diversas aplicaciones en la demanda mundial del litio en 2012 (150.000 t LCE).**

En 2012 la industria de vidrios y fritas fue responsable del 35%, siendo la aplicación más importante en la actualidad. La elaboración de baterías de litio alcanza el 29%, sin embargo, hacia 2020 esta podrá abarcar casi la mitad de la demanda mundial debido al creciente uso en vehículos eléctricos.

Fuente: Roskill(2013)

### 3.2 Usos y consumo por aplicación y tasa de crecimiento

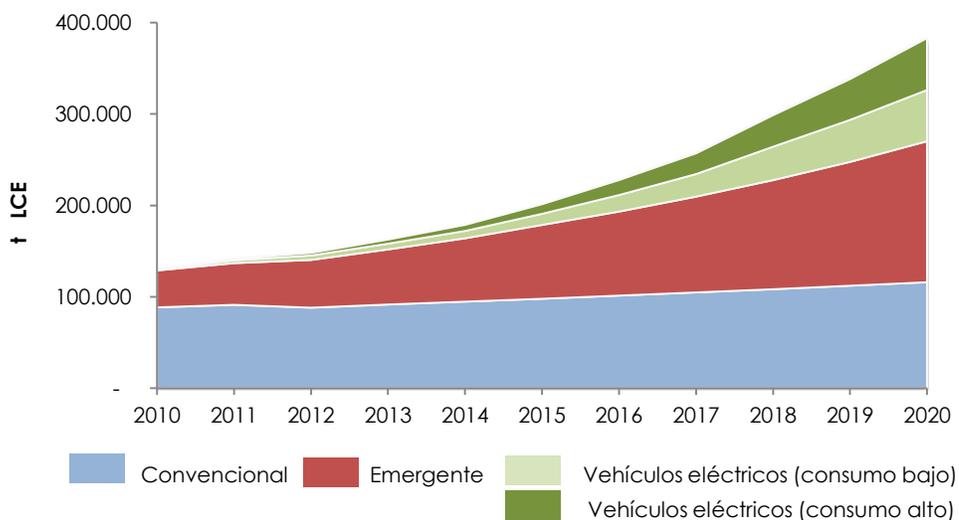
Las aplicaciones del litio se pueden dividir en usos convencionales, emergentes y futuros, dependiendo de la evolución de la demanda, es decir, en función de su desarrollo presente y futuro. Mientras los usos convencionales mostrarán un bajo crecimiento durante los próximos años, las aplicaciones emergentes y futuras tendrán un alto crecimiento con una tasa igual o mayor a 15% anual.

Los usos convencionales del litio son sus aplicaciones en la industria de vidrios y cerámicas, farmacéuticos y grasas lubricantes de alta temperatura, acumulando cerca del 60% de la demanda actual. La tasa de crecimiento de la demanda es menor y depende del PIB global (Tabla 12).

**Tabla 12. Clasificación de aplicaciones según su crecimiento**

Tipo de uso	Aplicaciones	Tasa de crecimiento de la demanda
<b>Convencional</b>	Fabricación de vidrios y cerámicas. Grasas lubricantes de alta temperatura. <i>Continuous casting</i> , aire acondicionado, polímeros, farmacéuticos, entre otros.	Menor
<b>Emergente</b>	Baterías de alta densidad energética. Aleaciones de bajo peso en la industria aeroespacial. Refuerzo de hojas de turbinas. Baterías de gran escala para almacenamiento de energía eléctrica.	Alta (15% anual)
<b>Futuro</b>	Baterías recargables para vehículos eléctricos  Reactores de fusión nuclear	Alta a partir de 2015/16 ( $\geq 15\%$ anual)  A partir del 2050 (ver Cap. 3.4)

Fuente: Talison (2012)



Fuente: Talison (2012)

**Fig. 16: Proyecciones de consumo de litio en relación a sus aplicaciones y el respectivo crecimiento.** Mientras los usos convencionales mostrarán un bajo crecimiento durante los próximos años, las aplicaciones emergentes y futuras tendrán un alto crecimiento con una tasa mayor a 15% anual.

En tanto, los usos emergentes incluyen las aplicaciones con altas tasas de crecimiento de la demanda, tales como las baterías de alta densidad energética (recargables en portátiles), baterías de gran escala para estabilización de redes eléctricas, aleaciones de bajo peso y refuerzo de hojas de turbinas (Tabla 12; Fig. 16). Actualmente, estos sectores acumulan cerca del 30% de la demanda (Talisson, 2012). Respecto del crecimiento de la demanda, durante los últimos años registraron un incremento anual de 20% y hacia el 2020 se espera que se mantenga en un nivel de 15%.

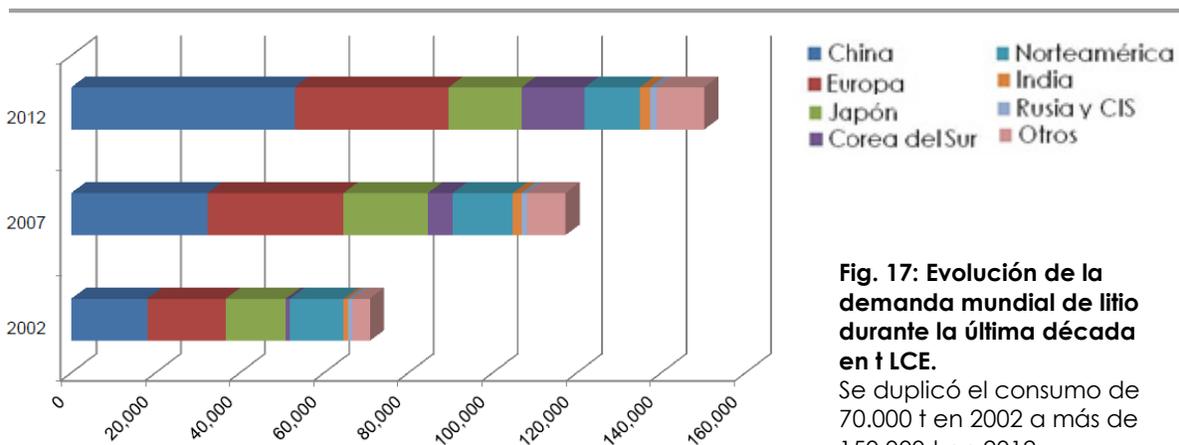
En relación a los usos futuros son aquellos cuya magnitud de aumento depende de las innovaciones tecnológicas de las baterías sobre todo en cuanto a su densidad energética y precio, para hacer viable su aplicación más masiva en vehículos. Además influye el desarrollo económico de Asia y el incremento del consumo que implica para los usos de las baterías.

Uno de los usos futuros son las baterías para vehículos eléctricos (bicicletas, scooters, autos, buses, taxis y camiones) que en este momento solo abarcan el 2% de la demanda total mundial (GEM, 2012). Sin embargo, se prevé un fuerte crecimiento a partir de 2015/2016 que podría llevar a que esta aplicación sea responsable de un cuarto del consumo.

### 3.3 Demanda actual y su distribución geográfica

Durante los últimos 10 años, la demanda de litio se duplicó. Mientras en 2002 alcanzó apenas 70.000 t LCE, en 2012 el consumo aumentó a alrededor de 150.000 t de LCE (Fig. 17). Ello corresponde a una utilización de la capacidad de producción de litio instalada a nivel mundial de alrededor del 50%.

Cabe destacar la demanda por parte de China, que ha triplicado durante los últimos diez años, desde cerca de 18.000 t LCE en 2002 a más de 50.000 t LCE en 2012 (Fig. 17; Roskill, 2013). Asimismo, Corea del Sur aumentó su consumo en más de un 30% debido al rápido crecimiento de su industria de baterías recargables.



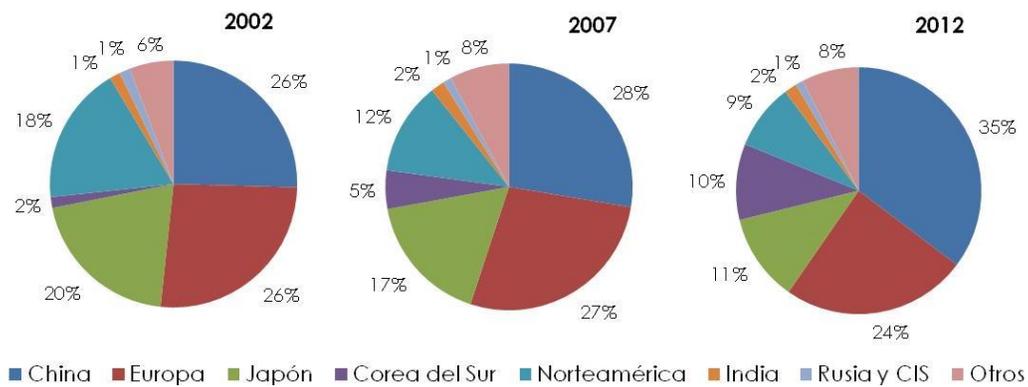
**Fig. 17: Evolución de la demanda mundial de litio durante la última década en t LCE.**

Se duplicó el consumo de 70.000 t en 2002 a más de 150.000 t en 2012.

Fuentes: Roskill (2013) en base a USGS y estimaciones

Respecto de la participación porcentual en la demanda, en este momento hay cinco principales países o regiones consumidores de litio, que son China en primer lugar con 35% del consumo total de alrededor de 150.000 t de LCE (Fig. 18), seguido por Europa (24%), Japón (11%), Corea del Sur (10%) y el Norteamérica (EEUU y Canadá, 9%). Por su parte, la demanda asiática suma más de la mitad del total mundial.

Al mismo tiempo la competencia de China y Corea del Sur ha afectado la industria nipona cuyo consumo creció solo en un 7%, disminuyendo su participación porcentual en el escenario global de 20% en 2002 a 11% el año pasado (Fig. 18).



Fuentes: Roskill (2013) en base a USGS y estimaciones

**Fig. 18: Participación en el consumo mundial según país/región en %.**

Durante la última década, la demanda asiática ha aumentado considerablemente y en la actualidad suma más de la mitad del total mundial, destacando China con el 35%.

### 3.4 El litio en la fusión nuclear

El litio ha sido considerado como un material fundamental para el desarrollo de los reactores de fusión nuclear, cuyo futuro aun está incierto y en plena etapa de investigación y desarrollo. Aún no hay certeza si realmente es una fuente viable de energía para el consumo masivo y para cuándo se podría esperar su uso comercial.

Considerando las tecnologías actuales, la reacción más factible es la fusión nuclear de los dos isótopos pesados del hidrógeno (el deuterio, D, y el tritio, T) que libera 17,6 MeV (equivalente a 2.800 MJ) versus 200 MeV para la fisión de U-235 (World Nuclear Association, 2012). Mientras el deuterio se halla abundantemente en el agua de mar, el tritio es escaso en la naturaleza y es radioactivo, con una vida media relativamente corta de 12 años. Cantidades usables de este último se obtendrían bombardeando litio-6 con neutrones.<sup>8</sup>

<sup>8</sup> Cuando litio-6 (tres protones, tres neutrones) absorbe un neutrón se divide en helio (dos protones, dos neutrones) y tritio (un protón, dos neutrones), emitiendo 4,8 MeV de energía (World Nuclear Association, 2012).

En un reactor de fusión, el concepto es que los neutrones generados a partir de la reacción de fusión D-T en su centro sean absorbidos en un manto cerámico que contiene litio y que rodea el núcleo (World Nuclear Association, 2012). El litio se transforma entonces en helio y tritio que, a su vez, se utiliza para alimentar el reactor.

De esta forma el litio actuaría como productor de tritio, permitiendo además su empleo como un excelente refrigerante del manto y medio de transporte calorífico, debido a su alta capacidad calórica, baja viscosidad, alta conductividad térmica y baja presión de vapor.

Actualmente, se está construyendo en el sur de Francia el reactor experimental ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor), cuyo objetivo es el desarrollo de la fusión nuclear como fuente futura de energía eléctrica, y que realizaría los primeros experimentos a partir de 2020 (ITER, 2013). Este prototipo de 500 MW no será destinado a la producción de energía eléctrica sino a probar las tecnologías claves necesarias para demostrar la viabilidad de la fusión nuclear como fuente de energía a nivel masivo.

El programa de desarrollo de la fusión nuclear contempla además la construcción de un reactor nuclear demostrativo (DEMO) de 2.000-4.000 MW de potencia. Este podría entrar en operación a comienzos de la década de 2030 y sería el primer reactor en generar electricidad, proveyéndose de tritio a partir de generadores de litio.

De cumplirse lo anterior, para el 2050 se proyectaría la entrada en operación del primer reactor comercial de fusión (PROTO) de 1,5 GW de potencia. Sin embargo, la producción a gran escala de energía eléctrica a partir de reactores de fusión nuclear estaría consolidada recién en 2100 (Lagos, 2012).

Según Bradshaw et al. (2010), más que el consumo anual, sería la implementación inicial de la tecnología que tendría el mayor impacto sobre la demanda, ya que las primeras cargas del manto que rodea el núcleo del reactor, requieren al menos varios centenares de toneladas de litio (Hamacher & Bradshaw, 2001).

Asumiendo que la necesidad adicional de energía que se generará a partir de 2050, se cubriría mediante la fusión nuclear, los autores estiman que se requerirían 2.760 plantas a nivel mundial de 1GW, y éstas demandarían entre 124.000 a 860.000 t de litio<sup>9</sup>, aproximadamente. Ello podría generar una estrechez temporal en el abastecimiento del recurso durante la segunda mitad de este siglo, en la medida que este desarrollo se realice antes del 2100.

En comparación, el consumo anual de litio en los reactores de fusión nuclear sería relativamente bajo (3,6 tpa de litio en una planta de 1 GW). Sumando el total de las plantas mundiales estimadas, estas consumirían alrededor de 10.000 t de litio por año, correspondiente a cerca de 50.000 t de LCE, un tercio de la demanda actual.

---

<sup>9</sup> La proyección de Bradshaw et al. (2010) se basa en la instalación de 2.760 plantas a nivel mundial con 1 GW cada una a partir de 2050 para cubrir un adicional de 24.000 TWh.

## 4. Flujo internacional del litio

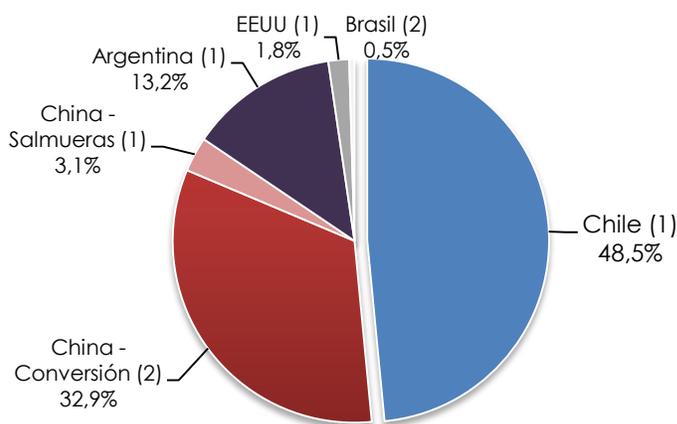
Para entender el mercado mundial del litio y su dinámica es necesario comparar la distribución geográfica tanto de la oferta como demanda, analizar el comercio internacional y detectar de esta manera el flujo de la materia prima.

### 4.1 Comercio internacional de los compuestos básicos de litio

En los mercados internacionales existen diversos productos tratados, de los cuales los compuestos básicos -el carbonato, cloruro e hidróxido- son de mayor importancia, por lo que este capítulo se enfoca solamente a éstos.

#### 4.1.1 El mercado del carbonato de litio

El carbonato es el producto de litio más importante tratado en los mercados internacionales. Su producción se concentra básicamente en Chile, donde se recupera a partir de las salmueras del Salar de Atacama, y en China a través de la conversión de concentrados de mineral, sobre todo del importado desde Australia (Fig. 19).



**Fig. 19: Participación en la producción de carbonato de litio.**

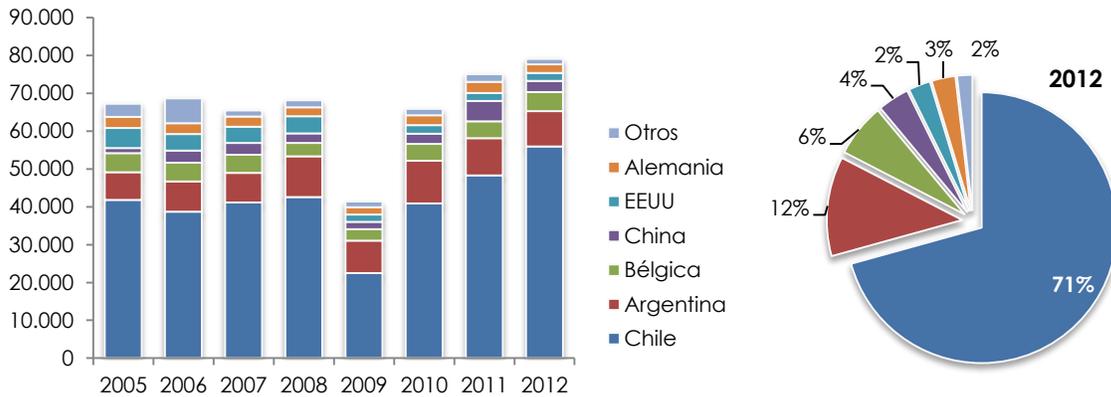
La mayor parte del carbonato de litio es producida en Chile por SQM y SCL. También es importante su producción a partir de la conversión de minerales que se realiza sobre todo en China.

Fuente: COCHILCO base a Roskill (2013) e información de empresas mineras.

Respecto de las exportaciones globales de este compuesto, ellos ascendieron a alrededor de 79.000 t en 2012 (Roskill, 2013), siendo Chile y Argentina los mayores exportadores de carbonato de litio con una participación del 71% y 12% del total mundial, respectivamente (Fig. 20).

De acuerdo a lo anterior, el destino principal de carbonato de litio proveniente de Sudamérica es Asia; y a nivel países, China, Japón y Corea del Sur son responsables de la mitad de las importaciones internacionales (Fig. 21). Las internaciones de estos tres países alcanzan cantidades parecidas: alrededor de 13.000 t cada uno en 2012 (en torno al 16%). Asimismo, EEUU recibe el 16% y la UE al menos 25%.

En el caso de China, salta a la vista la diferencia entre su destacable participación en la producción mundial de carbonato de litio (36%) y el bajo porcentaje en las exportaciones globales (4%), lo que refleja el alto consumo interno del compuesto.

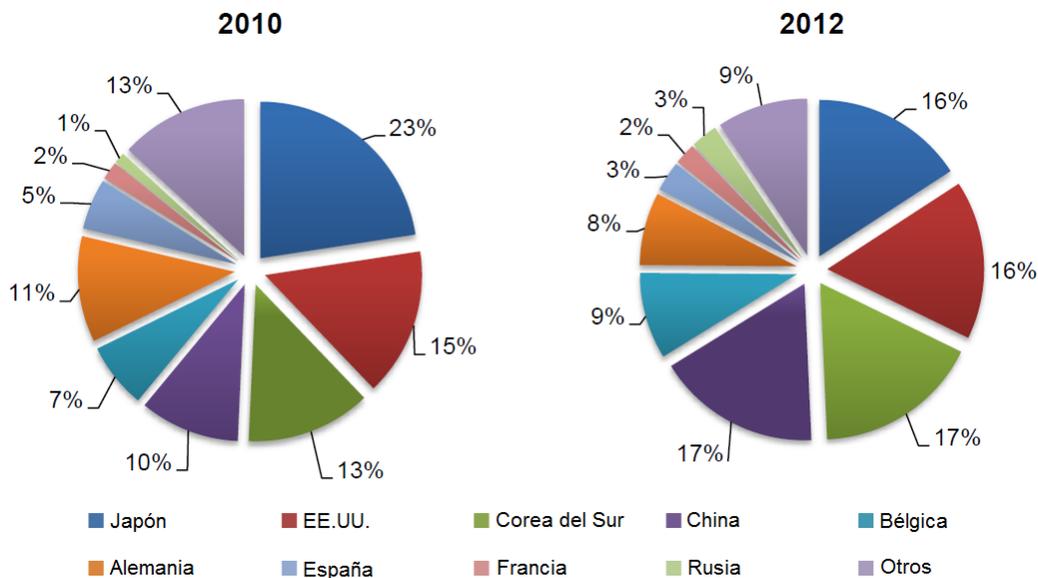


a.)

Fuente: GTIS citado en Roskill (2013)

b.)

**Fig. 20: a.) Principales países exportadores de carbonato de litio entre 2005 y 2012.** Las exportaciones globales ascienden a casi 80.000 t de carbonato de litio en 2012. **b.) Su participación porcentual en 2012.** Chile y Argentina suman más del 80% del total global.



Fuente: GTIS citado en Roskill (2013)

**Fig. 21: Participación global de los principales importadores de carbonato de litio en 2010 y 2012.** Los países asiáticos son los mayores importadores a nivel mundial, y en conjunto son responsables de la mitad del comercializado.

### **4.1.2 El mercado del cloruro e hidróxido de litio**

En cuanto al cloruro de litio, el 96% tratado mundialmente se extrae de las salmueras de los salares de Atacama (por la SCL perteneciente a Rockwood) y Hombre Muerto (por FMC), y es enviado desde Chile y Argentina sobre todo a EE.UU. y China.

Cabe mencionar que en Chile además se registran exportaciones de una pequeña cantidad de salmuera, o cloruro de litio en solución, con los mismos destinos. Según Roskill (2013), éstas corresponden en su gran mayoría a envíos en el marco de un acuerdo de abastecimiento entre SGM y Ganfeng Lithium de China.

Por su parte, el hidróxido de litio se produce y exporta principalmente desde los siguientes países: EEUU (32% en 2012), Chile (25%), China (16%), Bélgica (11%) y Rusia (11%). Los destinos más relevantes son Japón (23% en 2012), Bélgica (13%) e India y EE.UU. (ambos 8.6%), donde se encuentran las plantas de los grandes productores de compuestos y sales especiales de litio, materiales de baterías, etc.

Finalmente, la producción de compuestos y sales especiales de litio, materiales de litio para baterías y baterías se realiza principalmente en las regiones de mayor consumo de litio: China, Europa, Japón, Corea del Sur y EEUU, quienes en conjunto concentran el 90% de la demanda mundial.

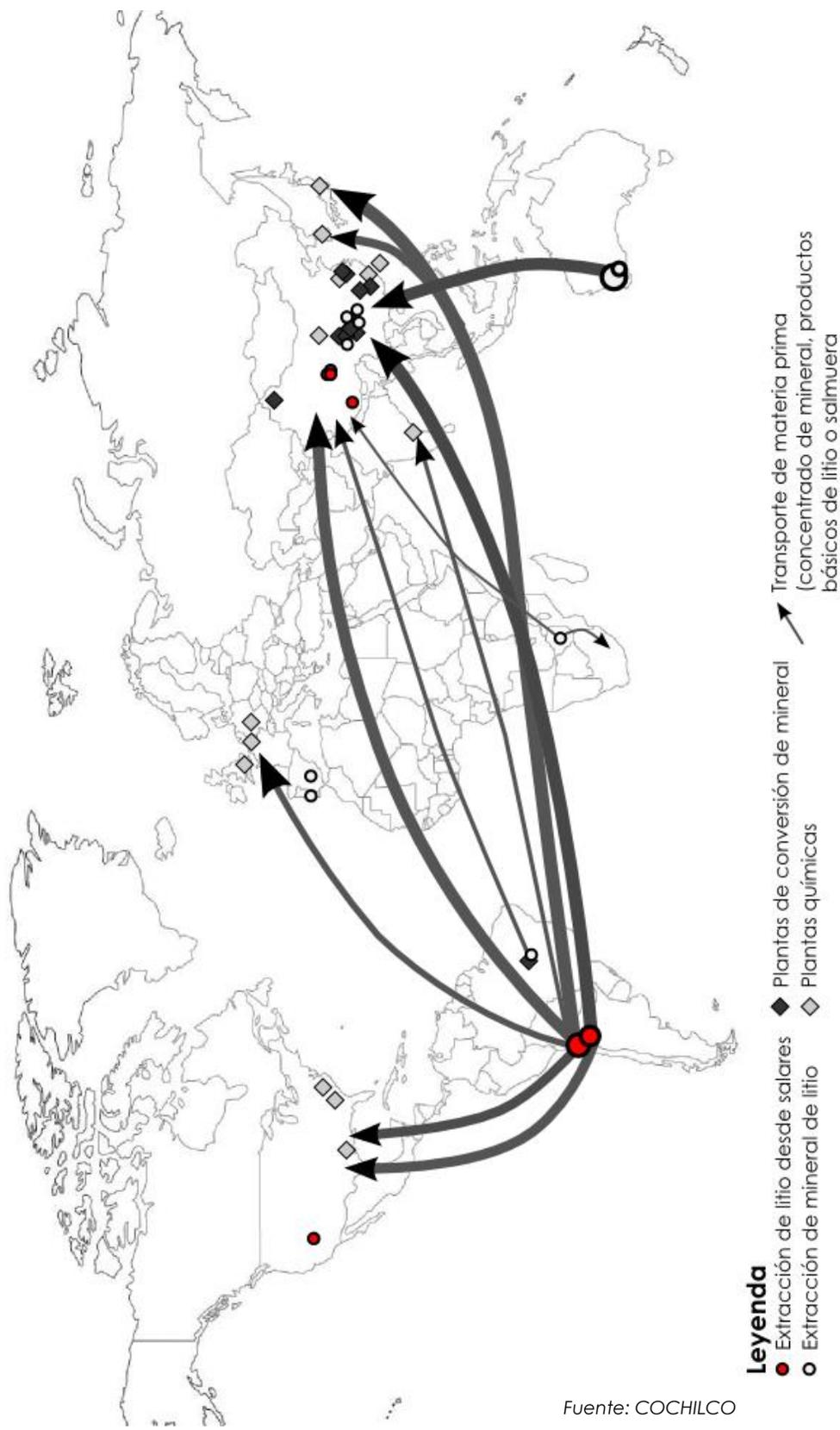
## **4.2 Flujo internacional de materia prima**

Debido a la distribución geográfica de los centros productivos y la demanda, el mayor flujo de materia prima es de Sudamérica y Australia hacia Asia, sobre todo a China (Fig. 22). Mientras el material embarcado en Australia son los concentrados de espodumeno, Chile y Argentina envían compuestos básicos de litio.

Cabe señalar que justamente en Asia se encuentra la mayor parte de las plantas de conversión y químicas. Por ende, es ahí donde se concentra la producción de compuestos y químicos de litio, además de la manufactura de baterías y sus compuestos, productos electrónicos y finalmente el desarrollo de vehículos eléctricos.

Por su parte, las exportaciones desde China son bajas dado que el consumo interno es alto por la producción *downstream* y la aplicación de las sales especiales de litio en el mercado propio. Ello evidencia una relación entre la ubicación geográfica de la producción secundaria de litio y su consumo.

Existe otro flujo importante de compuestos desde Sudamérica a Estados Unidos dado que dos importantes operadores de los salares pertenecen a compañías norteamericanas: Sociedad Chilena del Litio en el Salar de Atacama (Rockwood Lithium) y FMC en el Salar del Hombre Muerto. En Estados Unidos, a su vez, la materia prima es procesada en plantas químicas para producir otros compuestos de litio.



Fuente: COCHILCO

**Fig. 22: Distribución geográfica de centros de extracción y conversión de litio, y el flujo global de materia prima**

## 5. Elementos estratégicos del litio

El litio en Chile goza de una calificación legal de sustancia estratégica, es decir vinculada al interés nacional. Ello se debe a la disponibilidad del recurso en el país y a sus potencialidades de aplicación tanto en la fusión nuclear para la generación eléctrica como en usos comunes principalmente vinculados al almacenamiento de energía. Por ello el litio cuenta con un tratamiento jurídico específico que lo diferencia de cualquier otro recurso natural del país. En este capítulo se exponen los antecedentes de dicha calificación.

### 5.1 Políticas públicas internacionales en el ámbito del litio

La presente sección resume las políticas públicas que, en el ámbito del litio, se observan en los principales países productores. Como se aprecia en la Tabla 13, en la mayoría de los países en los cuales se explota el litio, o que cuentan con proyectos en desarrollo, este mineral se define como concesible o explotable, tal como es el caso de Australia, Canadá y Estados Unidos.

**Tabla 13: Políticas públicas en el ámbito del litio en otros países**

País	Propiedad	Legislación	Impuesto a la renta	Royalty
<b>Argentina</b>	Concesible	Considerado un recurso estratégico en las provincias de Catamarca, Salta y Jujuy. En estos casos los proyectos son aprobados por un comité de expertos.	35%	3%
<b>Australia</b>	Concesible	Minerales son del Estado. El litio es tratado como cualquier otro producto mineral.	30%	5%
<b>Bolivia</b>	<b>No concesible</b>	Por decreto, desde 6 de diciembre de 2010 todas las concesiones mineras vigentes pasan a ser "transitorias". Litio pertenece al Estado quien lo administra.	25%	12,5
<b>Canadá</b>	Concesible	Minerales son del Estado.	16,5	10-16%
<b>Chile</b>	<b>No concesible</b>	Litio considerado estratégico y debe explotarse por el Estado o sus empresas o con contratos especiales. En concesiones anteriores al año 1979 se puede extraer.	19%	-6,8% para litio -Arriendo a CORFO (SQM)
<b>EEUU</b>	No se requiere concesión	Dueño de un terreno es dueño del subsuelo. Al explotar litio, extrae minerales de su propiedad.	15-35%	--

Fuente: COCHILCO

En Argentina, por su parte, donde las reservas de litio se concentran en las provincias de Jujuy, Salta y el norte de Catamarca, la situación es particular. En algunas de estas provincias el mineral es considerado un recurso estratégico y su extracción debe ser aprobada por un comité de expertos.

Sin embargo, en los países con las mayores reservas de litio –es decir, Bolivia y Chile– su extracción es restringida. La nueva Constitución de Bolivia de 2009 puso en manos del Estado el control de los recursos naturales. En ese marco se ha encarado un proyecto público de industrialización del litio a cargo de la Dirección de Evaporíticos de Bolivia, como brazo operativo especializado de la estatal Corporación Minera de Bolivia (COMIBOL). Lo anterior se debe a las intenciones del actual gobierno del Presidente Evo Morales de proteger los recursos naturales en territorio boliviano de la explotación por compañías extranjeras (Roskill, 2013). Sin embargo, el país tiene como objetivo principal el ser un productor competitivo en el entorno internacional, para lo cual busca socios para el desarrollo de sus proyectos (ver Cap. 2.5).

No se dispone de información respecto a políticas específicas para el litio en China, en particular sobre las opciones de inversión para privados extranjeros.

## **5.2 Marco regulatorio en Chile**

La siguiente sección se refiere a los antecedentes de la normativa particular que posee el litio dado el carácter estratégico anteriormente señalado en nuestro país.

### **5.2.1 Política específica para el litio en Chile**

El litio está declarado como material de interés nuclear por su relevancia funcional en reactores de fusión nuclear<sup>10</sup>, en las mismas condiciones de otros elementos o compuestos que sirvan para uso específico en instalaciones nucleares, tales como el uranio y el torio (Reglamento de términos nucleares, Decr. N°450 1975 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción).

Por la condición anterior, el litio está reservado para el Estado. Sólo puede ser comercializado por o con la autorización de la Comisión Chilena de Energía Nuclear (CCHEN) y acopiado por la misma autoridad en la cantidad que necesitara o conviniera al país según ella determine. En virtud de ello, el litio no puede ser objeto de ningún acto jurídico sin participación directa de la CCHEN o sin su autorización previa (D.L. N° 1.557 – 1976 y D.L. N° 2.886 - 1979).

Además, no es una sustancia minera concesible, sin perjuicio que se mantienen las concesiones amparadas por el Código de Minería de 1932 vigentes a Noviembre 1979 (Ley N° 18.097 Orgánica constitucional de concesiones mineras – 1982 y Código de Minería 1983, Art. 7; ver Anexo 4).

Para el caso de concesiones que contengan sustancias concesibles y no concesibles (litio), el titular deberá comunicar la existencia de estas al Estado para que este determine, a través de la CCHEN, si exige o no la separación de las sustancias (Código de Minería 1983, Anexo 4). Si se separaran, la sustancia no concesible se entregaría al Estado y quedaría afectada a las condiciones especiales de comercialización (ver Cap. 5.2.3).

Cabe señalar que, a diferencia del litio, para las demás sustancias de interés nuclear, que son el uranio y el torio, se levantó la condición de no concesible en el Código de Minería

---

<sup>10</sup> El litio tiene dos isotopos: Li<sup>6</sup> y Li<sup>7</sup>. Solo el Li<sup>6</sup> tiene aplicación nuclear. Este se encuentra presente uniformemente en los recursos de litio en un 6% y debe ser separado para su aplicación nuclear, mediante un proceso específico.

de 1983 (ver Anexo 5). Así es que ambas sustancias ahora son concesibles, apropiables como tales y protegidas constitucionalmente por el derecho de propiedad, según la ley N° 16.319. Sin embargo, no pueden ser objeto de ninguna clase de actos o contratos (prohibición legal) sino cuando ellos se ejecuten o celebren por el Estado, con este o con su autorización. Además, el Código de Minería de 1983 establece en el Artículo 10° que el Estado goza, al precio y modalidades habituales del mercado, del derecho de primera opción de compra de los productos mineros originados en explotaciones mineras desarrolladas en el país en los que el torio o el uranio tengan presencia significativa (ver Anexo 5).

### 5.2.2 Modalidades de explotación

La explotación de litio es libre para los tenedores de las concesiones amparadas por el Código de Minería de 1932 y vigentes a noviembre de 1979 (Tabla 14). Para las restantes concesiones vigentes con posterioridad y las que se puedan constituir a futuro, se establecen las siguientes modalidades de explotación y bajo las condiciones que fije el Presidente de la República en cada caso:

- a) Por el Estado o por sus empresas
- b) Por concesiones administrativas
- c) Por contratos especiales de operación

**Tabla 14. Empresas que mantienen concesiones constituidas antes de 1979 en los 15 salares con potencial de explotación de litio**

Salar	Tenedores de concesiones entre 1932 y 1979
<b>Salar de Atacama</b>	CORFO
<b>Salar de Maricunga</b>	CODELCO Salvador Simbalik (concesiones Cocina 1 a 9) Li3 Energy (concesiones Cocina 19 a 27) Otros
<b>Salar Pedernales</b>	CODELCO Salvador
<b>Salar de Quisquiro</b>	Minera Fénix
<b>Salar de Aguilar</b>	ENAMI

Fuente: COCHILCO en base a al Catastro de Concesiones Mineras de SERNAGEOMIN<sup>11</sup>

### 5.2.3 Comercialización

Todo producto de litio en cualquiera de sus modalidades debe contar con la autorización de la CCHEN para ser comercializado en cualquiera de sus formas, sin perjuicio que la CCHEN opte por adquirirla total o parcialmente, en nombre del Estado y en virtud del interés nacional para contar con la sustancia correspondiente. La comercialización a un tercero tiene la prohibición expresa que el comprador no podrá utilizar el producto, directa o indirectamente, para fines nucleares.

<sup>11</sup> Recuperado del Sistema de Visualización del Catastro de Concesiones Mineras, disponible en: <http://catastro.sernageomin.cl>.

## **5.2.4 Organismos públicos involucrados en la minería del litio en Chile**

En la actualidad CCHEN, CORFO, SERNAGEOMIN y la Dirección General de Aguas (DGA) son los organismos públicos involucrados en la explotación y fiscalización del litio en las salmueras. Sin embargo, la CCHEN es el organismo encargado del control de la comercialización del litio.

### **5.2.4.1 CCHEN**

La Comisión Chilena de Energía Nuclear (CCHEN) fue creada en 1965 por la Ley N° 16.319 con el objetivo de atender los problemas relacionados con la producción, adquisición, transferencia, transporte y usos pacífico de la energía atómica, y regular, fiscalizar y controlar las instalaciones nucleares y las instalaciones radiactivas relevantes en todo el país.

En el ámbito del litio, debe cumplir los roles que le asignan las disposiciones legales específicas para el litio; es decir, representa al Estado en todo lo referente a la reserva estatal de los materiales atómicos naturales y el litio, por lo cual ejerce el control de la extracción y comercialización de estos minerales.

En términos prácticos, la CCHEN debe ejercer en primera instancia la opción de compra del Estado sobre el litio si es de interés nacional y autorizar la comercialización del resto del litio para fines expresamente no nucleares (fusión nuclear). Actualmente este organismo público mantiene el registro de las ventas de litio de las dos compañías autorizadas a explotarlo en Chile, y el control correspondiente a que no sobrepasen los límites establecidos para c/u de ellas.

### **5.2.4.2 CORFO**

La Corporación de Fomento a la Producción (CORFO) es dueña de las concesiones en el Salar de Atacama anteriores a 1979, las cuales son explotadas actualmente por la SCL (Rockwood) y por la compañía chilena SQM, en virtud de contratos específicos con límites a la extracción de litio en el tiempo y/o en cantidad.

El rol de la corporación en el litio es básicamente cautelar sus derechos en los contratos y recaudar los pagos convenidos, lo que ejerce a través de SEP<sup>12</sup>.

En el contrato con SQM, se establece un pago, a modo de arriendo de las concesiones, por las ventas de litio, de potasio y de ácido bórico. En el caso de SCL (Rockwood) solo se contempla un pago por el potasio, pues el usufructo de las concesiones otorgados por CORFO fue reconocido como un aporte a la constitución de la sociedad inicial<sup>13</sup>.

---

<sup>12</sup> El Sistema de Empresas Públicas (SEP) es un Comité CORFO, establecido como un organismo técnico del gobierno de Chile, cuya función es la administración de las empresas CORFO y de asesorar a los diversos ministerios en el control de gestión de las empresas que dependen de esas reparticiones sectoriales.

<sup>13</sup> Sociedad Chilena del Litio SCL, constituida en agosto 1980 por CORFO (45%) y FOOTE MINERALS CO. (55%). CORFO vendió posteriormente su participación a su socio. Los derechos de Foote fueron traspasados posteriormente a sus sucesores por cambios en la propiedad de la compañía (Foote / Cyprus / Chemetall / Rockwood).

#### **5.2.4.3 SERNAGEOMIN**

El Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN) cumple el rol sobre propiedad, seguridad y producción minera que le asigna su ley orgánica, considerando las características específicas que tienen las concesiones para explotar litio. También le corresponde identificar la ubicación y caracterización de los recursos de litio en el territorio nacional. En ese contexto recopila la información sobre la cantidad de salmuera extraída desde el salar y la producción de sales de potasio y litio, y del ácido bórico.

#### **5.2.4.4 DGA**

La Dirección General de Aguas (DGA) tiene competencias sobre los derechos de agua y la gestión que se hace de los reservorios de salmueras, considerando la sustentabilidad de ellos y su compatibilidad con los derechos de otros usuarios de la cuenca, principalmente comunidades agrícolas locales.

#### **5.2.4.5 Empresas del Estado**

El Estado, a través de algunas de sus empresas es también titular de concesiones mineras habilitadas para ser explotadas en cualquiera de las opciones que señala la ley. CODELCO tiene concesiones en los salares de Maricunga y Pedernales, mientras que ENAMI, en el Salar de Aguilar. Cabe destacar que actualmente CODELCO tiene en estudio alguna forma de asociación con un tercero especialista para la explotación de sus recursos de litio.

### **5.3 Análisis FODA**

Para poder desarrollar las acciones políticas que mejoren el funcionamiento del sector, es fundamental tener mayor claridad sobre las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que se reconocen para el desarrollo de la industria del litio en Chile. Con este objetivo en la Tabla 15 se presentan los lineamientos básicos de un análisis FODA. Este análisis se hace en función de los antecedentes anteriormente presentados, es decir, considerando las características del mercado del litio y la posibilidad de potenciar los recursos económicos de Chile.

**Tabla 15. Matriz del análisis FODA: Fortalezas y debilidades de la minería de litio en Chile**

Fortalezas	Debilidades
<p>1. Potencial geológico de Chile:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ La cantidad de recursos minerales en los salares del norte convierten a Chile en un país atractivo para la extracción del litio.</li> <li>→ Las salmueras en los Salares de Atacama son de buena calidad debido a su alta concentración de litio. Además los altos contenidos de potasio y boro y el bajo contenido de magnesio favorecen el proceso de tratamiento y la extracción del litio.</li> </ul> <p>2. Costos de producción:</p> <p>Las operaciones en el Salar de Atacama cuentan actualmente con los costos de producción del litio más bajos en el mundo, y se ven favorecidos por:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Coproducción de potasio reduce los costos de producción del litio.</li> <li>→ La ubicación geográfica de los yacimientos en zonas de clima árido y alta radiación solar favorece la evaporación solar como método de explotación de bajo costo.</li> </ul> <p>3. Clima de inversión:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ La legislación actual protege la inversión extranjera y facilita el desarrollo de proyectos.</li> <li>→ Gracias a tratados comerciales con las principales economías mundiales, los productos elaborados de litio no enfrentarían barreras arancelarias en sus principales mercados.</li> </ul>	<p>1. Debilidades que impiden aumentar el beneficio económico del litio:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ La CCHEN vela por el interés nuclear del litio, independiente del valor económico que pueda representar para el Estado.</li> <li>→ Para las empresas estatales con concesiones en los salares, la explotación del litio es un negocio ajeno. Actualmente no cuentan con planes concretos para desarrollar trabajos en sus pertenencias.</li> <li>→ Bajo desarrollo de competencias a través de acuerdos de transferencia de tecnología o conocimiento. Esto sí se realiza en los países vecinos y con importante potencial geológico que son Argentina y Bolivia.</li> <li>→ Hay una inconsistencia entre datos públicos de diversos organismos estatales sobre producción y ventas de litio, dificultando el seguimiento, conocimiento y análisis de las condiciones actuales de Chile.</li> </ul> <p>2. Restricciones al crecimiento de la producción</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ La explotación del litio está limitada en cantidad y tiempo (caso de SQM y SCL), restringiendo las posibilidades de crecimiento de la producción en Chile y las perspectivas de largo plazo para las compañías involucradas.</li> <li>→ Las pertenencias que pueden ser explotadas por privados sin limitaciones legales son escasas y solo han dado origen a un proyecto. Otras iniciativas están contempladas en zonas cuyas concesiones solo permiten la explotación vía un acuerdo con el Estado, lo que no está operativo actualmente.</li> <li>→ Por ello, las compañías optan por desarrollar sus proyectos en otros países p.ej. Argentina.</li> </ul> <p>3. Mercado internacional:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Chile solo ofrece productos básicos.</li> <li>→ No se han desarrollado competencias en la elaboración de productos especializados y tecnologías asociadas, a diferencia de sus competidores (p.ej. China).</li> <li>→ La ubicación geográfica alejada a países consumidores de productos de litio hace más difícil la participación en un mercado altamente globalizado y de productos específicos.</li> </ul>

**Tabla 16. Matriz del análisis FODA: Oportunidades y amenazas de la minería de litio en Chile**

Oportunidades	Amenazas
<p>1. Tendencias del mercado</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Se prevé un alza en la demanda hacia fines de esta década, debido a las expectativas respecto a las baterías de litio.</li> <li>→ La creciente demanda podría inducir un alza en los precios del litio.</li> <li>→ Existe un alto interés de privados por explotar el litio en el mundo y en Chile, en particular.</li> </ul>	<p>1. Mercado internacional</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Se proyecta un aumento significativo de la capacidad productiva en otros países a través de proyectos en desarrollo (p.ej. Argentina y Canadá), afectando el liderazgo de Chile en el mercado global.</li> <li>→ La innovación de procesos extractivos en salmueras y minerales puede hacer viable en el mediano plazo el aprovechamiento de fuentes aun no explotadas, como salares en zonas menos áridas o la extracción de litio a partir de arcillas, con un competitivo costo de producción, p.ej. en EE.UU., amenazando la ventaja competitiva que presenta Chile</li> <li>→ La actual dinámica global del mercado del litio se caracteriza por diversas modalidades de asociación entre productores y los principales consumidores lo que podría afectar la transparencia del mercado.<sup>14</sup> Además, en Chile no existen aún este tipo de asociaciones.</li> </ul> <p>2. Potencial geológico en otros países:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ La cantidad de reservas de litio en otros países (p.ej. en Argentina y Bolivia) disminuye la importancia de Chile a nivel mundial.</li> </ul>

Fuente: COCHILCO

## 5.4 Análisis del carácter estratégico del litio

El carácter estratégico otorgado al litio en la década de los '70 obedeció a dos razones principales:

- a) El interés nuclear por su futura aplicación en reactores de fusión nuclear lo que generaba expectativas de una alta demanda a partir de los años 2020, es decir, 50 años después.
- b) La disponibilidad de recursos conocidos en cantidad y calidad que auguraban una capacidad de respuesta a dicha demanda y un eventual poder de mercado en el ámbito nuclear y energético.

Dado eso, el litio fue declarado no concesible con el propósito de controlar la explotación de los recursos ya conocidos. Esto lo diferencia de las otras sustancias nucleares, de las cuales el Estado desconoce la existencia de recursos en su territorio, y que sí son concesibles. De esta manera, se mantiene el incentivo a privados para explorar y explotar estos recursos, sin perjuicio que el Estado mantiene todas las prerrogativas para la primera opción de compra, si lo estima pertinente.

<sup>14</sup> Ello se evidencia por el reciente acuerdo entre Rockwood y Tianqi, con el cual la norteamericana accedería al 49% de la propiedad de Talison y se convertiría en uno de los productores más grandes y mayor poder de mercado.

A pesar de lo anterior, en la opinión pública se aprecia una amplia creencia de que el carácter estratégico del litio se debería más a su importancia en los mercados internacionales que al interés nuclear propiamente tal. Estos supuestos están basados principalmente en proyecciones de un alto crecimiento de la demanda dentro de los próximos años por su uso como acumulador de energía, por ejemplo, en baterías recargables para vehículos eléctricos. Por ende, se vislumbraría un significativo potencial y margen de beneficio económico para el país. En cambio, existe conciencia que el uso nuclear es incierto y sería a muy largo plazo.

Sin embargo, luego de más de 30 años de aplicación del presente marco jurídico, es razonable preguntarse sobre la vigencia de las expectativas cifradas en el litio y, con ello, los fundamentos de su carácter estratégico. Sin perjuicio de lo anterior, en opinión de COCHILCO los argumentos relacionados con el interés nuclear del litio son de competencia de la CCHEN. Por lo tanto, su apreciación técnica se focalizará en la posición que ostenta Chile en el mercado internacional y sus posibles consecuencias para el país.

#### **5.4.1 Liderazgo de Chile**

En primer término, el liderazgo de Chile está siendo amagado por otros países con una cartera de proyectos ambiciosos de ampliación de capacidad productiva y el desarrollo de nuevos proyectos, algunos de ellos basados en nuevas tecnologías que podrán ser competitivas en el mediano plazo. Con ello se puede concluir que no se vislumbra estrechez de oferta mundial y más bien se estaría configurando una sobre-capacidad instalada que podría reaccionar fácilmente a incrementos súbitos y significativos de la demanda.

En estas circunstancias, Chile podría mantener su ventaja competitiva por los bajos costos de explotación en el Salar de Atacama. Pero ello no le da por sí solo poder de mercado, ante un mercado más diversificado y competitivo. Por ende, si no se avanza en esta materia, Chile perderá la oportunidad de mantenerse entre los líderes mundiales de este mercado.

#### **5.4.2 Asociaciones estratégicas en otros países**

El mercado internacional está viendo un cambio estructural en sus principales actores, donde China, Corea del Sur y Japón se constituyen como los principales países demandantes de productos básicos de litio. En consecuencia muestran una clara estrategia de posicionarse en los principales países productores, mediante adquisición de compañías productoras y/o *joint ventures* con compañías locales. El objetivo es asegurarse el abastecimiento de productos básicos de litio para elaborar los productos específicos en sus propias industrias. No se percibe que dicho interés manifestado, esté relacionado con aplicaciones de interés nuclear.

Esta tendencia también ha sido perseguida por el Estado de Bolivia con el objetivo de desarrollar capacidad productiva en productos específicos y así captar mayor renta de la

explotación del litio<sup>15</sup>, aun cuando solo el Estado tiene el derecho a explotarlo. Para ello pretende atraer inversiones asiáticas y europeas, entre otras.

Asimismo, el gobierno argentino se preocupa por el desarrollo de la industria del litio en su país, lo que se demuestra a través de iniciativas como el proyecto "Del salar a la batería"<sup>16</sup> y la Mesa Nacional del Litio, integrada por los ministerios de Ciencia y Técnica, Industria y Economía. En este contexto, en noviembre de 2013 el Secretario de Minería del Ministerio de Planificación Federal, Jorge Mayoral, y el Secretario de Políticas Universitarias del Ministerio de Educación, Martín Gil, firmaron un acuerdo para implementar un Plan Estratégico<sup>17</sup> tendiente a la investigación de técnicas para agregar valor industrial al mineral de litio.

Cabe destacar que Rockwood Lithium a través de SCL, uno de los operadores en el Salar de Atacama, tiene una poderosa industria de elaboración de productos de litio, principalmente en EE.UU. y Alemania, pero no realiza actividad industrial avanzada en Chile, más allá de su actual producción básica.

### **5.4.3 Expectativas de la demanda**

Desde el punto de vista de la demanda potencial del litio, se mantienen las expectativas que en un escenario optimista podría crecer a altas tasas en torno al 15% anual. Sin embargo, solo la aplicación de baterías recargables para vehículos eléctricos podría sostener tasas mayores al 15% para las próximas décadas.

Por otra parte, se debe considerar que paralelamente se investiga fuertemente en otras alternativas a las baterías Li-Ion con mejores atributos en duración de la recarga, seguridad, recambio y costo. Como estas soluciones alternativas es probable que sean competitivas en las próximas décadas, las mayores expectativas para el litio son para el corto y mediano plazo.

Respecto de la fusión nuclear, cabe mencionar que esta tecnología debería entrar a su etapa comercial recién en la segunda mitad del presente siglo. Si bien la elevada demanda de litio para la construcción de estas plantas nucleares podría producir una estrechez en el mercado, el consumo anual en etapa operativa sería de 3,6 tpa de litio metálico en una planta de 1 GW (Bradshaw et al., 2010), es decir, relativamente bajo. Por ende, desde este

---

<sup>15</sup> Un ejemplo reciente es la firma de una Carta de Intenciones entre Bolivia y Holanda que considera el intercambio de investigación a través de programas de formación y capacitación, y la transferencia de tecnologías mediante la instalación de un centro de alta tecnología para la investigación y desarrollo de productos avanzados derivados de los recursos evaporíticos en Bolivia, y una planta de producción de baterías de Litio en el país sudamericano.

<sup>16</sup> Actualmente, Argentina exporta la salmuera y sales extraídas de sus salares sin tratamiento y se importan productos especiales de litio y baterías. Para revertir esta situación se inició este programa cuyo objetivo es el desarrollo de la producción local de baterías de litio y más adelante poder exportarlas ya ensambladas, y en el cual participan varias universidades locales.

<sup>17</sup> El acuerdo prevé relevar programas y todo tipo de líneas de trabajo de tecnología aplicada referidas al aprovechamiento del litio, llevada adelante por las universidades para efectuar relevamientos de mercado sobre el consumo de este mineral en la industria, haciendo un plan estratégico tendiente a la investigación de técnicas para agregarle valor industrial y conformar equipos de trabajos de ambas organizaciones para llevar adelante los objetivos de crear manufacturas de origen industrial.

punto de vista, no se sustentaría mantener el carácter estratégico del litio basado en la supuesta demanda por este uso.

#### **5.4.4 Contribución al ingreso del país**

Para apreciar la significancia del litio para la economía doméstica, cabe señalar que el valor de la producción total de litio en Chile desde sus inicios, en el año 1984 hasta el año 2012, se estima en US\$3.602 millones, equivalente a 89.887 toneladas de litio metálico, ambos a valores promedio de exportación 2012 (ver Anexo 3). Es decir, siendo una contribución interesante para el ingreso del país, no tiene la relevancia de otros recursos naturales de exportación, ni menos del cobre.

Además, por no ser concesible, la producción de litio no está afecta al impuesto específico a la minería. Sin embargo, en el supuesto que si lo estuviera, se estima una baja participación en la recaudación de dicho gravamen, aun cuando se aumente el volumen de la producción nacional y Chile mantuviera su liderazgo mundial.

#### **5.5 Proposición**

En conclusión, desde el punto de vista de mercado, en los pasados 30 años Chile no ha tenido una estrategia definida en términos de su uso en el ámbito de la fusión nuclear, que inicialmente ha sido el argumento por declararlo de interés nuclear y, por ende, estratégico. En términos económicos, en tanto, si bien el mercado del litio es muy pequeño en comparación con el del cobre, por ejemplo, se observa muy dinámico a nivel mundial debido a las perspectivas en relación a las baterías recargables para vehículos eléctricos. Esto se manifiesta en la alta proyección de capacidad instalada por parte de países competidores, en las asociaciones que actualmente se realizan entre compañías de diversas líneas de negocio, además de convenios de transferencia tecnológica, entre otros. Por ello es deseable actuar en concordancia con este dinamismo, para que Chile recupere la posición de líder en producción que mantuvo por tantos años en el mercado.

Así, sobre la base de los antecedentes de mercado, actualmente disponibles y expuestos en este informe, se estima que ya no hay mayor fundamento técnico para mantener el atributo de estratégico específicamente para el litio y su condición de no concesible.

Ello es compatible con la mantención del litio como sustancia de interés nuclear, en las mismas condiciones del uranio y el torio (ver Anexo 5), es decir, como sustancia concesible y reservándose el Estado la primera opción de compra, si así lo aconseja el interés nacional.

De este modo, la concesibilidad permitiría a Chile desplegar su capacidad productiva en la industria del litio, en las mismas condiciones que el resto de las sustancias mineras metálicas y no metálicas, sin perjuicio que el Estado podría explotar los vastos recursos de litio que ya dispone, si así fuera conveniente y en las modalidades que aconseje el interés para el país.

## 6. Referencias

- Bradshaw, A.M.; Hamacher, T. y Fischer, U. Is nuclear fusion a sustainable energy form? *Fusion Engineering and Design* 86 (9-11): 2770-2773.
- Cisternas, L.; Montenegro, M. y Urquieta, C. (1999). *Tecnología de los Procesos Químicos; una revisión a los principios, mercado y medio ambiente a través de la industria química chilena*. Antofagasta, Chile: Universidad de Antofagasta.
- Cochilco (2009). *Antecedentes para una política pública en minerales estratégicos: Litio*. Santiago, Chile: Comisión Chilena del Cobre. Recuperado en febrero de 2012 desde [http://www.cochilco.cl/productos/pdf/2009/informe\\_minerales\\_estrategicos\\_litio.pdf](http://www.cochilco.cl/productos/pdf/2009/informe_minerales_estrategicos_litio.pdf).
- DNPM (varios años). *Sumário Mineral*. Brasília, Brasil: Departamento Nacional de Produção Mineral. Recuperado en mayo de 2013 desde <http://www.dnpm.gov.br/conteudo.asp?IDSecao=68&IDPagina=64>.
- Evans, R.K. (2008). *An abundance of Lithium*. Recuperado en abril de 2012 desde <http://lithiumabundance.blogspot.com>.
- Evans, R.K. (2012). *An overabundance of lithium? Potential supply and demand estimates to 2020*. Ponencia presentada en 4th Lithium Supply & Markets Conference, 23 a 25 de enero de 2012, Buenos Aires, Argentina.
- Garrett, D.E. (2004). *Handbook of Lithium and Natural Calcium Chloride*. Londres, Gran Bretaña: Elsevier.
- GEM (2012). *Lithium Market Report: Outlook 2012-2020 and long run forecast*. Santiago, Chile: Gestión y Economía Minera Ltda.
- Gruber, P.W.; Medina, P.A.; Keoleian, G.A.; Kesler, S.E.; Everson, M.P. y Wallington, T.J. (2011). *Global lithium availability: a constrain for electric vehicles?* *Journal of Industrial Ecology* 15(5): 760-775.
- Hamacher, T. & Bradshaw, A.M. (2001) *Fusion as a future power source: recent achievements and prospects*. Publicado en 18<sup>th</sup> World energy Congress, 21-25 de octubre de 2001, Buenos Aires, Argentina.
- IGME (2010). *Panorama Minero: Litio 2009*. Madrid, España: Instituto Geológico y Minero de España. Recuperado en junio de 2012 desde <http://www.igme.es/internet/PanoramaMinero/PMLin.htm>.
- ITER (2013). *ITER & beyond*. Recuperado en abril de 2013 desde <http://www.iter.org/proj/iterandbeyond>.
- Lagos, G.E. (1986). *El Litio: un nuevo recurso para Chile*. Santiago, Chile: Editorial Universitaria.
- Lagos, G. (2012). *El desarrollo del litio en Chile: 1984-2012*. Santiago, Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Mohr, S.H.; Mudd, G.M. y Giurco, D. (2012). *Lithium Resources and Production: Critical Assessment and Global Projections*. *Minerals* 2012 (2): 65-84.
- Riesacher, F.; Alonso, H. y Salazar, C. (1999). *Geoquímica de aguas en cuencas cerradas: I, II, y III Regiones – Chile*. Santiago, Chile: Convenio de cooperación Dirección General de Aguas, Universidad Católica del Norte e Institut de Recherche pour lo Développement.

- Roskill (2013). Lithium: Market Outlook to 2017. Londres, Gran Bretaña: Roskill Information Services Ltd.
- SERNAGEOMIN (varios años). Anuario de la Minería de Chile 2002-2013. Santiago, Chile: Servicio Nacional de Geología y Minería. Recuperado en mayo de 2013 desde <http://www.sernageomin.cl/sminera-anuario.php>.
- Talison (2012). Investors presentation May 2012. Recuperado en mayo de 2012 desde [www.talisonlithium.com/docs/pdf-presentations/talison-lithium-investor-presentation\\_may-2012.pptx](http://www.talisonlithium.com/docs/pdf-presentations/talison-lithium-investor-presentation_may-2012.pptx).
- USGS (varios años). USGS Minerals Commodity Summary: Lithium. Recuperado en mayo de 2013 desde Mineral Commodity Summaries, <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/lithium>.
- World Nuclear Association (2012). Nuclear Fusion Power. Recuperado en abril de 2013 desde [http://www.world-nuclear.org/info/Current-and-Future-Generation/Nuclear-Fusion-Power/#.Ufq\\$5spZ7IU](http://www.world-nuclear.org/info/Current-and-Future-Generation/Nuclear-Fusion-Power/#.Ufq$5spZ7IU).
- Yaksic, A. y Tilton, J.E. (2009). Using the cumulative availability curve to assess the threat of mineral depletion: The case of lithium. Resources Policy 34: 185-194.

## Abreviaciones

t	Tonelada métrica
Mt	Millones de toneladas métricas
tpa	Toneladas métricas por año
mg/l	Miligramos por litro
US\$	Dólar estadounidense
MMUS\$	Millones de dólares estadounidenses
US\$/t	Dólar estadounidense por tonelada métrica
km <sup>2</sup>	Kilómetro cuadrado
msnm	Metros sobre el nivel del mar
LCE	Carbonato de litio equivalente
s/a	Sin antecedentes

## **Anexos**

**Anexo 1: Proyectos de litio**

**Anexo 2: Asociaciones estratégicas de las compañías mineras de litio**

**Anexo 3: Valorización de la producción chilena de litio**

**Anexo 4: Extracto del Código de Minería de artículos referentes al litio**

**Anexo 5: Extracto del Código de Minería de artículos referentes al torio y uranio**

## Anexo 1: Proyectos de litio

País	Proyecto	Compañía	Producto	Etapas	Inicio	Cap. LCE (t)	Recursos Li met (t)	Inversión (MMUS\$)	Costo de producción (US\$/t)
<b>Pegmatitas</b>									
<b>Australia</b>	Mt. Marion	Reed Resources	Concentrado de espodumeno	Prefactibilidad	<2017	22.000	16.600	--	--
	Pilgangoora	Altura Mining	Concentrado de espodumeno	Prefactibilidad	<2017	22.000	100.500	96	--
<b>Austria</b>	Wolfsberg Lithium	Global Strategic Minerals	Concentrado de espodumeno	Factibilidad	2016	3.700	48.000	--	--
<b>Canada</b>	Authier	Glen Eagle Resources	Concentrado de espodumeno	Prefactibilidad	--	15.000	18.600	--	--
	Moblan	Perilya Limited	Concentrado de espodumeno	Prefactibilidad	--	--	77.400	--	--
	Quebec Lithium	Canada Lithium	Carbonato e hidróxido	Puesta en marcha	Q4 2013	20.000	183.500	229	3.101
	Rose Tantalum	Critical Elements	Carbonato de litio	Factibilidad	2016	26.600	120.760	270	2.650
	Seperation Rapid	Avalon Rare Metals	Concentrado de petalita	Prefactibilidad	--	--	55.400	--	--
	Whabouchi	NemaskaLithium	Carbonato e hidróxido	Construcción	Q3 2015	38.000	179.600	450	3.400
<b>Finlandia</b>	Länttä	Keliber Nordic Mining	Concentrado de espodumeno	Prefactibilidad	<2017	4.000	8.500	--	--
<b>China</b>	Cuola	Tianqi Lithium	Concentrado de espodumeno	Construcción	2014	15.000	110.000	--	--
	Taiyanghe	Fujian Huamin	Concentrado de espodumeno	Prefactibilidad	<2017	7.500	--	--	--
	Xiajika exp.	Rongda	Concentrado de espodumeno	Factibilidad	<2017	15.000	--	--	--
<b>Serbia</b>	Jadar	Rio Tinto Minerals	Concentrado de jadarita	Exploración	--	27.000	1.048.000	--	--
<b>Planta</b>									
<b>Australia</b>	ConversionPlant	Talison Tianqi	Carbonato de litio	Prefactibilidad	2015	20.000	--	--	--
<b>Chile</b>	Planta La Negra	SCL (Rockwood)	Carbonato de litio	Construcción	2014	20.000	--	140	--
<b>Salares</b>									
<b>Argentina</b>	Cauchari-Olaroz 1	Lithium Americas	Carbonato de litio	Factibilidad	2015	20.000	2.226.000	269	1.332
	Cauchari-Olaroz 2	Lithium Americas	Carbonato de litio	Prefactibilidad	2018	20.000	--	--	--
	Sal de Vida	Galaxy Resources	Carbonato de litio	Factibilidad	2015	25.000	762.000	369	2.200

(Continuación Anexo 1)

País	Proyecto	Compañía	Producto	Etapas	Inicio	Cap. LCE (t)	Recursos Li met (t)	Inversión (MMUS\$)	Costo de producción (US\$/t)
<b>Argentina</b>	Diablillos	Rodinia Lithium	Carbonato de litio	Prefactibilidad	2015	15.000	530.000	144	1.519
	Hombre Muerto exp.	FMC Lithium	Carbonato de litio	Construcción	2014	6.000	850.000	--	--
	Olaroz	Orocobre	Carbonato de litio	Construcción	2014	17.500	1.210.000	207-229	1.230-1.512
	Rincón	ADY Resources (Enirgi Group)	Carbonato de litio	Construcción	2016	10.000	1.380.000	--	--
<b>Bolivia</b>	Uyuni	Comibol	Carbonato de litio	s/a	2014	30.000	8.900.000	120	--
<b>Chile</b>	Atacama exp.	SQM	Carbonato de litio	Stand by <sup>18</sup>	<2017	12.000	6.300.000	--	--
	Maricunga	Li3 Energy	Carbonato de litio	Prefactibilidad	--	15.000	108.000 <sup>19</sup>	--	--
	Maricunga	Simbalik	Carbonato de litio	s/a	2016	35.000 <sup>20</sup>	1.740.000	--	--
<b>China</b>	Diangxiogcuo	Tibet Sunrise Mining Dev.	Carbonato de litio	Prefactibilidad	<2017	5.000	167.000	--	--
	YiLiping	China MinMetals Non-Ferrous	Carbonato de litio	Factibilidad	2015	10.000	1.780.000 <sup>21</sup>	539	--
<b>EEUU</b>	Silver Peak exp.	Rockwood	Carbonato de litio	Factibilidad	2015	5.000	300.000	30	--
<b>Otros</b>									
<b>EEUU</b>	Magnolia (Campo de petróleo)	Albemarle	Carbonato de litio	Factibilidad	2015/2016	20.000	750.000	--	--
	Salton Sea (Geotermal)	Simbol Mining	Carbonato de litio	Construcción	2014	16.000	316.000	--	--
	Kings Valley (Hectorita)	Western Lithium	Carbonato de litio	Factibilidad	2015	26.000	570.000	--	3.011
<b>México</b>	Sonora – Ventana (Hectorita)	Bacanora Minerals	Carbonato de litio	Exploración	--	35.000	175.000	114	1.958

Fuente: Cochilco en base a datos de las empresas mineras y Roskill (2013).

<sup>18</sup> Expansión congelada a la espera de la evolución en la demanda debido a la entrada de nueva oferta por parte de competidores.

<sup>19</sup> Recurso estimado para concesiones Litio 1-6 de acuerdo al informe técnico de Li3 (2012).

<sup>20</sup> Simbalik no ejerció oportunamente la opción de compra que tenía sobre las pertenencias Cocina 19 a 27, y estas fueron adquiridas, a su vez, por Li3 Energy. Ello pone en duda la capacidad productiva a largo plazo que fue estimada inicialmente en 35.000 tpa.

<sup>21</sup> Recurso para el total del Salar de Maricunga proyectado por Simbalik (Roskill, 2013).

## Anexo 2: Asociaciones estratégicas de las compañías mineras de litio

Compañía	Origen	Mina/yacimiento	País	Socio / Dueño (tipo de acuerdo/% propiedad)	Origen	Down-stream <sup>(1)</sup>	Productos compañía minera y socios/dueños <sup>(2)</sup>
<b>ADY Resources</b>	Australia	Salar del Rincón	Argentina	Energi Group (100%)	Canadá	no	-Carbonato (TG y BG)
<b>Canada Lithium</b>	Canadá	Quebec Lithium	Canadá	Tewoo (off-take <sup>(3)</sup> ) Marubeni (off-take <sup>(3)</sup> )	China Japón	no	-Carbonato BG
<b>Comibol /GNRE</b>	Bolivia	Salar de Uyuni	Bolivia	Consorcio de Kores y Posco	Corea del Sur	no	-Carbonato
<b>FMC Lithium</b>	EEUU	Salar del Hombre Muerto	Argentina	-	-	sí	-Carbonato, cloruro y derivados de litio
<b>Galaxy Resources</b>	Australia	Mt. Cattlin	Australia	Talison (abastecimiento de planta Jianguo) <sup>(4)</sup> Mitsubishi (off-take <sup>(3)</sup> )	Australia, China Japón	sí	-Concentrado de espodumeno -Carbonato TG y BG (Tianqui); -Productos de litio, baterías y vehículos (Mitsubishi)
		Sal de vida	Argentina	Korean Consortium (30%; KORES, LG International, GS Caltex)	Corea del Sur	sí	-Carbonato (Galaxy-Jianguo); -Baterías (consorcio coreano)
<b>GanZi Rongda Lithium</b>	China	Jaijika	China	Luxiang Co. (51%) Youngy Group (49%)	China	no	-Concentrado de espodumeno, carbonato BG
<b>Jiangxi Western Resources</b>	China	Heyuan (Ningdu)	China	Sichuan Western Resources (100%)	China	no	-Concentrado y carbonato de litio
<b>Li3 Energy</b>	EEUU, Chile	Salar de Maricunga	Chile	Posco (25,4%)	Corea del Sur	no	-Carbonato
<b>Lithium Americas</b>	Canadá	Cauchari-Olaroz	Argentina	Mitsubishi (4%) Magna Int. (13%)	Japón Canadá	sí	-Carbonato; -Productos de litio, baterías y vehículos (Mitsubishi); -Componentes de vehículos (Magna)
<b>Nemaska Lithium</b>	Canadá	Whabouchi	Canadá	Sichuan Tianqui Lithium Ind. (19,9%) Phostech Lithium / Clariant (agreement)	China Suiza	sí	-Carbonato, hidróxido, cloruro y otros productos de litio; -Material de cátodos/baterías
<b>Orocobre</b>	Australia	Salar de Olaroz	Argentina	Toyota Tsoshu (25% en Olaroz)	Japón	sí	-Carbonato BG; -Productos de litio, componentes de vehículos y vehículos (Subsidiarias de Toyota)
<b>Qinghai CITIC</b>	China	Salar de Xitai (West Tajinaier)	China	CiticGroup (100%)	China	no	-Carbonato BG

(Continuación Anexo 2)

Compañía	Origen	Mina/yacimiento	País	Socio / Dueño (tipo de acuerdo/% propiedad)	Origen	Down-stream <sup>(1)</sup>	Productos compañía minera y socios/dueños <sup>(2)</sup>
<b>Qinghai Lanke Lithium Industry</b>	China	Salar de Chaerhan/Germu	China	Qinghai Salt Lake Industry (100%) Qinghai Fozhao Lithium Energy Development (merger)	China	no	-Carbonato BG
<b>Qinghai Salt Lake Industry</b>	China	Salar de Dongtai (East Taijinaier)	China	Western Mining Group (74%) Pulead Technology Ind. (agreement)	China	sí	-Sales de litio; -Material de baterías y baterías (Pulead)
<b>Rockwood Lithium</b>	EEUU	SilverPeak	EEUU	-	-	sí	-Carbonato, hidróxido, cloruro y otros productos de litio
<b>RodiniaLithium</b>	Argentina	Salar de Diablillos	Argentina	Shanshan Enterprise (7,6%)	China	sí	-Carbonato; -Materiales para baterías de litio (Shanshan)
<b>Sichuan Hidili Dexin Mineral Ind.</b>	China	Lijagou	China	Hidili Industry International Dev. (100%)	China	no	-Concentrado de espodumeno
<b>Sociedad Chilena del Litio</b>	Chile	Salar de Atacama	Chile	Rockwood Lithium (100%)	EEUU	sí	-Carbonato y cloruro -Otros productos de litio (Rockwood)
<b>SQM</b>	Chile	Salar de Atacama	Chile	-	-	no	-Carbonato e hidróxido de litio (TG y BG)
<b>Talison Lithium</b>	Australia	Greenbushes	Australia	Sichuan Tianqi Lithium Ind. (100%) <sup>(5)</sup> Galaxy Resources (abastecimiento de planta Jiangsu) <sup>(4)</sup>	China Australia	sí	-Carbonato, hidróxido, cloruro y otros productos de litio (Tianqi y Galaxy)
<b>Tibet Lithium New Technology Dev.</b>	China	Salar de Zhabuye, Tibet	China	Tibet Minerals Development (50,72%) BYD (18%)	China	sí	-Carbonato e hidróxido de litio -Baterías y vehículos eléctricos (BYD)
<b>Tibet Sunrise Mining Dev.</b>	China	Salar de Diangxiونغcuo	China	Sterling Group Ventures (agreement)	China	no	-Carbonato
<b>Yichun Huili</b>	China	Yichun Huili	China	Jiangxi Tungsten - China MinMetals (100%)	China	no	-Concentrado de lepidolita

Nota:

<sup>(1)</sup> Otros productos de litio que los básicos (carbonato, hidróxido y cloruro).

<sup>(2)</sup> TG = Technical-grade; BG = Battery-grade

<sup>(3)</sup> **Off-take agreement:** contrato de "toma o paga" que garantiza la compra de una cantidad definida de producción futura.

<sup>(4)</sup> Talison abastece la planta de conversión Jiangsu de Galaxy con concentrado de espodumeno proveniente de su mina Greenbushes.

<sup>(5)</sup> Tianqi firmó un acuerdo con Rockwood Lithium para que este accediera al 49% de las acciones de Talison Lithium. Se espera que se finalice la transacción durante el primer trimestre de 2014 luego de las aprobaciones regulares.

Fuente: Cochilco en base a datos de las empresas mineras y Roskill (2013).

### Anexo 3: Valorización de la producción chilena de litio 1984-2012

	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
<b>Producto( t)</b>																
<b>CARBONATO DE LITIO</b>	2.110	4.508	4.458	6.139	7.332	7.508	9.082	8.575	10.823	10.369	10.439	12.943	14.180	24.246	28.313	30.231
<b>HIDRÓXIDO DE LITIO</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>CLORURO DE LITIO</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	807	161
<b>Li Eq ( t) <sup>(1)</sup></b>																
<b>CARBONATO DE LITIO</b>	218,7	467,3	462,1	636,4	760,0	778,3	941,4	888,9	1.121,9	1.074,8	1.082,1	1.341,7	1.469,9	2.513,3	2.934,9	3.133,7
<b>HIDRÓXIDO DE LITIO</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>CLORURO DE LITIO</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	132,1	26,4
<b>Total Li eq</b>	218,7	467,3	462,1	636,4	760,0	778,3	941,4	888,9	1.121,9	1.074,8	1.082,1	1.341,7	1.469,9	2.513,3	3.067,0	3.160,1
<b>Valor de la producción a precio unitario de exportación FOB de 2012 (miles US\$) <sup>(2)</sup></b>																
<b>CARBONATO DE LITIO</b>	9.324,1	19.920,9	19.700,0	27.128,3	32.400,2	33.177,9	40.133,5	37.893,0	47.827,0	45.820,7	46.130,1	57.195,3	62.661,6	107.143,4	125.115,5	133.591,2
<b>HIDRÓXIDO DE LITIO</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>CLORURO DE LITIO</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2.678,4	534,4
<b>Total</b>	9.324,1	19.920,9	19.700,0	27.128,3	32.400,2	33.177,9	40.133,5	37.893,0	47.827,0	45.820,7	46.130,1	57.195,3	62.661,6	107.143,4	127.793,9	134.125,5
<i>Nota:</i>																
<i>(1) Li Eq corresponde al litio metálico contenido en cada una de las sustancias y se realizó aplicando el factor de conversión correspondiente.</i>																
<i>(2) La valorización de cada una de las sustancias de litio se realiza aplicándoles a las respectivas cantidades producidas cada año su valor unitario promedio de exportación FOB obtenido el año 2012.</i>																

Fuente: Cochilco, Datos de producción de Semageomin

(Continuación Tabla Anexo 3)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	1984 - 2012	2003 - 2012
<b>Producto ( t )</b>															
<b>CARBONATO DE LITIO</b>	35.869	31.320	35.242	41.667	43.971	43.595	50.035	55.452	52.519	25.154	44.025	59.933	62.002	772.040,0	478.353,0
<b>HIDRÓXIDO DE LITIO</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.987	5.101	5.800	5.447	19.335,0	19.335,0
<b>CLORURO DE LITIO</b>	0	0	0	0	494	681	1.166	4.185	4.362	2.397	3.725	3.864	4.145	25.987,0	25.019,0
<b>Li Eq ( t )<sup>(1)</sup></b>															
<b>CARBONATO DE LITIO</b>	3.718,2	3.246,6	3.653,2	4.319,2	4.558,0	4.519,0	5.186,6	5.748,1	5.444,1	2.607,4	4.563,6	6.212,6	6.427,1	80.029,2	49.585,8
<b>HIDRÓXIDO DE LITIO</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	865,5	1.478,1	1.680,7	1.578,4	5.602,7	5.602,7
<b>CLORURO DE LITIO</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	80,9	111,5	190,9	685,2	714,1	392,4	609,8	632,6	678,6	4.254,5	4.096,1
<b>Total Li eq</b>	3.718,2	3.246,6	3.653,2	4.319,2	4.638,9	4.630,5	5.377,5	6.433,3	6.158,2	3.865,4	6.651,6	8.525,9	8.684,1	89.886,5	59.284,6
<b>Valor de la producción a precio unitario de exportación FOB de 2012 (miles US\$)<sup>(2)</sup></b>															
<b>CARBONATO DE LITIO</b>	158.505,5	138.403,5	155.734,8	184.127,0	194.308,4	192.646,8	221.105,3	245.043,1	232.082,1	111.155,8	194.547,0	264.844,6	273.987,6	3.411.654,1	2.113.847,7
<b>HIDRÓXIDO DE LITIO</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16.035,3	27.384,0	31.136,5	29.241,5	103.797,2	103.797,2
<b>CLORURO DE LITIO</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	1.639,6	2.260,2	3.869,9	13.889,9	14.477,3	7.955,6	12.363,2	12.824,5	13.757,1	86.250,0	83.037,2
<b>Total MUS\$</b>	158.505,5	138.403,5	155.734,8	184.127,0	195.947,9	194.907,0	224.975,2	258.932,9	246.559,4	135.146,7	234.294,2	308.805,6	316.986,2	3.601.701,3	2.300.682,1

Nota:

<sup>(1)</sup> Li Eq corresponde al litio metálico contenido en cada una de las sustancias y se realizó aplicando el factor de conversión correspondiente.

<sup>(2)</sup> La valorización de cada una de las sustancias de litio se realiza aplicándoles a las respectivas cantidades producidas cada año su valor unitario promedio de exportación FOB obtenido el año 2012.

Fuente: Cochilco, Datos de producción de Semageomin

## **Anexo 4: Extracto del Código de Minería de artículos referentes al litio**

**Artículo 7°.-** No son susceptibles de concesión minera los hidrocarburos líquidos o gaseosos, **el litio**, los yacimientos de cualquier especie existentes en las aguas marítimas sometidas a la jurisdicción nacional ni los yacimientos de cualquier especie situados, en todo o en parte, en zonas que, conforme a la ley, se determinen como de importancia para la seguridad nacional con efectos mineros, sin perjuicio de las concesiones mineras válidamente constituidas con anterioridad a la correspondiente declaración de no concesibilidad o de importancia para la seguridad nacional.

**Artículo 8°.-** La exploración o la explotación de las sustancias que, conforme al artículo anterior, no son susceptibles de concesión minera, podrán ejecutarse directamente por el Estado o por sus empresas, o por medio de concesiones administrativas o de contratos especiales de operación, con los requisitos y bajo las condiciones que el Presidente de la República fije, para cada caso, por decreto supremo.

**Artículo 9°.-** Podrá constituirse concesión minera sobre las sustancias concesibles de un yacimiento, aunque éste contenga también sustancias no concesibles.

Se deberá comunicar al Estado la existencia de las sustancias no concesibles que se encuentren con ocasión de la exploración, de la explotación o del beneficio de las sustancias procedentes de pertenencias. El Estado podrá exigir a los productores que separen, de los productos mineros, la parte de las sustancias no concesibles que tengan presencia significativa en el producto, es decir, que sean susceptibles de ser reducidas o separadas desde un punto de vista técnico y económico, para entregársela o para enajenarlas por cuenta de él. Mientras el Estado no formule esa exigencia al productor, se presumirá de derecho que las sustancias no concesibles contenidas en los productos mineros respectivos no tienen presencia significativa en ellos.

El Estado deberá reembolsar, antes de la entrega, los gastos en que haya incurrido el productor para efectuar la reducción y entrega y, además, deberá costear las modificaciones y las obras complementarias que fuere necesario realizar para operar la reducción o separación en el país, caso en el cual también pagará las indemnizaciones de los perjuicios que se ocasionen con motivo de la realización de esas modificaciones y obras complementarias. Estas últimas obras serán de propiedad estatal.

El incumplimiento de las obligaciones que este artículo impone a los productores les hará incurrir en una multa, que aplicará el juez sujeta, en lo demás, a las normas del artículo 11.

En todo caso, si se enajenan sustancias no concesibles cuya entrega haya exigido el Estado conforme al inciso segundo, el monto de la multa será la cuarta parte del valor de las sustancias enajenadas, sin perjuicio de la obligación de entregarle su precio sin deducción alguna.

Las referencias al Estado de este artículo se entenderán hechas a la Comisión Chilena de Energía Nuclear, tratándose del litio; y al Ministerio de Minería, tratándose de hidrocarburos líquidos o gaseosos.

Todas las cuestiones que suscite la aplicación de este artículo serán resueltas por el juez respectivo.

## **Anexo 5: Extracto del Código de Minería de artículos referentes al torio y uranio**

**Artículo 10.-** El Estado tiene, al precio y modalidades habituales del mercado, el derecho de primera opción de compra de los productos mineros originados en explotaciones mineras desarrolladas en el país en los que **el torio o el uranio** tengan presencia significativa.

Si estos productos se obtienen esporádicamente, su productor deberá comunicar su obtención a la Comisión Chilena de Energía Nuclear a fin de que ésta pueda ejercer aquel derecho por cuenta del Estado, y le señalará la cantidad, calidad y demás características del producto, su precio de mercado y la forma, oportunidad y lugar de su entrega. Esta comunicación constituirá una oferta de venta con plazo de espera y obligará a no disponer del producto durante los tres meses siguientes a la fecha de su recepción.

La Comisión podrá aceptar o rechazar libremente la oferta, en todo o parte. Si la aceptare, indicará un plazo, no mayor de dos meses contado desde la respectiva entrega de productos, en el cual se pagará su precio.

La oferta caducará si no es aceptada dentro de los tres meses de espera. Con todo, la oferta no caducará si, dentro de este plazo, la Comisión pide al juez que, con citación del productor, designe un experto para que éste, como tercero, establezca el precio y las modalidades de la compraventa. La Comisión dispondrá de un mes, desde que el experto le comunique su resolución, para aceptar, en todo o parte, la oferta en los términos establecidos por el experto. Si no lo hace en ese plazo, caducará la oferta.

Si estos productos se obtienen en forma habitual, su productor, a más tardar en septiembre de cada año, comunicará a la Comisión sus programas mensuales de producción estimados para el año calendario siguiente, a fin de que ésta pueda ejercer, por cuenta del Estado, el derecho de primera opción de compra. El productor también dará cuenta a la Comisión, de inmediato, de todas las variaciones que experimenten esos programas. La comunicación, que deberá contener todas las menciones indicadas en el inciso segundo, constituirá una oferta de venta con plazo de espera y obligará a no disponer del producto de cada mes hasta el último día del mes de su obtención.

La Comisión podrá aceptar o rechazar libremente la oferta, en todo o parte. Si la aceptare, el precio de cada entrega se pagará dentro de los dos meses siguientes a ella.

La oferta caducará si no es aceptada dentro del plazo establecido en el inciso sexto.

En lo demás, se aplicarán las normas del inciso cuarto.

**Documento elaborado en la  
Dirección de Estudios por:**

**Stefanie Schwarz**

Analista Minero

**Vicente Pérez V.**

Analista Minero

**Directora de Estudios:**

**María Cristina Betancour M.**

**Diciembre de 2013**



**SERVICIO NACIONAL DE GEOLOGÍA Y MINERÍA**  
**Subdirección Nacional de Geología**  
**Departamento de Geología Aplicada**

Este trabajo fue efectuado por:

Rosa Troncoso V.  
Oscar Ercilla H.  
Rodrigo Carrasco O.  
Waldo Vivallo S.



**ESTUDIO DEL POTENCIAL DE LITIO EN  
SALARES DEL NORTE DE CHILE**

**DICIEMBRE, 2013**

## RESUMEN EJECUTIVO

Los salares andinos y sub-andinos del norte de Chile han sido y son objeto de interés por sus potenciales contenidos de litio y potasio. Con el objetivo de realizar una estimación del potencial geológico como portadores de depósitos de litio y otros compuestos salinos, quince salares de las regiones de Antofagasta y Atacama fueron estudiados. La elección de estos se realizó con base en los antecedentes bibliográficos disponibles y utilizando parámetros tales como contenido de litio equivalente (mg/l), extensión areal de la superficie del salar (km<sup>2</sup>), y razón litio/potasio (Li/K). Como resultado de esta selección se escogieron 15 salares, de los cuales se hace notar que en el Salar Grande no se realizó muestreo de sus salmueras durante las campañas de terreno. Además, se incluyeron en este estudio los salares de Atacama, Pedernales y Maricunga, cuyo potencial es conocido y cuentan con numerosos informes sobre sus características y recursos. En total los 18 salares considerados en este estudio son:

SALARES ZONA NORTE	SALARES ZONA SUR
1. Atacama	9. Aguas Calientes Sur Sur ó 4
2. Tara	10. Pajonales
3. Aguas Calientes Norte ó 1	11. Gorbea
4. Pujsa	12. Agua Amarga
5. Loyoques o Quisquiro	13. La Isla
6. Aguas Calientes Centro ó 2	14. Aguilar
7. El Laco	15. Parinas
8. Aguas Caliente Sur ó 3	16. Grande
	17. Pedernales
	18. Maricunga

Los salares seleccionados, fueron investigados en terreno mediante toma de muestras de la costra salina, salmueras contenidas en cada salar y vertientes que ingresan a los salares. El objetivo del trabajo de campo fue validar información en terreno y adquirir nuevos datos que hagan posible alcanzar el objetivo del estudio.

Los resultados obtenidos permiten concluir lo siguiente: las mayores concentraciones de litio fueron detectadas en las salmueras de los salares de la Zona Sur, confirmando el alto potencial de estos salares como fuente de concentraciones económicas de este elemento. Concentraciones sobre 1.000 mg/l de litio, en las salmueras, fueron detectados en el Salar de La Isla, un grupo importante de muestras de agua de los salares de esta zona presentan concentraciones variables entre 200 y 500 mg/l. Los Salares de Aguas Calientes Sur Sur, Pajonales y Agua Amarga son los que presentan las menores concentraciones de litio en sus salmueras, con la mayoría de las muestras bajo los 60 mg/l de litio. Además, se determinaron concentraciones de litio de importancia en las salmueras de los salares de Tara, Loyoques y Pujsa, pertenecientes a la Zona Norte, con valores de hasta 440 mg/l, resultado que confirma lo señalado en estudios anteriores. Sin embargo, cabe mencionar, que los salares de Tara y Pujsa están localizados dentro de la Reserva Nacional Los Flamencos y forman parte de la lista de humedales de importancia internacional, denominada Lista RAMSAR. Un resumen de los valores máximos y mínimos de las concentraciones de litio detectadas en cada uno de los salares estudiados se muestran en la tabla adjunta, al igual que sus razones Li/K y Li/Mg.

Los especímenes de las costras salinas analizadas muestran que halita y yeso son los componentes principales de su mineralogía; consecuentemente, su composición química está dominada por los iones cloruro y sulfato. Numerosas muestras puntuales de la costra salina indican contenidos de litio sobre los 200 ppm, como es el caso del salar de Aguas Calientes Norte, y aún sobre los 1.000 ppm en el salar de Tara, ambos de la zona norte. En la zona sur altas concentraciones de litio (>200 ppm) se reconocen en las costras salinas de los salares Gorbea, Parinas y La Isla. Adicionalmente, algunos salares muestran concentraciones altas de boro, como es el caso de los salares Agua Amarga y Gorbea en la zona sur y Tara y Pujsa en la zona norte.

En base a los análisis químicos disponibles pareciera que en aquellos salares donde la costra salina es rica en litio sus salmueras también lo son. En consideración que algunos de los especímenes de las costras salinas indican concentraciones de litio altas (>500 ppm) y a la solubilidad de las sales a las cuales se asocia, es recomendable evaluar su potencial económico. Desde el punto de vista de la propiedad minera es necesario señalar que la totalidad de la superficie cubierta por los salares estudiados, cuenta con concesiones mineras otorgadas, sean

estas de explotación o exploración. El Estado de Chile a través de CORFO, ENAMI y CODELCO-CHILE, mantiene concesiones mineras en las áreas de los salares de Atacama, de Aguilar, de Pedernales y Maricunga, respectivamente. La totalidad de las concesiones de exploración vigentes al año 2013 (423.187 ha) están reguladas por el Código de Minería del año 1983 y de ella, sólo el 0,8% está en manos del Estado (3.200 ha) y corresponden a las concesiones de exploración que CODELCO-CHILE mantiene en el Salar de Pedernales y, en tanto, de las concesiones de explotación vigentes a la fecha, alcanzan a 34,4% (223.103 ha), y han sido otorgadas según el Código de Minería del año 1932; y la totalidad de estas están en manos de organismos del Estado de Chile.

Como se desprende de la tabla adjunta la mayor cantidad de concesiones de explotación se concentran en el salar de Atacama donde CORFO mantiene el 36,3% de la propiedad minera establecida y cubre el 54,6% de su superficie, con sus pertenencias denominadas OMA, en tanto ENAMI posee un 3% de las concesiones de explotación en el Salar de Aguilar, y CODELCO-CHILE mantiene el 100% y 18% de las concesiones de explotación existentes en los salares de Pedernales y Maricunga, respectivamente. Finalmente, si se considera solo la superficie total de los salares incluidos en este estudio, las concesiones del Estado cubren el 51,8% de esta.

El salar de Atacama concentra las mayores reservas de litio del país. Estimaciones iniciales del Instituto de investigaciones Geológicas (IIG) las estimaron en 3,8 millones de toneladas de litio. Estimaciones reciente de reservas realizadas por la Sociedad Química y Minera de Chile (SQM) indican 6,3 millones de toneladas de Litio, en base a la confirmación de presencia de salmueras a 200 m de profundidad. El Servicio Geológico de los Estados Unidos de Norteamérica (USGS, 2013) indica para Chile reservas de 7,5 millones de toneladas de litio, mayoritariamente concentradas en el Salar de Atacama.

Los salares con potencial por litio medio a alto en la zona norte corresponde a los salares Tara, Loyoques, y, Atacama y Aguas Calientes Centro, respectivamente. En la zona sur corresponden a los salares Aguilar, Parinas, y, Pajonales, La Isla, Pedernales y Maricunga, respectivamente. De acuerdo a las características considerados en el presente informe, la relación entre la concentración de litio (mg/l) en sus salmueras, razón litio/potasio (Li/K), y la superficie del salar (km<sup>2</sup>). Faltando determinar el parámetro de la profundidad que llegan las salmueras. De acuerdo a lo anterior, sugiere que los salares de la zona sur presentan en general mayor potencial que los de la zona norte.

SALARES ZONA NORTE								
salar	Li (mg/L)		K (mg/L)		Li/K		Li/Mg	
	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.
<b>Atacama</b>	>1.000	-	>10.000	-	-	-	-	-
<b>Tara</b>	3	440	6	700	0,07	0,81	0,16	0,97
<b>Aguas Calientes Norte</b>	25	130	6,5	1.020	0,13	0,5	0,1	0,5
<b>Pujsa</b>	1	400	16	3.400	0,04	0,12	0,04	0,26
<b>Loyoques ó Quisquiro</b>	6	425	22	1.650	0,17	3,32	0,13	0,18
<b>Aguas Calientes Centro</b>	5	45	150	1.025	0,02	0,05	0,01	0,03
<b>El Laco</b>	2	32,5	95	1.850	0,02	0,03	0,01	0,06
<b>Aguas Calientes Sur</b>	0,5	17,5	45,5	900	0,01	0,06	0,01	0,03
SALARES ZONA SUR								
salar	Li (mg/L)		K (mg/L)		Li/K		Li/Mg	
	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.
<b>Aguas Calientes Sur Sur</b>	0,1	8,5	3	1.050	0,03	0,04	0,01	0,09
<b>Pajonales</b>	4,5	57,5	285	2.825	0,02	0,03	0,01	0,03
<b>Gorbea</b>	5	500	25	5.000	0,06	0,2	0,01	0,01
<b>Agua Amarga</b>	13,7	60,5	185	2.035	0,03	0,08	0,01	0,05
<b>La Isla</b>	13	1.150	42	108.000	0,01	0,31	0,14	0,22
<b>Aguilar</b>	350	375	2.600	2.600	0,14	0,14	0,05	0,06
<b>Parinas</b>	7	400	41	6.000	0,07	0,19	0,1	0,11
<b>Grande</b>	4	123	176	2.770	0,0004	0,02	-	-
<b>Pedernales</b>	130	423	-	-	0,07	0,08	-	-
<b>Maricunga</b>	1	1.050	-	-	0,14	0,18	-	-

		Propietario Concesiones Estatales	Recursos	Potencial	Superficie e del Salar (ha)	CONCESIONES DE EXPLORACIÓN				CONCESIONES DE EXPLOTACIÓN			
						Total PM	PM Estatal, Código Minero de 1983	PM Código Minero de 1983	PM Estatal (Código Minero de 1983) v/s Superficie del Salar	Total PM	PM Estatal, Código Minero, 1932	PM Estatal, Código Minero de 1932	PM Estatal (Código Minero de 1932) v/s Superficie del Salar
						ha	ha	%	%	ha	ha	%	%
SALARES ZONA NORTE	Atacama	Privados, CORFO	Li; K	alto	300.000	271.391	0	0%	0%	451.115	163.840	36,3%	54,6%
	Tara	Privados	Li; B	medio	4.800	6.400	0	0%	0%	0	0	0%	0%
	Aguas Calientes Norte	Privados	Li; K	bajo	1.500	2.000	0	0%	0%	400	0	0%	0%
	Pujsa	Privados	Li; K; B	bajo	1.800	0	0	0%	0%	800	0	0%	0%
	Loyoques o Quisquiro	Privados	Li; K	medio	8.000	0	0	0%	0%	9.246	0	0%	0%
	Aguas Calientes Centro	Privados	Li; K	alto	13.400	1.100	0	0%	0%	13.700	0	0%	0%
	El Laco	Privados	Li	bajo	1.620	600	0	0%	0%	9.453	0	0%	0%
	Aguas Calientes Sur	Privados	Li	bajo	4.600	21.499	0	0%	0%	0	0	0%	0%
sub-total				335.720	302.990	0	0,0%	0,0%	484.714	163.840	33,8%	48,8%	
SALARES ZONA SUR	Aguas Calientes Sur Sur	Privados	Li	bajo	2.000	3.000	0	0%	0%	2.800	0	0%	0%
	Pajonales	Privados	Li; K; B	alto	10.400	8.500	0	0%	0%	11.795	0	0%	0%
	Gorbea	Privados	Li; K; B	bajo	2.700	8.700	0	0%	0%	4.353	0	0%	0%
	Agua Amarga	Privados	Li; K; B	bajo	2.300	11.200	0	0%	0%	3.100	0	0%	0%
	La Isla	Privados	Li; K	alto	15.200	20.199	0	0%	0%	16.499	0	0%	0%
	Aguilar	Privados, ENAMI	Li; K	medio	7.100	11.300	0	0%	0%	8.765	300	3%	4%
	Parinas	Privados	Li; K	medio	4.000	4.100	0	0%	0%	5.400	0	0%	0%
	Grande	Privados	Li; K	bajo	2.900	8.900	0	0%	0%	4.150	0	0%	0%
	Pedernales	Privados, CODELCO	Li; K	alto	33.800	27.799	3.200	12%	9%	82.207	56.281	68%	167% *
	Maricunga	Privados, CODELCO	Li; K	alto	14.500	16.499	0	0%	0%	24.584	2.682	11%	18%
sub-total				94.900	120.197	3.200	2,7%	3,4%	163.653	59.263	36,2%	62,4%	
<b>Totales</b>				<b>430.620</b>	<b>423.187</b>	<b>3.200</b>	<b>0,8%</b>	<b>0,7%</b>	<b>648.367</b>	<b>223.103</b>	<b>34,4%</b>	<b>51,8%</b>	

\* Existe superposición de concesiones mineras de explotación; PM = propiedad minera; ha = hectáreas

## INDICE

	<b>Pág</b>
<b>1.- INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>5</b>
<b>2.- ANTECEDENTES.....</b>	<b>5</b>
<b>3.- OBJETIVOS.....</b>	<b>5</b>
<b>4.- METODOLOGÍA.....</b>	<b>5</b>
<b>5.- SALARES.....</b>	<b>7</b>
<b>5.1 SALARES ZONA NORTE.....</b>	<b>9</b>
<b>5.1.1 Salar de Atacama.....</b>	<b>9</b>
<b>5.1.2 Salar de Tara.....</b>	<b>13</b>
<b>5.1.3 Salar de Aguas Calientes Norte ó 1.....</b>	<b>22</b>
<b>5.1.4 Salar de Pujsa.....</b>	<b>29</b>
<b>5.1.5 Salar de Loyoques ó Quisquiro.....</b>	<b>38</b>
<b>5.1.6 Salar de Aguas Calientes Centro ó 2.....</b>	<b>45</b>
<b>5.1.7 Salar de El Laco.....</b>	<b>52</b>
<b>5.1.8 Salar de Aguas Caliente Sur ó 3.....</b>	<b>59</b>
<b>5.2 SALARES ZONA SUR.....</b>	<b>66</b>
<b>5.2.1 Salar de Aguas Calientes Sur Sur ó 4.....</b>	<b>66</b>
<b>5.2.2 Salar de Pajonales.....</b>	<b>75</b>
<b>5.2.3 Salar de Gorbea.....</b>	<b>89</b>
<b>5.2.4 Salar de Agua Amarga.....</b>	<b>97</b>
<b>5.2.5 Salar de La Isla.....</b>	<b>106</b>
<b>5.2.6 Salar de Aguilar.....</b>	<b>116</b>
<b>5.2.7 Salar de Parinas.....</b>	<b>123</b>
<b>5.2.8 Salar Grande.....</b>	<b>130</b>
<b>5.2.9 Salar de Pedernales.....</b>	<b>133</b>
<b>5.2.10 Salar de Maricunga.....</b>	<b>136</b>
<b>6.- PROPIEDAD MINERA.....</b>	<b>139</b>
<b>7.- CONCLUSIONES.....</b>	<b>246</b>
<b>8.- AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>248</b>
<b>9.- BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>248</b>
<b>10.- ANEXO 16 DERECHO A UTILIZAR EL AGUA EN LA MINERÍA DEL LITIO...</b>	<b>250</b>

## 1.- INTRODUCCIÓN

En Chile, existen 58 salares repartidos en la regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta y Atacama. Ellos se ubican en la pre-cordillera y cordillera de los Andes, lo que permite subdividirlos en salares sub-andinos y andinos, respectivamente. El interés en el estudio de este tipo de salares radica en el hecho que contienen importantes cantidades de boro en sus costras salinas, sales de magnesio, potasio y litio en las salmueras que los constituyen. En efecto, Chile es el mayor productor de litio a nivel mundial y la totalidad de la producción de litio del país proviene de la explotación de las salmueras contenidas en el Salar de Atacama, que además contiene una importante parte de las reservas mundiales de litio conocidas a la fecha.

Este trabajo presenta una síntesis con la información disponible, sobre las principales características de 17 salares andinos y sub-andinos de las regiones de Antofagasta y Atacama, considerados los de mayor potencial para la exploración por recursos de litio (figura 1).

## 2.- ANTECEDENTES

Los depósitos salinos y salares de Chile han sido objeto de numerosos estudios. Sin embargo, para el desarrollo de este trabajo, tres de ellos se han tomado como base y punto de partida. El primero y más antiguo, titulado "Posibilidades de litio y potasio en depósitos salinos de la II Región, Chile" (CORFO, 1978), corresponde a un reconocimiento preliminar sobre la mayor parte de los salares de la región de Antofagasta, en el se evalúa la posibilidad de presencia de litio y potasio, entre otros elementos, por medio de estudios de terreno y laboratorio.

El segundo, denominado "Geoquímica de aguas en cuencas cerradas: I, II y III regiones, Chile" (Risacher *et al.*, 1999), entrega información para cada uno de los salares y lagunas de las cuatro regiones del norte del país (Arica y Parinacota, aún no era la XV Región y estaba incluida en la I), con una cantidad apreciable de análisis de aguas de los manantiales que nutren estos lugares y un estudio básico de la evolución geoquímica de las aguas en cada salar.

El tercer trabajo es una recopilación de información de sobre salares entregadas en el "Informe bibliográfico sobre los salares del Norte Grande, Chile" (Ercilla *et al.*, 2012). En este trabajo se presenta la información disponible para los salares seleccionados, de manera que en él se muestran los aspectos fundamentales de la geología y los análisis de laboratorios realizados a la fecha sobre depósitos de sales y salmueras.

El presente informe, solicitado por la Subsecretaría de Minería, pretende validar en terreno la información existente de los salares seleccionados y aportar antecedentes adicionales.

## 3.- OBJETIVO

Este trabajo da respuesta a una solicitud de la Subsecretaría de Minería, referente a los recursos minerales existentes en los salares chilenos e identificar aquellos que presenten el mayor potencial económico.

El objetivo principal de este informe es proporcionar, a las autoridades, la información geológica sobre el potencial de los salares estudiados, en particular, respecto de sus contenidos de litio, magnesio y boro, entre otros elementos.

## 4.- METODOLOGÍA

La ejecución de este proyecto fue diseñada en cuatro etapas, que corresponden a las siguientes:

**Etapa 1:** Recopilación de información y selección de salares a estudiar. Se realizó una completa revisión de la información sobre salares existente en la Biblioteca de SERNAGEOMIN (Ercilla *et al.*, 2012). Con base en esta información se realizó una selección de aquellos salares que presentan las mejores condiciones como potenciales portadores de salmueras con contenidos de litio y otros elementos. La selección se realizó en base a una categorización de la información y el uso de parámetros tales como a) Contenido de litio equivalente (mg/l), b) Extensión del área del salar (km<sup>2</sup>), y c) Razón litio/potasio (Li/K). Parámetros utilizados en una categorización anterior realizada y presentada por SERNAGEOMIN el año 2010 (Gajardo y Carrasco, 2010; en la "Reunión del Grupo Expertos Sénior sobre el Desarrollo Sostenible del Litio en América Latina: Asuntos Emergentes y oportunidades", CEPAL, Santiago, Chile). Como resultado de este ejercicio se seleccionaron 15 salares, de los cuales se visitarían en terreno 14, excluyendo a Atacama, Pedernales y Maricunga, estos tres últimos con potenciales ampliamente conocidos.

**Etapa 2:** Trabajo de campo. En base a la información geológica recopilada se planificaron dos campañas de terreno, que permitieron validar la información disponible, obtener nueva información geológica y realizar el muestreo de las aguas y salmueras, y muestras puntuales (especímenes) de la costra salina en cada salar. Estas campañas tuvieron lugar entre los días 03 al 15 de abril y el 06 al 17 de mayo de 2013. En estos dos períodos se visitaron un total de 14 salares entre los 23° a 26° de latitud sur, que comprende parte de las regiones de Antofagasta y Atacama, obteniéndose un total de 118 muestras de agua o salmuera y 84 especímenes de las costras salinas. En el caso de las muestras de agua, se intentó muestrear todos los cuerpos de agua a los cuales se pudo tener acceso, incluyendo manantiales, canales, pozas, lagunas y calicatas de exploración, para tener una visión lo más completa posible de la composición química de los aportes que ingresan al salar, de los cuerpos de agua superficial y, en el mejor de los casos, del agua subterránea. Como las aguas muestreadas corresponden a salmueras, que poseen una alta densidad y que tienden a estratificarse, se intentó tomar más de una muestra en cada cuerpo de agua, con el objetivo de tener en consideración la influencia del lugar y/o forma de muestreo en los resultados del análisis. Lo anterior, teniendo en consideración, además, algunas diferencias importantes en los resultados químicos obtenidos en uno y otro estudio realizado anteriormente. Además, cuando las condiciones climáticas lo permitieron, se realizaron mediciones de parámetros fisicoquímicos *in situ* (temperatura, conductividad y pH), información que sirvió de antecedente para los análisis realizados en el laboratorio. Las muestras de agua fueron tomadas en botellas de PVC de alta densidad, previamente lavadas con agua bi-destilada en el laboratorio y ambientadas con el agua a muestrear en terreno. Las muestras no fueron filtradas ni acidificadas.

**Etapa 3:** Análisis de laboratorio. Las muestras de aguas y los especímenes de la costra salina fueron sometidos a distintos tipos de análisis de laboratorio. La mineralogía de los especímenes de las costras salinas fue determinada por medio de difracción de rayos X y su composición química por medio de análisis químicos utilizando ICP-MS, en total se determinó 56 elementos. Las muestras de agua fueron analizadas por elementos mayores y trazas, utilizando cromatografía iónica e ICP-MS. En ambos casos se tuvo especial énfasis en la determinación de los contenidos de litio y potasio. El conjunto de análisis químicos y mineralógicos fueron realizados en los laboratorios de SERNAGEOMIN.

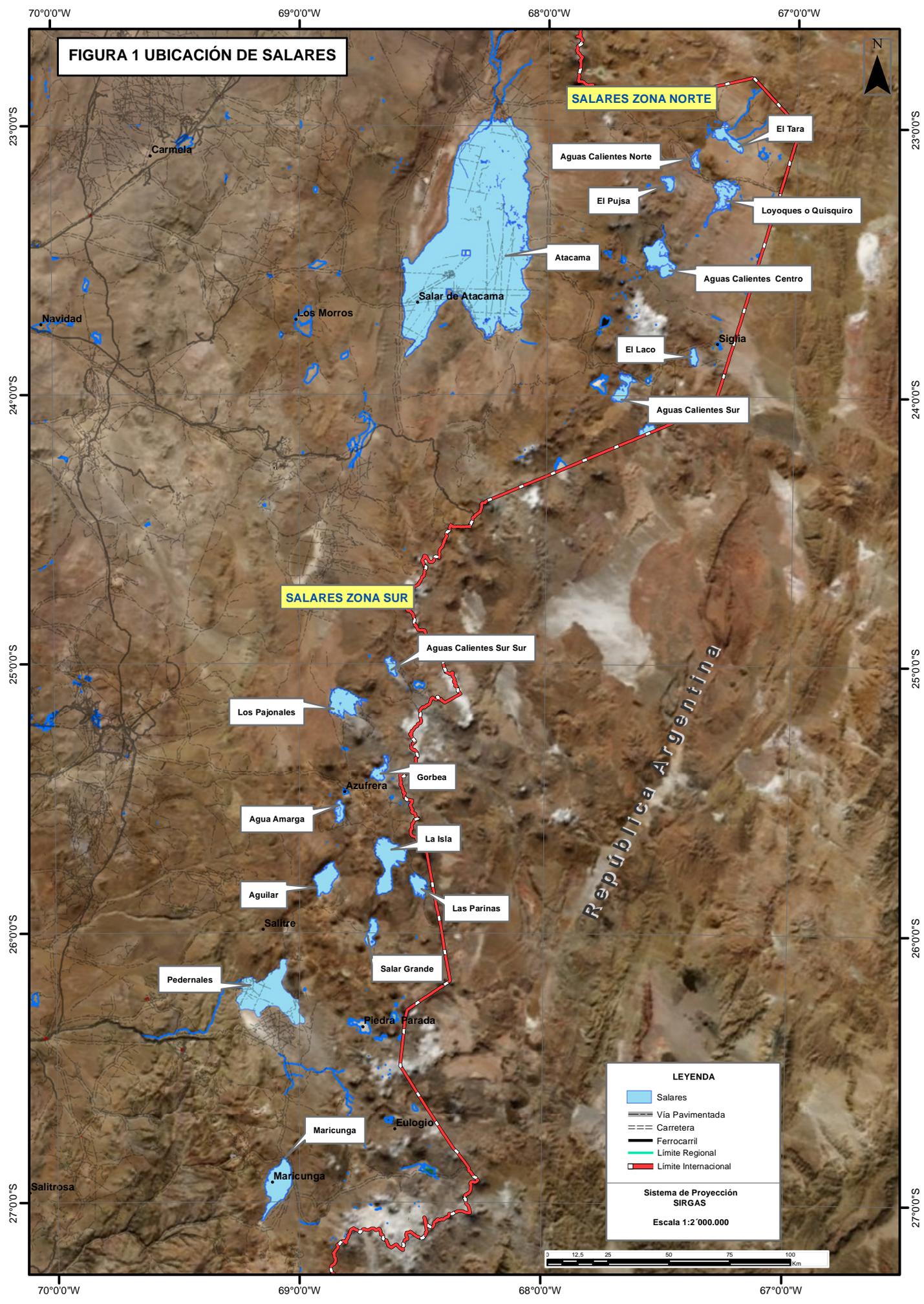
## 5.- SALARES

Los salares que se presentan en este informe son aquellos que se visitaron en terreno junto a otros cuatro, Atacama, Grande, Pedernales y Maricunga, en el que hay suficiente información bibliográfica para realizar un estudio eficiente. Las descripciones que se realizan, sobre los salares visitados, están basadas en observaciones tomadas en el lugar, complementados por datos procedentes de otros estudios y de fotografías explicativas.

Los salares que se describen a continuación, de norte a sur (figura 1 y tabla 1), son los presentados en la siguiente tabla:

<b>Tabla 1</b>	<b>SALARES ZONA NORTE</b>	<b>SALARES ZONA SUR</b>
	5.1.1 Atacama	5.2.1 Aguas Calientes Sur Sur ó 4
	5.1.2 Tara	5.2.2 Pajonales
	5.1.3 Aguas Calientes Norte ó 1	5.2.3 Gorbea
	5.1.4 Pujsa	5.2.4 Agua Amarga
	5.1.5 Loyoques o Quisquiro	5.2.5 La Isla
	5.1.6 Aguas Calientes Centro ó 2	5.2.6 Aguilar
	5.1.7 El Laco	5.2.7 Parinas
	5.1.8 Aguas Caliente Sur ó 3	5.2.8 Grande
		5.2.9 Pedernales
		5.2.10 Maricunga

**FIGURA 1 UBICACIÓN DE SALARES**



## 5.1 SALARES ZONA NORTE

### 5.1.1 SALAR DE ATACAMA



Figura 2.- Vista aérea del salar de Atacama (tomado de Google Earth, escala 1:1.150.000)

**Localización:**  
 23°31`S / 68°19`W  
 569.775 E / 7.397.613 S - HUSO 19  
 PSAD56

**Superficie cuenca:** 18.100 Km<sup>2</sup>  
**Superficie salar:** 3.000 Km<sup>2</sup>  
**Cota:** 2.300 m s.n.m.

### LOCALIZACIÓN Y ACCESO

El salar de Atacama está ubicado en la provincia de Calama, Región de Antofagasta, inmediatamente al sur del pueblo San Pedro de Atacama. Su emplazamiento se sitúa en la zona oriental de la región, siendo el de mayor superficie y el que está a menor altitud de todos los salares considerados en este estudio (figuras 1 y 2). El acceso al salar se realiza desde la localidad de San Pedro de Atacama, recorriendo la Ruta Ch-23 que bordea el salar, pudiendo acceder desde esta carretera a alguno de los desvíos que llevan hasta las plantas de extracción de salmueras en la zona sur del salar.

### GEOLOGÍA

El salar tiene una forma aproximadamente ovalada, con su eje mayor en dirección norte-sur y el menor en dirección oeste-este. La cuenca en la cual se emplaza el salar es de origen tectónico y está limitada al oeste por la Cordillera de Domeyko y de los Andes al este; está rellena por sedimentos clásticos y evaporitas. El salar ocupa la parte más baja de la cuenca. La cuenca está rodeada por rocas sedimentarias, volcánicas e intrusivas, con edades comprendidas entre el Paleozoico y el reciente.

La cuenca tectónica del Salar de Atacama está rellena por tres tipos diferentes de sedimentos y evaporitas. En la parte exterior, la orilla del salar, se observa una capa de limos cubiertos por vegetación. En una zona más interna, y rodeando al núcleo, existen eflorescencias compuestas por yeso, anhídrita y halita, con grietas de hasta 60 cm de profundidad, es en esta zona donde se encuentran las lagunas y los ríos. El núcleo está formado por halita, constituyendo una gruesa capa de 400 m de potencia, en su superficie forma montículos de hasta 70 cm de altura.

En su núcleo salino, se pueden distinguir diferentes unidades. En la parte más externa se presenta una costra limosa en la que se aprecian cloruros y sulfatos. Algo más al interior se encuentra una costra con mayoría de sulfatos con cantidades apreciables de cloruros en su composición. La tercera unidad, casi en el centro del núcleo, es una costra de cloruros en la que existe la presencia de limos de procedencia eólica.

El aporte hídrico al salar se realiza principalmente por parte del río San Pedro (tabla 2), que recorre de manera superficial la zona hasta llegar al salar. Este flujo de agua es la unión de las aportaciones que realizan los ríos Putana, Jauna, Machuca y Salado. El segundo flujo de aportes al salar es el que realiza el río Vilama, que discurre paralelo a San Pedro. Otro aporte es el de las quebradas de la parte este como son Aguas Blancas, Honar, Soncor, Camar, Socaire, Peine y Tilomonte, pero son aportes discontinuos y estacionales, condicionados a las precipitaciones y al efecto humano de la retirada de agua para uso agrícola, salvo en el caso de Aguas Blancas. Las aportaciones debidas a precipitaciones son poco significativas, registrándose un promedio anual de 28,2 mm.

Tabla 2 Flujos de aguas superficiales	
Río	l/s
San Pedro	1.000
Vilama	218
Honar	50
Aguas Blancas	134
Camar	3
Peine	17
Tulan	59

Fuente: CORFO (1979)

El volumen de aportaciones subterráneas es desconocido y tan solo existe un cálculo estimado a partir del nivel freático del salar, que es bastante estable a lo largo del año, y la cantidad de agua que se pierde. La única manera de salida del agua en esta cuenca es por medio de la evaporación, cuya tasa es la más alta registrada en los salares de toda Sudamérica. Los cálculos efectuados en el propio salar dan como resultado una evaporación promedio de 3.300 l/m<sup>2</sup>/año con un flujo medio anual de evaporación de 13.900 l/s (1 l/s=31.536 m<sup>3</sup>/año) para todo el salar.

## RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS

El salar de Atacama ha sido el salar más estudiado en Chile. Las prospecciones comenzaron en el año 1969 a petición del Ministerio de Minería al Instituto de Investigaciones Geológicas (IIG), quien concluyó en su estudio final en el potencial económico de las salas existentes en el salar. El estudio de la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) comenzó en 1970, con el desarrollo de varios proyectos de estudio más pormenorizado.

En el año 1974, Foote Mineral (tabla 3) realiza la toma de muestras del salar y en enero de 1975 se crea una asociación con CORFO para la explotación del salar.

Datos recogidos desde un estudio de 1979, determinan reservas, en el núcleo del salar (1.100 Km<sup>2</sup>), de 3,8 millones de t de litio, 53 millones de t de potasio, 26 millones de t de magnesio y 11 millones de t de ácido bórico, con una recarga estimada, para el litio, de 1.000 t/año, procedente de los aportes de ríos y escurrimientos subterráneos.

Los estudios realizados a los diferentes flujos de aguas que llegan al salar, y en diferentes épocas del año, arrojan cantidades apreciables de litio y de potasio, que se concentran en el salar hasta alcanzar las 1.500 ppm para litio y los 18.000 ppm para potasio.

Tabla 3 Análisis químico de aguas aportadas al salar (Foote Mineral Company)		
	Li (ppm)	K (ppm)
Río Salado (primavera)	<1	<1
Río Salado	<1	3
Río Grande	<1	13
Río San Pedro	<1	13
Río Puripica	3	27
Río Puritama	3	29
Río Vilama	3	27
Río Blanco	<1	17
Río Incahuasi	<1	9
Tatio (geyser)	26	181
Quebrada Aguas Blancas	1,6	25,7
Quebrada Camar	1,5	35
Quebrada Peine	0,7	11
Quebrada Socaire	0,3	10
Quebrada Zápar	0	0
Quebrada Hónar	0	4.8
Socaire (primavera)	0,9	10,3
Quelana (pozo artesiano)	91	980
Tilomonte (pozo)	1,7	42
Tilopozo (pozo)	6,4	130
Tucúcaro (punto en aluvión)	6,3	140
San Pedro (pozo artesiano)	3,8	50
Agua colorada (primavera)	0	10

Fuente: CORFO (1979)

## BIBLIOGRAFÍA

**Alonso, H.; Risacher, F. 1996.** Geoquímica del salar de Atacama, parte 1: origen de los componentes y balance salino. SERNAGEOMIN, Revista Geológica de Chile, Vol. 23 N°2, 113-122 p. Santiago, Chile.

**Alonso, H.; Risacher, F. 1996.** Geoquímica del Salar de Atacama, parte 2: evolución de las aguas. SERNAGEOMIN, Revista Geológica de Chile vol. 23 N°2, 123-134 p. Santiago, Chile.

**Barraza, L. 1955.** Proyecto del salar de Atacama. CORFO, 90 p. Santiago, Chile.

**CORFO. 1978.** Posibilidades de litio y potasio en depósitos salinos de la II región, Chile: reconocimiento geológico preliminar de salares andinos y pre-andino. CORFO, 286 p. Chile.

**Chong, G. 1991.** Las lomas de la Sal y sus relaciones con los salares Grande, Llamara y de Atacama, Norte de Chile. 6° Congreso Geológico Chileno, 415-418 p. Viña del mar, Chile.

**CORFO. 1979.** Descripción geológica de testigos de diversos sondajes realizados en el Salar de Atacama. CORFO, 91 p. Chile.

**CORFO. 1979.** Proyecto desarrollo del litio en Salar de Atacama, convenio CORFO-Foote. CORFO, 45 h.

- CORFO. 1982.** Estudio de las salmueras del Salar de Atacama en el proceso de evaporación solar. CORFO, 30 p. Santiago, Chile.
- Díaz, G.; Bonilla, R.; Peralta, F. 1972.** Geología de superficie, sub-superficie y geoquímica del Salar de Atacama. CORFO, 162 p. Santiago, Chile.
- Egert, E. 1972.** Salar de Atacama, geología general. IIG, 21 p. Santiago, Chile.
- Ide, F. 1978.** Cubicación del yacimiento Salar de Atacama. CORFO, 144 p. Santiago, Chile.
- Moraga, A.; Chong, G.; Fortt, MA.; Henríquez, H. 1974.** Estudio geológico del salar de Atacama. Instituto de Investigaciones Geológicas, Boletín del Instituto de Investigaciones Geológicas n°29, 56 p. Santiago, Chile.
- Moraga, A.; Chong, G.; Fortt, MA.; Henríquez, H. 1970.** Resumen del estudio geológico del Salar de Atacama, provincia de Antofagasta. IIG, 14 p. Santiago, Chile.
- Nelson, G.; Townsend, F. 1997.** Estratigrafía de la cuenca Salar de Atacama. Resultados del pozo exploratorio Toconao-1. Implicancias regionales. 7° Congreso Geológico Chileno, 555-558 p. Antofagasta, Chile.
- Orrego, P.; Goldman, C.; Reveco, P.; Valdés, E.; Flores, ME.; Bustos D.; Jandragholica, D. SF.** Extracción de boro desde salmuera concentrada del Salar de Atacama mediante extracción por solvente. CCHEN. 11 p. Santiago, Chile.
- Pimentel, F. 1976.** Informe geológico resumido: Área San Pedro de Atacama. Estudios Atacameños n°:4, 13-17 p. San Pedro de Atacama, Chile.
- Runge, K. 1974.** Aprovechamiento de los yacimientos de sal en el Salar de Atacama. Contribuciones. UTE, Departamento de Química, n.14, pp. 5-12., Chile.
- Saric, N. 1973.** Resumen de consideraciones y antecedentes sobre litio en Salar de Atacama. IIG, 9 p. Santiago, Chile.

### 5.1.2 SALAR DE TARA



Fotografía 1.- Vista panorámica del Salar de Tara, vista en dirección noreste.

**Localización:**  
 23°03` S / 67°15` W  
 678.052 E / 7.449.206 S – Huso 19  
 PSAD56

**Superficie cuenca:** 2.035 Km<sup>2</sup>  
**Superficie salar:** 48 Km<sup>2</sup>  
**Cota:** 4.330 m s.n.m.

### LOCALIZACIÓN Y ACCESO

El salar de Tara se encuentra en provincia de Calama, Región de Antofagasta. Su ubicación es cercana al volcán Zapaleri, cuya cumbre marca el punto triple fronterizo entre Argentina, Bolivia y Chile (figura 1 y fotografía 1). Su borde está limitado, principalmente, por rocas ignimbríticas y tobas, que llegan a formar muros rocosos en los márgenes.

Para acceder al salar es necesario llegar hasta San Pedro de Atacama y desde allí tomar la Ruta Ch-27, la misma que conduce hasta el Paso Internacional Jama hacia Argentina, a lo largo de 105 Km hasta las cercanías del salar de Aguas Calientes Norte. A partir de este punto es preciso tomar diferentes caminos que bordean el volcán situado al norte hasta alcanzar el salar.

Los salares de Tara y Pujsa se localizan dentro de la Reserva Nacional Los Flamencos (D.S. N°50 del Ministerio de Agricultura del 17 de octubre de 1990) y forman parte de la lista de humedales de importancia internacional, denominada Lista RAMSAR.

### GEOLOGÍA

Ignimbritas y diversas rocas volcánicas del Pleistoceno constituyen los principales afloramientos de rocas que se distribuyen por el sector suroeste del salar, sedimentos cuaternarios son importantes en el lado noreste.

El salar está formado por una gran laguna que se extiende en la parte nororiental a lo largo de todo este borde, con flujos de agua superficiales que van en dirección desde el oeste hacia el este, alimentando esta laguna. La costra salina está constituida por sulfatos y se ubica en su borde occidental en forma de una franja que rodea la laguna.

La mayor parte de la superficie del salar está cubierta por una capa de material arcilloso-limoso, localmente algo arenoso, el cual se encuentra húmedo en buena parte de su extensión, lo que indica un nivel freático somero. Aquellas zonas donde esta capa está más seca muestran indicios evidentes de que su pérdida de agua ha sido reciente (fotografía 2), más aún por las múltiples huellas de animales que en ella han quedado impresas, sobre todo de flamencos, vicuñas y otras aves que habitan la zona.

Dentro de estas huellas se deposita una capa de halita (fotografía 3), lo que evidencia el contenido de sales del agua. Halita también es observada en la parte noroeste del salar, donde forma una capa muy fina, inferior al milímetro de espesor, que la cubre de manera discontinua. Esto corresponde a un proceso de eflorescencia salina, generado a partir de las aguas que conforman el nivel freático del salar. Las muestras de la costra salina indican la presencia dominante de halita y yeso.

Al igual que se destaca en el trabajo de CORFO (1978), las aguas de la laguna principal tiene coloración rojiza (fotografías 4 y 5). Este estudio también señala contenidos 424 mg/l de litio y de 2.809 mg/l de potasio en las salmueras del salar.

## **MUESTREO**

Para el estudio del salar se tomaron especímenes de sales y muestras de agua en diversos puntos del salar, partes a la que se pudo acceder con vehículo.

El número de especímenes de sales fueron 3, mientras que de muestras de agua fueron 12. Los especímenes de sales se tomaron en diversas costras superficiales y en zonas puntuales de las zonas sub-superficiales. Su composición mineralógica muestra predominio de halita y yeso y contenidos variables de minerales silicatados proveniente de las rocas del entorno.

Al noroeste del salar, a unos 3.700 m del borde del mismo y a una altitud de 4.360 m s.n.m., se muestrearon dos manantiales (TAR-RT-002; TAR-RT-003) que presentan aguas con características termales y que dan origen a bofedales. Una muestra tomada en la zona de confluencia de estos dos manantiales (TAR-RT-001) presentó los siguientes parámetros: temperatura de 22,7 °C, conductividad relativamente baja (2,26 mS/cm) y pH alcalino (8,82). En torno a estos manantiales existe es escasa depositación de sales.

En el borde noroeste del salar, existe afloramiento de manantiales que forman bofedales y drenan hacia el sureste, hacia la laguna principal del salar. Se tomaron muestras de agua (TAR-RT-004; TAR-RT-005; TAR-RT-006), y parámetros en terreno que muestran temperaturas más bajas (15,0-16,4 °C), baja conductividad (2,64-2,91 mS/cm) y un pH alcalino (7,44-8,6).

En el borde oeste de la laguna principal del salar de Tara se muestreó una pequeña laguna (TAR-RT-007; TAR-RT-008), en cuyo interior se observa surgencia de agua, denotadas por la formación de burbujas y círculos concéntricos. Esta laguna está caracterizada por su tono rojizo, debido a la presencia de sedimentos finos en suspensión, probablemente por provenir de las ignimbritas que afloran en el entorno y que presentan la misma coloración. Además, se muestreó un manantial de bajo caudal

y alta turbiedad (TAR-RT-009), localizada en el borde de la laguna y cuyas aguas drenan hacia la misma. Las aguas de la laguna presentan una conductividad de 174,6 mS/cm, temperatura relativamente baja (10,1 °C) y pH alcalino (8,22).

Aproximadamente 1,5 km al sureste del punto anterior, se muestrearon manantiales difusos que afloran en el borde del salar (TAR-RT-10), en torno a las cuales se observó escasa depositación de sales y cuyas aguas fluyen hacia la laguna principal del salar. Las aguas de estos manantiales presentan conductividad de 3,52 mS/cm, temperatura relativamente baja (10,6 °C) y pH alcalino (8,94). En este mismo sector, se muestreó la laguna principal del salar (TAR-RT-011), la que presenta un color pardo rojizo. Las aguas de esta laguna presentan una conductividad alta (217 mS/cm), temperatura relativamente baja (13 °C) y pH alcalino (7,98), levemente inferior al de los manantiales muestreadas en el mismo sector.

En el extremo sur del salar se muestreó la laguna principal (TAR-RT-012) que, como se describió anteriormente, presenta turbiedad y color pardo rojizo. En este sector las aguas presentan casi la misma conductividad (216 mS/cm), temperatura (10,3 °C) y pH alcalino (8,07).

## **RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS**

La difracción de rayos X realizadas en las muestras de costra salina evidencian como mineral principales halita y yeso en orden de abundancia. En la muestra MS-OEH-62 hay una cantidad de minerales exógenos, posiblemente por muestrearse en una zona apartada del salar.

En cuanto a los resultados químicos de la costra salina estos presentan un contenido importante en litio y en boro, con valores que llegan a los 1.031 ppm de litio y los 1.637 ppm de boro (anexo 1).

Los resultados de análisis químicos en muestras de agua del salar de Tara indican contenidos de litio que varían entre 3 y 440 mg/l, cuyo valor más alto corresponde a una muestra obtenida en la laguna principal del salar (TAR-RT-011), tomada en el margen oeste. Otra muestra de esta laguna, tomada en el sector sur del salar, también entregó un alto valor (420 mg/l; TAR-RT-012), al igual que las muestras de la pequeña laguna muestreada en el sector oeste (340-420 mg/l; TAR-RT-007; TAR-RT-008), la que probablemente se encuentra en conexión hidráulica con la laguna principal.

Los contenidos de boro en las aguas, varían entre 18,286 y 709,5 mg/l, donde las mayores concentraciones corresponden a la pequeña laguna muestreada en el borde oeste (TAR-RT-007), con valores de 570 y 709,5 mg/l de boro. Las concentraciones de boro obtenidas en las muestras de agua de la laguna principal del salar, son también altas, con valores de 414 y 486 mg/l de boro.

Entre los resultados de análisis obtenidos se destacan las concentraciones de arsénico, con valores entre 1,825 y 50,13 mg/l, donde los valores más altos se encuentran en las aguas de la laguna principal del salar.

Las concentraciones de potasio y magnesio en las aguas son bajas a moderadas, variando de 7 a 700 mg/l y de 8 a 440 mg/l, respectivamente. Las razones Li/K determinadas son relativamente altas con respecto a otros salares y se encuentran entre 0,071 y 0,81 mg/l.

Mientras que las razones Li/Mg fluctúan entre 0,163 y 0,971, alcanzando los valores más altos de todos los salares.

## **BIBLIOGRAFÍA**

**CORFO. 1978.** Posibilidades de litio y potasio en depósitos salinos de la II región, Chile: reconocimiento geológico preliminar de salares andinos y pre-andino. CORFO, 286 p. Chile.

**Risacher, F.; Alonso, H.; Salazar, C. 1999.** Geoquímica en Cuencas Cerradas: I, II y III, Convenio de Cooperación DGA-UCN-Orstom.

## ANEXO 1

### ANÁLISIS MINERALÓGICO Y QUÍMICO DE ESPECÍMENES DE COSTRAS SALINAS Y MUESTRAS DE AGUA, SALAR DE TARA

#### Difracción de rayos de especímenes de la costra salina

##### Coordenadas

Código	Este **	Norte **	Cota *	Mineral 1	Mineral 2	Mineral 3	Mineral 4	Mineral 5	Mineral 6	Mineral 7
<b>MS-OEH-59</b>	671.717	7.453.837	4.326	Halita	Yeso					
<b>MS-OEH-62</b>	675.357	7.451.561	4.330	Halita	Yeso	Cuarzo	Pirofilita	Thenardita	Probertita	Trazas de hexahidrita

\*m s.n.m. \*\*PSAD 56

#### Composición química de especímenes de la costra salina

##### Coordenadas

Código	Este**	Norte**	Cota*	Li (ppm)	Na (%)	K (%)	Mg (%)	Ca (%)	Cloruro (%)	Sulfato (%)	F (ppm)	B (ppm)
<b>MS-OEH-59</b>	671.717	7.453.837	4.326	1.031	28	0,61	0,12	1,2	44,2	4,52	71	1.111
<b>MS-OEH-61</b>	671.722	7.455.008	4.330	475	25,9	0,35	0,08	0,8	42,9	2,9	40	649
<b>MS-OEH-62</b>	675.357	7.451.561	4.330	1.031	19,6	0,67	0,44	4,4	26,5	19,7	31	1.637

\*m s.n.m. \*\*PSAD 56

## Composición química de muestras de agua

### Coordenadas

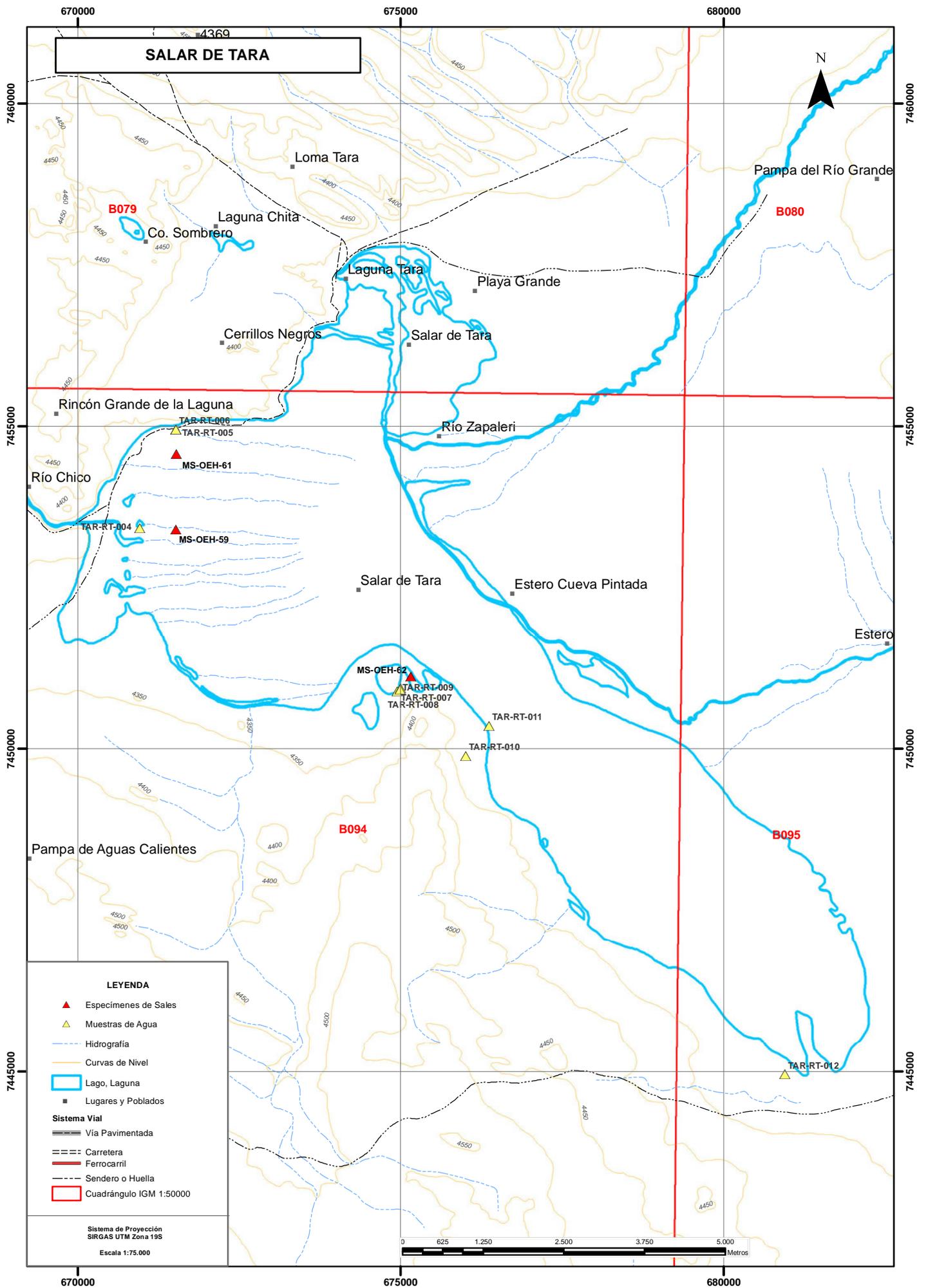
Código	Este **	Norte **	Cota *	pH	Conductividad (µS/cm)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	Li (mg/l)	Sulfatos (mg/l)	Cloruros (mg/l)
TAR-RT-001	667.559	7.455.129	4.358	8,63	2.200	108	12	340	7	3,5	46	596
TAR-RT-002	667.607	7.455.465	4.364	8,18	2.250	96	10	350	7	3,5	47	612
TAR-RT-003	667.356	7.455.167	4.369	8,37	1.803	88	8	275	6	3	35	478
TAR-RT-004	670.959	7.453.427	4.325	7,34	3.080	92	14	525	18	6	68	846
TAR-RT-005	671.514	7.454.952	4.323	7,39	2.560	80	20	440	8	4	66	688
TAR-RT-006	671.514	7.454.952	4.323	7,47	2.560	80	20	415	12	4	64	680
TAR-RT-007	674.947	7.450.889	4.324	7,87	179.100	300	435	56.000	580	420	6.060	87.400
TAR-RT-008	675.000	7.450.940	4.321	8,11	158.000	275	350	48.000	420	340	7.480	69.800
TAR-RT-009	674.990	7.450.924	4.324	8,3	32.700	102	208	7.100	480	34	1.036	10.740
TAR-RT-010	676.010	7.449.894	4.328	8,72	3.530	84	32	600	40	6	159	836
TAR-RT-011	676.370	7.450.358	4.329	7,57	223.000	1.450	430	80.000	700	440	11.240	127.000
TAR-RT-012	680.949	7.444.949	4.324	7,68	218.000	1.400	440	76.000	640	420	10.700	123.200

\*m s.n.m. \*\*WGS 84

## Continuación

Código	Coordenadas			Carbonatos (mg/l)	Bicarbonatos (mg/l)	F (mg/l)	B (mg/l)	As (mg/l)	Al (mg/l)
	Este **	Norte **	Cota *						
TAR-RT-001	667.559	7.455.129	4.358	19,4	83,3	1,08	18,286	2,692	<0,02
TAR-RT-002	667.607	7.455465	4.364	-	135	1,12	18,934	2,730	<0,02
TAR-RT-003	667.356	7.455167	4.369	6,3	91	0,96	14,94	1,825	<0,02
TAR-RT-004	670.959	7.453.427	4.325	-	157	1,06	17,476	2,4	<0,02
TAR-RT-005	671.514	7.454.952	4.323	-	141	0,92	11,374	1,316	<0,02
TAR-RT-006	671.514	7.454.952	4.323	-	137	0,9	10,93	1,311	<0,02
TAR-RT-007	674.947	7.450.889	4.324	-	2.350	1,8	709,5	39,885	<0,02
TAR-RT-008	675.000	7.450.940	4.321	-	1.981	1,68	570	35,84	<0,02
TAR-RT-009	674.990	7.450.924	4.324	51,7	1.689	1,86	118,6	18,266	<0,02
TAR-RT-010	676.010	7.449.894	4.328	61,8	333	2,9	16	8,096	<0,02
TAR-RT-011	676.370	7.450.358	4.329	-	1.102	1,76	486	50,13	<0,02
TAR-RT-012	680.949	7.444.949	4.324	-	1.060	1,68	414,6	47,71	<0,02

\*m s.n.m. \*\*WGS 84





Fotografía 2.- Costra en la zona oeste, con escasa cantidad de sales y presencia de grietas de desecación, evidencias pérdida de agua reciente por efectos de evaporación.



Fotografía 3.- Cristales de halita depositada en el fondo de huellas de aves.



Fotografía 4.- Laguna principal al este, con salmueras de tonalidad rojiza.



Fotografía 5.- Detalle de salmueras de tonalidad rojiza.

### 5.1.3 AGUAS CALIENTES NORTE Ó 1



Fotografía 6.- En primer plano salar de Aguas Calientes Norte, al fondo complejo volcánico. Vista panorámica en dirección noreste.

<b>Localización:</b>	<b>Superficie cuenca:</b> 281 Km <sup>2</sup>
23°07` S / 67°24` W	<b>Superficie salar:</b> 15 Km <sup>2</sup>
662.829 E / 7.441.834 S – Huso 19	<b>Cota:</b> 4.280 m s.n.m.
PSAD56	

#### LOCALIZACIÓN Y ACCESO

El salar de Aguas Calientes Norte ó 1, se localiza en el sector noreste de la Región de Antofagasta, en una zona donde se ubican los salares de Tara, Pujsa y Loyoques, limitados en el extremo noroccidental por un complejo volcánico (figura 1 y fotografía 6). Para acceder al salar es necesario, primeramente, llegar hasta la localidad de San Pedro de Atacama y desde allí tomar la Ruta Ch-27 en dirección al Paso Internacional Jama, por esta carretera es necesario recorrer 110 Km, hasta llegar a la proximidad del salar que se encuentra inmediatamente al norte de la carretera.

#### GEOLOGÍA

El salar de Aguas Calientes Norte posee una forma ovalada, sus dimensiones son de 5,5 Km en su eje mayor, de dirección noroeste-sureste, y de 2,1 Km del eje menor. Está separado, al norte, del salar de Tara, por el cordón Quilapana, mientras al este se encuentran los cerros de la Pacana.

La geología del área del salar se caracteriza por la presencia, en su orilla este, de depósitos sedimentarios del Cuaternario que rellenan la cuenca en la que se emplaza el salar, y por la abundancia de ignimbritas del Plioceno que rodean la cuenca.

En el salar es posible diferenciar dos tipos de costras que se depositan en la parte norte y sur. En la parte sur es posible observar una capa salina, más o menos

consistente, la cual se deposita sobre una capa de arcilla-arenosa que es bastante constante a lo largo de toda la superficie del salar, mostrando en determinados puntos una capa fina de color verdoso, la cual es posible que corresponda a depósitos de materia orgánica.

Al norte hay otra capa salina de color blanca, esta presenta estructuras en forma de bolas de algodón que se corresponden a los típicos depósitos de ulexita (fotografía 7), también se observa una fina costra de ulexita que cubre la capa arcillosa-arenosa (fotografía 8). La capa arcillosa-arenosa parece ser producto de la acción eólica, existiendo una gradación en el tamaño de los granos presentes desde la parte más externa del salar (varios centímetros) a la interna (escasos milímetros), teniendo clara correspondencia con el material rocoso existente en los borde oeste y este.

Es posible diferenciar tres lagunas, con una laguna principal de color verdoso y eje aproximado norte-sur, hacia el este. Es en las proximidades de esta laguna en la que se puede observar una serie de orificios cavados de forma regular, sugiere posiblemente que corresponden a calicatas. Gracias a uno de estas calicatas es posible observar el nivel freático a unos 50 cm de profundidad (fotografía 9), mostrando, como ya se describe en el trabajo de CORFO (1978), niveles de sales sulfatadas y de material detrítico de tipo limo-arcilloso con núcleos centimétricos a milimétricos que podrían corresponder a ulexita. Los estudios de CORFO (1978) señalan contenidos referenciales de litio de 196 mg/l y potasio de 894 mg/l, para las salmueras de este salar.

Junto a esta laguna principal destacan varias lagunas de menor tamaño, las cuales presentan un decrecimiento estacional como lo demuestran las costras planas alrededor de sus orillas (fotografía 10).

## **MUESTREO**

Para el estudio del salar se tomaron especímenes de la costra salina y muestras de agua en diversos puntos de la zona de borde del salar y en puntos centrales donde se logró acceso a pie. El número de especímenes de sales fueron 4 mientras que de muestras de agua fueron 7.

En el extremo noreste, se muestrearon manantiales (ACN-RT-001; ACN-RT-002) que afloran a 4.290 m m.s.m. Presentan alto caudal y se caracterizan por tener una temperatura relativamente alta (18,5 °C) y baja salinidad relativa (2,27 mS/cm). Por otra parte, se tomó una muestra de agua en un sector de lagunas someras (ACN-RT-003) que se localizan en el extremo norte del salar y que derivan desde manantiales difusos que afloran desde rocas ignimbritas, las que se encuentran cubiertas por lavas.

En el sector oeste del salar, se muestreo un manantial difuso (ACN-RT-004) que drenan hacia una laguna somera, que constituye un lóbulo de la laguna principal, localizada en el borde noroeste del salar, y de una surgencia de agua subterránea (ACN-RT-005) que aflora al interior de dicha laguna. Esta surgencia se caracteriza por tener aguas tibias (15,7 °C) y de mayor conductividad (6,7 mS/cm) en relación a los manantiales muestreados en el extremo norte del salar. Además, se tomaron muestras en el borde noreste (ACN-RT-006) y sureste (ACN-RT-007) del salar. Esta última muestra corresponde a la laguna central del salar, con presencia de aguas frías (3,8 °C), alta conductividad (104,8 mS/cm) y pH alcalino (8,12).

## RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS

Los datos proporcionados por la difracción de rayos X, realizadas a las cuatro muestras de costra salina, indican halita y yeso, como minerales principales, con una cantidad significativa de minerales de procedencia externa al salar, posiblemente transportados por corrientes de aguas o tal vez por el viento hasta el salar.

La composición química de las costras indica un importante contenido de litio, con un valor máximo de 513 ppm (MS-OEH-66), en la muestra tomada en el lado este del salar, la cual también posee concentraciones de boro destacable de 2.254 ppm, el valor máximo detectado es de 20.460 ppm (MS-OEH-65) (anexo 2).

Muestras de agua del salar presentan concentraciones de litio entre 2,5 y 130 mg/l, mientras que las de boro varían entre 5,19 y 391,5 mg/l. Los mayores valores de litio y boro, se obtuvieron desde muestras en laguna central del salar (ACN-RT-007), también se evidenció altas concentraciones de potasio (1.020 mg/l), magnesio (820 mg/l) y arsénico (33,77 mg/l) (anexo 2).

Las razones Li/K determinadas en las salmueras varían entre 0,127 y 0,5, mientras que las razones Li/Mg se encuentran entre 0,096 y 0,5.

## BIBLIOGRAFÍA

**CORFO. 1978.** Posibilidades de litio y potasio en depósitos salinos de la II región, Chile: reconocimiento geológico preliminar de salares andinos y pre-andino. CORFO, 286 p. Chile.

**Risacher, F.; Alonso, H.; Salazar, C. 1999.** Geoquímica en Cuencas Cerradas: I, II y III, Convenio de Cooperación DGA-UCN-Orstom.

## ANEXO 2

### ANÁLISIS MINERALÓGICO Y QUÍMICO DE ESPECÍMENES DE COSTRAS SALINAS Y MUESTRAS DE AGUA, AGUAS CALIENTES NORTE Ó 1

#### Difracción de rayos X de especímenes de la costra salina

Coordenadas								
Código	Este **	Norte **	Cota *	Mineral 1	Mineral 2	Mineral 3	Mineral 4	Mineral 5
<b>MS-OEH-63</b>	664.382	7.446.389	4.232	Halita	Yeso	Albita	Cristobalita	Moscovita
<b>MS-OEH-64</b>	661.324	7.443.202	4.227	Halita	Cuarzo	Trazas de Dickita	Caolinita	
<b>MS-OEH-65</b>	661.490	7.443.090	4.228	Yeso	Halita	Cristobalita	Albita	Moscovita
<b>MS-OEH-66</b>	663.836	7.441.948	4.226	Yeso	Halita	Calcita	Trazas de caolinita	

\*m s.n.m. \*\*PSAD 56

#### Composición química de especímenes de la costra salina

Coordenadas												
Código	Este**	Norte**	Cota*	Li (ppm)	Na (%)	K (%)	Mg (%)	Ca (%)	Cloruro (%)	Sulfato (%)	F (ppm)	B (ppm)
<b>MS-OEH-63</b>	664.382	7.446.389	4.232	213	8,8	0,12	0,31	3,1	14,2	7,97	25	<0,01
<b>MS-OEH-64</b>	661.324	7.443.202	4.227	200	28	0,09	0,14	1,4	47,6	1,31	83	<0,01
<b>MS-OEH-65</b>	661.490	7.443.090	4.228	238	5,6	0,32	0,95	9,5	11,2	16,2	600	20.460
<b>MS-OEH-66</b>	663.836	7.441.948	4.226	513	14,8	0,38	0,7	7,0	27,3	19,3	102	2.254

\*m s.n.m. \*\*PSAD 56

### Composición química de muestras de agua

Coordenadas												
Código	Este **	Norte **	Cota *	pH	Conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	Li (mg/l)	Sulfatos (mg/l)	Cloruros (mg/l)
ACN-RT-001	666.067	7.446.437	4.286	7,15	2.290	94	24	340	8	4	58	602
ACN-RT-002	666.015	7.446.408	4.296	7,09	1.940	94	26	225	6,5	2,5	55	480
ACN-RT-003	664.043	7.445.903	4.231	8,52	2.180	86	22	330	12	4	62	578
ACN-RT-004	661.272	7.442.971	4.231	7,50	6.600	240	12	1.100	18	6	101	2.100
ACN-RT-005	661.238	7.442.971	4.231	7,95	23.500	800	50	4.300	56	20	270	8.260
ACN-RT-006	663.361	7.443.298	4.227	7,49	9.500	320	100	1.600	34	10	229	2.930
ACN-RT-007	663.399	7.441.445	4.221	7,85	99.400	2.800	820	23.000	1.020	130	3.010	40.800

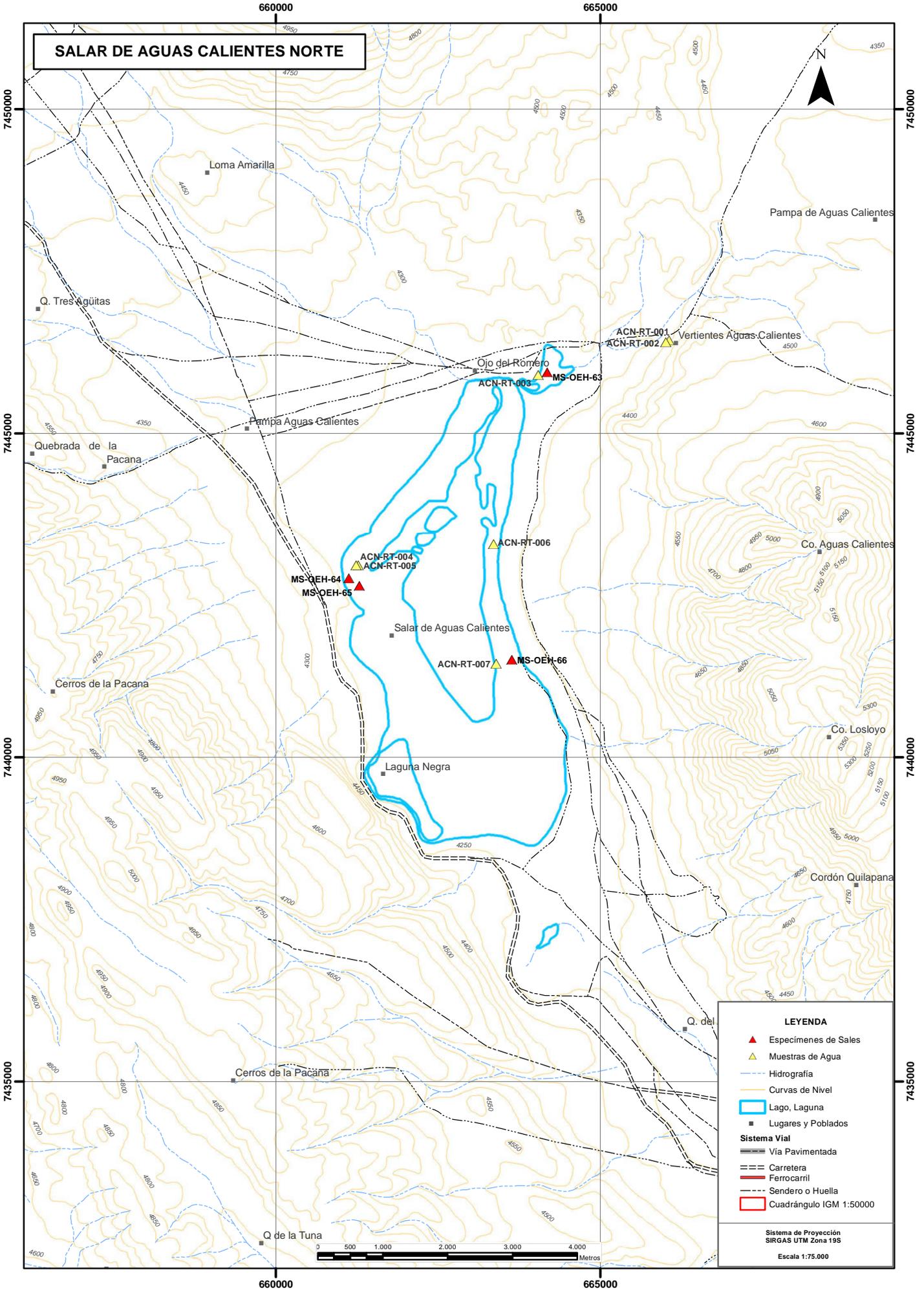
\*m s.n.m. \*\*WGS 84

### Continuación

Coordenadas									
Código	Este **	Norte **	Cota *	Carbonatos (mg/l)	Bicarbonatos (mg/l)	F (mg/l)	B (mg/l)	As (mg/l)	Al (mg/l)
ACN-RT-001	666.067	7.446.437	4.286	-	154	0,86	7,988	0,705	<0,02
ACN-RT-002	666.015	7.446.408	4.296	-	160	0,74	6,224	0,378	0,119
ACN-RT-003	664.043	7.445.903	4.231	7,6	98	0,78	5,19	0,724	<0,02
ACN-RT-004	661.272	7.442.971	4.231	-	49,7	0,72	8,935	1,723	<0,02
ACN-RT-005	661.238	7.442.971	4.231	-	209	2,2	27,88	1,307	<0,02
ACN-RT-006	663.361	7.443.298	4.227	-	452	0,92	16,01	0,633	2,95
ACN-RT-007	663.399	7.441.445	4.221	-	842	6	391,5	33,77	<0,02

\*m s.n.m. \*\*WGS 84

# SALAR DE AGUAS CALIENTES NORTE



## LEYENDA

- ▲ Especímenes de Sales
- ▲ Muestras de Agua
- Hydrografía
- Curvas de Nivel
- ▭ Lago, Laguna
- Lugares y Poblados
- Sistema Vial
  - Via Pavimentada
  - Carretera
  - Ferrocarril
  - Sendero o Huella
- ▭ Cuadrángulo IGM 1:50000

Sistema de Proyección  
SIRGAS UTM Zona 19S  
Escala 1:75.000



Fotografía 7.- Depósitos de ulexita en estructuras globular, forma de bolas de algodón.



Fotografía 8.- Fina costra salina de ulexita que cubre a depósito arcilloso-arenoso.



Fotografía 9.- Orificios cavados de forma regular, sugiere posiblemente que corresponden a calcatas de exploración, también se puede observar el nivel freático.



Fotografía 10.- Costra plana en la zona central del salar, cercana a la laguna principal. Vista en dirección sur.

### 5.1.4 SALAR DE PUJSA



Fotografía 11.- Vista panorámica del salar de Pujsa, vista en dirección noreste.

**Localización:**  
 23°12` S / 67°30` W  
 652.568 E / 7.432.936 S – Huso 19  
 PSAD56

**Superficie cuenca:** 634 Km<sup>2</sup>  
**Superficie salar:** 18 Km<sup>2</sup>  
**Cota:** 4.500 m s.n.m.

### LOCALIZACIÓN Y ACCESO

El salar de Pujsa se encuentra en la provincia de Calama, Región de Antofagasta, cercanos a los salares de Loyoques y Aguas Calientes Norte (figura 1 y fotografía 11). Para llegar al salar es necesario primero desplazarse hasta la localidad de San Pedro de Atacama y desde allí tomar la Ruta Ch-27 por aproximadamente 84 Km. En el lado sur de la carretera se puede tomar un desvío hasta el observatorio del salar en la parte oeste del mismo.

El salar de Pujsa junto con el salar de Tara, están dentro del área que cubre la Reserva Nacional Los Flamencos (D.S. N° 50 del Ministerio de Agricultura del 17 de octubre de 1990) y forman parte de la lista de humedales de importancia internacional (RAMSAR).

### GEOLOGÍA

El salar de Pujsa tiene una forma de medialuna, con sus puntas apuntando hacia el oeste, se ubica en el extremo sur de una cuenca que se extiende principalmente hacia el noroeste y está rellena por sedimentos clásticos del Cuaternario.

La cuenca que aloja al salar está rodeada por rocas volcánicas ignimbríticas y andesíticas de edades comprendidas entre el Mioceno y Plioceno.

La mayor parte de la extensión del salar está ocupada por una gran laguna central en la que existe una colonia de flamencos, con zonas de humedales y pequeñas lagunas a su alrededor. Este salar está dentro del listado RAMSAR de humedales de especial protección mundial de la Organización de Naciones Unidas (ONU).

La costra que se observa es muy similar en todo el salar, con diferencias en el lado este y oeste. En el lado oeste se puede comprobar la formación de grandes afloramientos que conforman islas dentro de la laguna principal (fotografía 12), de unos 2 m de altura con respecto al nivel del agua, lo que impide acercarse hasta ellas con seguridad. La costra en el lado este y sur sigue teniendo una presencia mayoritaria de ulexita aunque en menor cantidad y menos compacta, con una capa del polvo blanco mucho mayor, la cual es arrastrada por los fuertes vientos que soplan en dirección de oeste a este y que erosiona la superficie del salar (fotografía 13) y de la zona de borde externo, formando dunas.

Bajo de esta capa de polvo y ulexita, se observa una tercera capa salina de color naranja-amarillento (fotografía 14), material con una cantidad importante de agua en su composición y que parece ser la responsable de la coloración en una de las lagunas de la parte oriental, muy cercana a una segunda laguna con tonalidad rosada debido, posiblemente, a las algas y organismos que sirven de alimento a las aves.

En el estudio realizado por CORFO (1978) se observaron líneas de paleocosta, en la parte oriental del salar a unos 400 m de la línea actual, aumentando considerablemente la superficie que ocupada por salar en el pasado reciente. Este mismo estudio indica contenidos de litio de 176 mg/l y potasio de 2.469 mg/l para las salmueras de este salar.

## **MUESTREO**

Para el estudio del salar se tomaron especímenes de sales y muestras de agua en diversos puntos alrededor de todo el salar perfectamente transitable con vehículo. El número de especímenes de sales fueron 5 mientras que las muestras de agua fueron 10.

En el borde oeste del salar se muestrearon manantiales difusos (PUJ-RT-001; PUJ-RT-004) que dan origen a un pajonal que fluye formando pequeñas lagunas y pozas (PUJ-RT-002; PUJ-RT-003). En el periodo de la visita a terreno las aguas de estos manantiales y pozas se encontraban parcialmente congeladas, por lo que el caudal de flujo es pequeño. Las aguas de los manantiales presentan conductividades relativamente bajas (2,15 mS/cm) en relación a las pozas y lagunas (126,8 ms/cm), mientras que su temperatura es levemente inferior (5,8 y 7,1 °C en manantiales y lagunas, respectivamente) y lo mismo ocurre con el pH alcalino (8,01 y 8,67 en manantiales y lagunas, respectivamente).

En el extremo sur se tomó una muestra de agua de un sector de manantiales (PUJ-RT-005), que se asocian a vegetación de tipo pajonal, presentan muy baja conductividad relativa (1,382 mS/cm) y temperatura baja (8,2 °C), aunque el pH no se pudo determinar.

En el borde este, se tomaron muestras en lagunas (PUJ-RT-006; PUJ-RT-007), las que contienen abundantes sedimentos finos en suspensión, que les otorgan una coloración pardo-verdosa. Además, se tomó una muestra de un manantial de bajo caudal que drena hacia una de estas lagunas (PUJ-RT-008).

En el extremo noreste del salar se tomaron muestras de agua desde dos lagunas que presentan coloraciones que las distinguen de las anteriores y que no parecen deberse a material en suspensión. La laguna que se ubica más al norte, que es la de mayor tamaño, presenta intenso coloración rojiza (PUJ-RT-009), mientras que la más pequeña y que se localiza al sur de la anterior, tiene aguas de coloración amarillo-verdosa (PUJ-RT-010). Producto del fuerte viento reinante durante el terreno no permitió realizar mediciones de parámetros fisicoquímicos.

## RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS

La mineralogía que constituye las costras salinas muestra predominio de carbonatos en forma de aragonito en el lado oeste y de los sulfatos en forma de thenardita en el lado este. Dentro de la mineralogía destaca la presencia de minerales de boro (ulexita; hexahidrobórta) y de arsénico (rejalgar; oropimente).

Los contenidos de litio de los especímenes de la costra salina son bajos (<63 ppm), salvo el caso puntual de la muestra MS-OEH-69, que presenta 444 ppm de litio. Se destacan los valores de boro, los cuales sobrepasan los 15.000 ppm en tres de las muestra, las mismas que presentan altos valores de arsénico de hasta 15.000 ppm, plenamente asociadas a la composición mineral (anexo 3).

En las muestras de agua analizadas, se detectaron concentraciones de litio que varían entre 1,5 y 400 mg/l, donde el valor más alto se presenta en la laguna localizada en el sector noreste, que se caracteriza por su color rojo (PUJ-RT-009). También se detectó una alta concentración de litio en una muestra de agua correspondiente a una laguna ubicada en el margen oeste (PUJ-RT-003), con un valor de 200 mg/l.

Las concentraciones de boro determinadas en muestras de agua del salar de Pujsa indican un contenido variable entre 529 y 3 mg/l, donde el mayor valor corresponde a una laguna localizada en el margen oeste, que también presentó alta concentración de litio (PUJ-RT-003). Otra laguna del mismo sector (PUJ-RT-002) también presentó una concentración de boro de 450,5 mg/l.

Los contenidos de potasio en muestras de agua de este salar varían entre 16 y 3.400 mg/l, el valor más alto corresponde a la laguna con aguas color rojo (PUJ-RT-009), localizada en el sector noreste, aunque la laguna situada en el sector oeste, que presenta valores altos de litio y boro (PUJ-RT-003), también presenta concentraciones altas en potasio de hasta 3.175 mg/l.

En este salar se detectaron, además, varias muestras de agua con concentraciones extremadamente altas en arsénico, con valores de hasta 278,4 mg/l en la agua de la laguna de color rojo antes mencionada (PUJ-RT-009), la que también presenta altas valores de otros elementos, entre los que se puede destacar el magnesio, con un valor de 1.515 mg/l (anexo 3).

Las razones Li/K en salmueras de este salar, varían entre 0,038 y 0,118, mientras que las razones Li/Mg se encuentran entre 0,036 y 0,264.

## BIBLIOGRAFÍA

**CORFO. 1978.** Posibilidades de litio y potasio en depósitos salinos de la II región, Chile: reconocimiento geológico preliminar de salares andinos y pre-andino. CORFO, 286 p. Chile.

**Risacher, F.; Alonso, H.; Salazar, C. 1999.** Geoquímica en Cuencas Cerradas: I, II y III, Convenio de Cooperación DGA-UCN-Orstom.

### ANEXO 3

## ANÁLISIS MINERALÓGICO Y QUÍMICO DE ESPECÍMENES DE COSTRAS SALINAS Y MUESTRAS DE AGUA, SALAR DE PUJSA

### Difracción de Rayos X de especímenes de la costra salina

#### Coordenadas

Código	Este **	Norte **	Cota *	Mineral 1	Mineral 2	Mineral 3	Mineral 4	Mineral 5
MS-OEH-69	651.029	7.433.438	4.518	Aragonito	Halita	Rejalgar	Trazas de ulexita	-
MS-OEH-70	651.319	7.433.029	4.520	Aragonito	Cuarzo	Illita-montmorillonita	Oropimente	-
MS-OEH-71	651.423	7.432.523	4.519	Thenardita	Trona	-	-	-
MS-OEH-72	653.573	7.431.471	4.520	Thenardita	Aragonito	Hexahidrobórta	Ulexita	Oropimente

\*m s.n.m. \*\*PSAD 56

### Composición química de especímenes de la costra salina

#### Coordenadas

Código	Este**	Norte**	Cota*	Li (ppm)	Na (%)	K (%)	Mg (%)	Ca (%)	Cloruro (%)	Sulfato (%)	F (ppm)	B (ppm)	AS (ppm)
MS-OEH-69	651.029	7.433.438	4.518	444	7,8	0,76	0,13	1,3	9,4	3,19	76	15.930	3.033
MS-OEH-70	651.319	7.433.029	4.520	63	2,6	0,48	1,5	15	0,82	0,38	78	554	100
MS-OEH-71	651.423	7.432.523	4.519	25	31,2	0,05	0,06	0,6	0,29	65,3	33	<0,01	177
MS-OEH-72	653.573	7.431.471	4.520	50	7,3	0,11	0,28	2,8	0,69	11,8	85	40.350	15.500
MS-OEH-73	653.573	7.431.471	4.520	163	20	0,31	0,2	2	3,61	39,3	50	22.840	2.826

\*m s.n.m. \*\*PSAD 56

## Composición química de muestras de agua

### Coordenadas

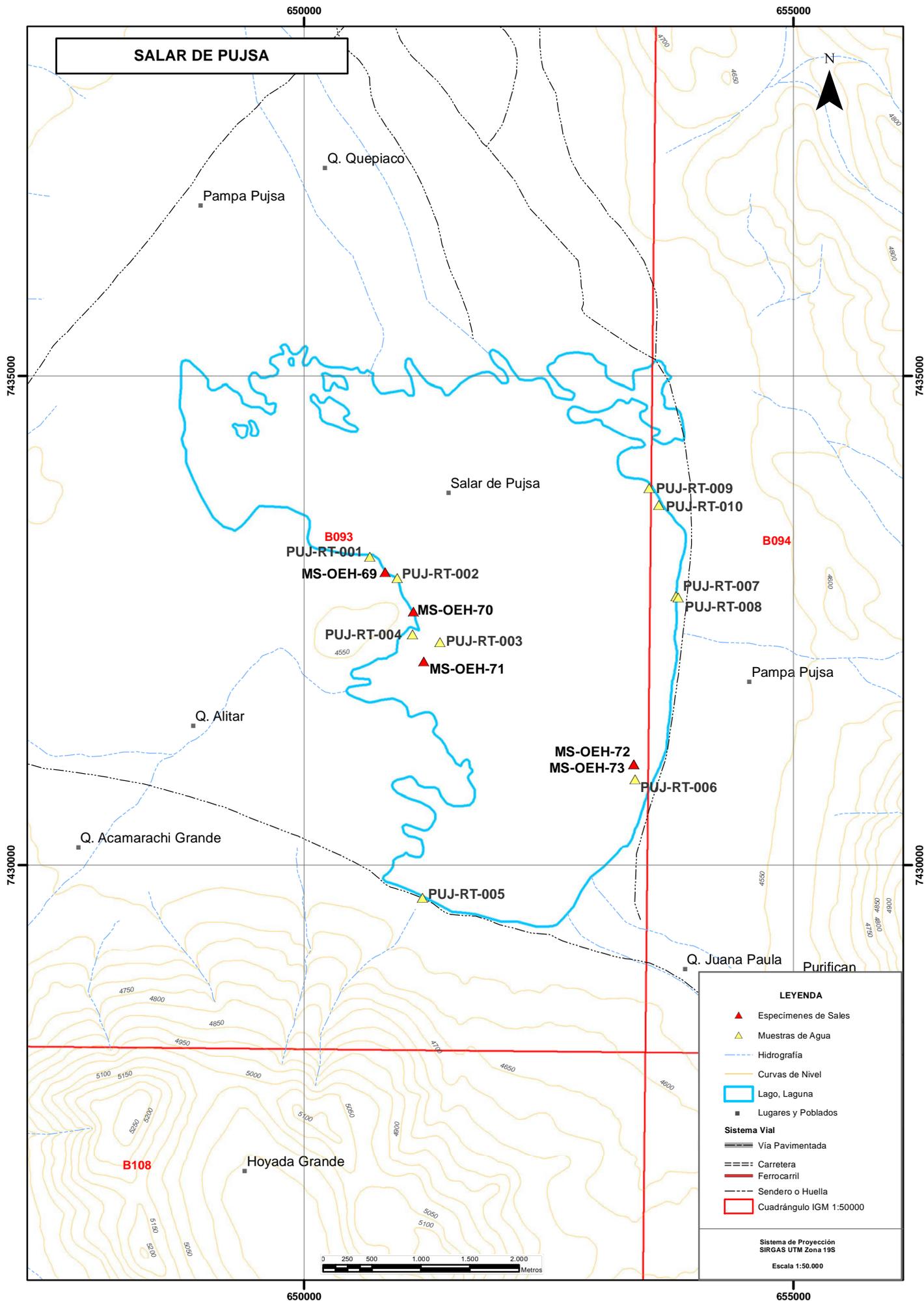
Código	Este **	Norte **	Cota *	pH	Conductividad ( $\mu$ S/cm)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	Li (mg/l)	Sulfatos (mg/l)	Cloruros (mg/l)
<b>PUJ-RT-001</b>	650.675	7.433.156	4.514	8,19	2.100	125	35	280	28	1,5	384	338
<b>PUJ-RT-002</b>	650.953	7.432.935	4.513	8,58	100.900	180	790	26.000	2.825	175	15.000	37.000
<b>PUJ-RT-003</b>	651.390	7.432.279	4.515	8,59	112.000	180	835	32.000	3.175	200	22.600	39.800
<b>PUJ-RT-004</b>	651.111	7.432.358	4.511	8,05	1.791	70	28	260	26	1	264	286
<b>PUJ-RT-005</b>	651.210	7.429.665	4.515	7,97	1.364	50	12	220	16	1	208	232
<b>PUJ-RT-006</b>	653.385	7.430.881	4.514	8,93	68.600	175	250	23.000	975	60	32.200	12.880
<b>PUJ-RT-007</b>	653.801	7.432.755	4.514	8,93	33.500	300	98	9.500	300	20	15.440	3.520
<b>PUJ-RT-008</b>	653.825	7.432.742	4.514	8,52	4.880	80	16	1.050	32	2	1.600	441
<b>PUJ-RT-009</b>	653.529	7.433.857	4.514	8,1	182.800	1.000	1.515	52.000	3.400	400	14.340	87.200
<b>PUJ-RT-010</b>	653.627	7.433.679	4.517	8,79	43.900	525	183	13.000	525	27	21.960	5.000

\*m s.n.m. \*\*WGS 84

## Continuación

Coordenadas									
Código	Este **	Norte **	Cota *	Carbonatos (mg/l)	Bicarbonatos (mg/l)	F (mg/l)	B (mg/l)	As (mg/l)	Al (mg/l)
<b>PUJ-RT-001</b>	650.675	7.433.156	4.514	-	173	0,7	<0,06	0,977	<0,02
<b>PUJ-RT-002</b>	650.953	7.432.935	4.513	834	1324	1,54	450,5	176,9	0,072
<b>PUJ-RT-003</b>	651.390	7.432.279	4.515	1016	1477	1,7	529,3	210,8	<0,02
<b>PUJ-RT-004</b>	651.111	7.432.358	4.511	-	225	0,82	<0,06	0,962	<0,02
<b>PUJ-RT-005</b>	651.210	7.429.665	4.515	-	128	0,68	<0,06	0,71	<0,02
<b>PUJ-RT-006</b>	653.385	7.430.881	4.514	586	-	1,36	177	117,6	<0,02
<b>PUJ-RT-007</b>	653.801	7.432.755	4.514	457	-	1,04	183,7	172,6	<0,02
<b>PUJ-RT-008</b>	653.825	7.432.742	4.514	52	186	0,82	<0,06	32,68	<0,02
<b>PUJ-RT-009</b>	653.529	7.433.857	4.514	-	1542	1,82	317,4	278,4	<0,02
<b>PUJ-RT-010</b>	653.627	7.433.679	4.517	548	568	1,22	230	236,9	<0,02

\*m s.n.m. \*\*WGS 84



**SALAR DE PUJSA**



**LEYENDA**

- ▲ Especímenes de Sales
- ▲ Muestras de Agua
- Hidrografía
- Curvas de Nivel
- ▭ Lago, Laguna
- Lugares y Poblados

**Sistema Vial**

- Vía Pavimentada
- Carretera
- Ferrocarril
- Sendero o Huella
- ▭ Cuadrángulo IGM 1:50.000

Sistema de Proyección  
 SIRGAS UTM Zona 19S  
 Escala 1:50.000



Fotografía 12.- Islas de ulexita en segundo plano, rodeadas por la laguna principal.



Fotografía 13.- Costra de ulexita al este del salar con marcas de erosión producto del fuerte viento.



Fotografía 14.- Bajo de esta capa de polvo y ulexita, se observa una tercera capa salina de color naranja-amarillento.

### 5.1.5 SALAR DE LOYOQUES Ó QUISQUIRO



Fotografía 15.- Vista panorámica del Salar Loyoques o Quisquiro, vista en dirección suroeste.

<b>Localización:</b>	<b>Superficie cuenca:</b> 676 Km <sup>2</sup>
23°14` S / 67 15` W	<b>Superficie salar:</b> 80 Km <sup>2</sup>
678.190 E / 7.428.518 N – Huso 19	<b>Cota:</b> 4.150 m m.s.m.
PSAD56	

#### LOCALIZACIÓN Y ACCESO

El salar de Loyoques o Quisquiro se encuentra ubicado al este en la provincia de Calama, Región de Antofagasta (figura 1 y fotografía 15), muy cerca del límite internacional con Argentina, corresponde al último salar chileno que se encuentra antes de cruzar hacia el país vecino. Para llegar hasta el salar se debe alcanzar la localidad de San Pedro de Atacama y desde allí tomar la Ruta 27 Ch, la que desemboca en el paso Jama hacia Argentina, y recorrer la carretera por 127 Km hasta llegar al salar que se encuentra al sur de la carretera.

#### GEOLOGÍA

El salar de Loyoques tiene una forma triangular, apuntando hacia el suroeste de donde proviene el flujo principal de agua que lo alimenta. Se ubica en la misma cuenca que aloja el salar de Aguas Calientes Norte.

En el área afloran rocas ignimbríticas y andesitas del Plioceno, con un par de afloramientos, al sur y al norte, de rocas intrusivas neógenas.

La costra salina presenta dos facies que incluyen sulfatos y cloruros. Las costras son de espesor reducido (40 cm) y sobreyacen a limos y arcillas saturadas. De este salar únicamente se pudo estudiar la zona norte. En esta zona se pudo distinguir dos costras salinas diferentes. La costra principal, situada al norte y oeste del salar, tiene un color

marrón oscuro, con una morfología ligeramente irregular y formada por lo que parece sulfatos con formas globulares y que parecen indicar el límite máximo de la laguna principal del salar, situada al sur. Esta costra es en apariencia dura, pero en la zona nororiental del salar se demuestra que no lo es, presentando oquedades ocultas, las cuales pueden llegar a tener entre 30 a 40 cm de profundidad y distribuyéndose de forma irregular (fotografía 16). Estas parecen deberse a procesos de disolución de nódulos de sales ocultos bajo la costra, los cuales, al excavar, se muestran con una morfología esférica, de aspecto blanco y ligeramente pulverulento en su superficie, posiblemente sales de boratos.

La segunda costra observada consiste en una capa de halita que se deposita sobre una capa de arcilla con una cantidad importante de materia orgánica. La halita procede de las aguas de la laguna principal, llegando a formar cristales de tipo chevron en determinados lugares (fotografía 17). La formación de estos cristales indica condiciones bastante estables de evaporación de la salmuera.

En el salar se observan varias calicatas de forma regular para la exploración de la zona. Gracias a ellos es posible distinguir en el fondo de ellos cristales de color ocre de yeso por debajo de la superficie del agua, que se encuentra a unos 40 cm de profundidad, lo que marca el nivel freático del salar (fotografía 18). En la parte externa, por encima del agua, se presenta una capa de halita.

La laguna principal es de escasa profundidad y se encuentra sobre las arcillas ricas en materia orgánica.

Al noroeste del salar se observa restos de una antigua instalación para la explotación de sales, en la que se vio varios sacos abandonados llenos de sales, en apariencia, de boratos (fotografía 19).

El estudio de CORFO (1978) indica contenidos de 117 gm/l de litio y 1.180 mg/l de potasio en las salmueras del salar.

## **MUESTREO**

Para el estudio del salar se tomaron especímenes de costra salina y muestras de agua en diversos puntos de la parte norte y noreste del salar, parte a la que se pudo acceder con vehículo. El número de especímenes de sales fueron 2 mientras que las muestras de agua fueron 5.

En el extremo norte, se tomó una muestra de agua del estero Loyoques (LOY-RT-001), que constituye el principal aporte de agua al salar desde flanco noreste. En la época del año en que se realizó la visita a terreno, durante el mes de mayo de 2013, las aguas de este estero se encuentran casi completamente congeladas y en los reducidos puntos donde fue posible tomar una muestra de agua líquida, la temperatura del agua fue de 5,7 °C, la conductividad de 5,56 mS/cm y el pH alcalino (9,61). En torno al estero se observa abundante depositación de sales de color marrón (yeso) y escasas eflorescencias salinas de color blanco.

En el sector norte del salar propiamente tal, se muestreo en tres calicatas de exploración (LOY-RT-002; LOY-RT-003 ; LOY-RT-004) que alcanzan el nivel freático a una profundidad aproximada entre los 20 y 50 cm y que se encuentran localizadas en el área correspondiente a una pequeña laguna seca. En el interior de estas calicatas se observa halita muy bien cristalizada. En la mayor de estas calicatas (5x2 m aproximadamente), se determinó una conductividad del agua de 238 mS/cm, temperatura de 5,9 °C y pH de 6,7.

Finalmente, se tomó una muestra de la laguna Vega Grande (LOY-RT-005), que recibe aportes de agua subterránea desde el sureste. Las aguas de esta laguna de color verdoso, presentan turbiedad debido a la carga de sedimentos en suspensión y sus aguas son salobres, aunque no fue posible determinar sus parámetros fisicoquímicos.

## RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS

La mineralogía determinada a partir de las dos especímenes de sales recogidas en la zona norte del salar, corroboran lo observado en terreno, con predominio de la halita frente al yeso. En cuanto a la composición química de especímenes de costras salinas no evidencian contenidos destacables de litio ni de boro (anexo 5).

Las concentraciones de litio determinadas en muestras de agua varían entre 6 y 425 mg/l. Este último valor corresponde a una de las calicatas de exploración localizada en el sector norte (LOY-RT-004), en las cuales las concentraciones mínima de litio fue de 350 mg/l. En la laguna del sector Vega Grande (LOY-RT-005), también se obtuvo un valor alto de litio (275 mg/l). Las concentraciones de boro en las aguas de este salar fluctúan entre 4,305 y 756,3 mg/l, el mayor valor corresponde a la misma muestra donde se obtuvo la mayor concentración de litio (LOY-RT-004). La muestra de la laguna del sector Vega Grande presentó alta concentración de boro (527 mg/l). Las aguas de la laguna del sector Vega Grande, además de tener altas concentraciones de litio y boro, presentan altos valores de potasio (1.650 mg/l), arsénico (17,3 mg/l) y flúor (5,36 mg/l). En general, las concentraciones de magnesio en muestras de agua de este salar son altas, alcanzando hasta 2.855 mg/l en las calicatas del sector norte y 1.650 mg/l en la laguna de Vega Grande (anexo 5).

Las razones Li/K en las aguas de este salar son las más altas determinadas, con valores entre 0,167 y 3,32 mientras que la relación Li /Mg se encuentra entre 0,129 y 0,176.

## BIBLIOGRAFÍA

**CORFO. 1978.** Posibilidades de litio y potasio en depósitos salinos de la II región, Chile: reconocimiento geológico preliminar de salares andinos y pre-andino. CORFO, 286 p. Chile.

**Risacher, F.; Alonso, H.; Salazar, C. 1999.** Geoquímica en Cuencas Cerradas: I, II y III, Convenio de Cooperación DGA-UCN-Orstom.

## ANEXO 5

### ANÁLISIS MINERALÓGICO Y QUÍMICO DE ESPECÍMENES DE COSTRAS SALINAS Y MUESTRAS DE AGUA, SALAR DE LOYOQUES Ó QUISQUIRO

#### Difracción de Rayos X de especímenes de la costra salina

Coordenadas							
Código	Este **	Norte **	Cota *	Mineral 1	Mineral 2	Mineral 3	Mineral 4
MS-OEH-67	677.710	7.432.497	4.193	Halita	Yeso	-	-
MS-OEH-68	676.836	7.431.417	4.197	Halita	Yeso	Microclina intermedia	Magnesita

\*m s.n.m. \*\*PSAD 56

#### Composición química de especímenes de la costra salina

Coordenadas												
Código	Este**	Norte**	Cota*	Li (ppm)	Na (%)	K (%)	Mg (%)	Ca (%)	Cloruro (%)	Sulfato (%)	F (ppm)	B (ppm)
MS-OEH-67	677.710	7.432.497	4.193	281	14,9	0,19	0,84	8,4	27,6	19,7	79	855
MS-OEH-68	676.836	7.431.417	4.197	125	31,7	0,09	0,18	1,8	52,4	4,18	30	<0,01

\*m s.n.m. \*\*PSAD 56

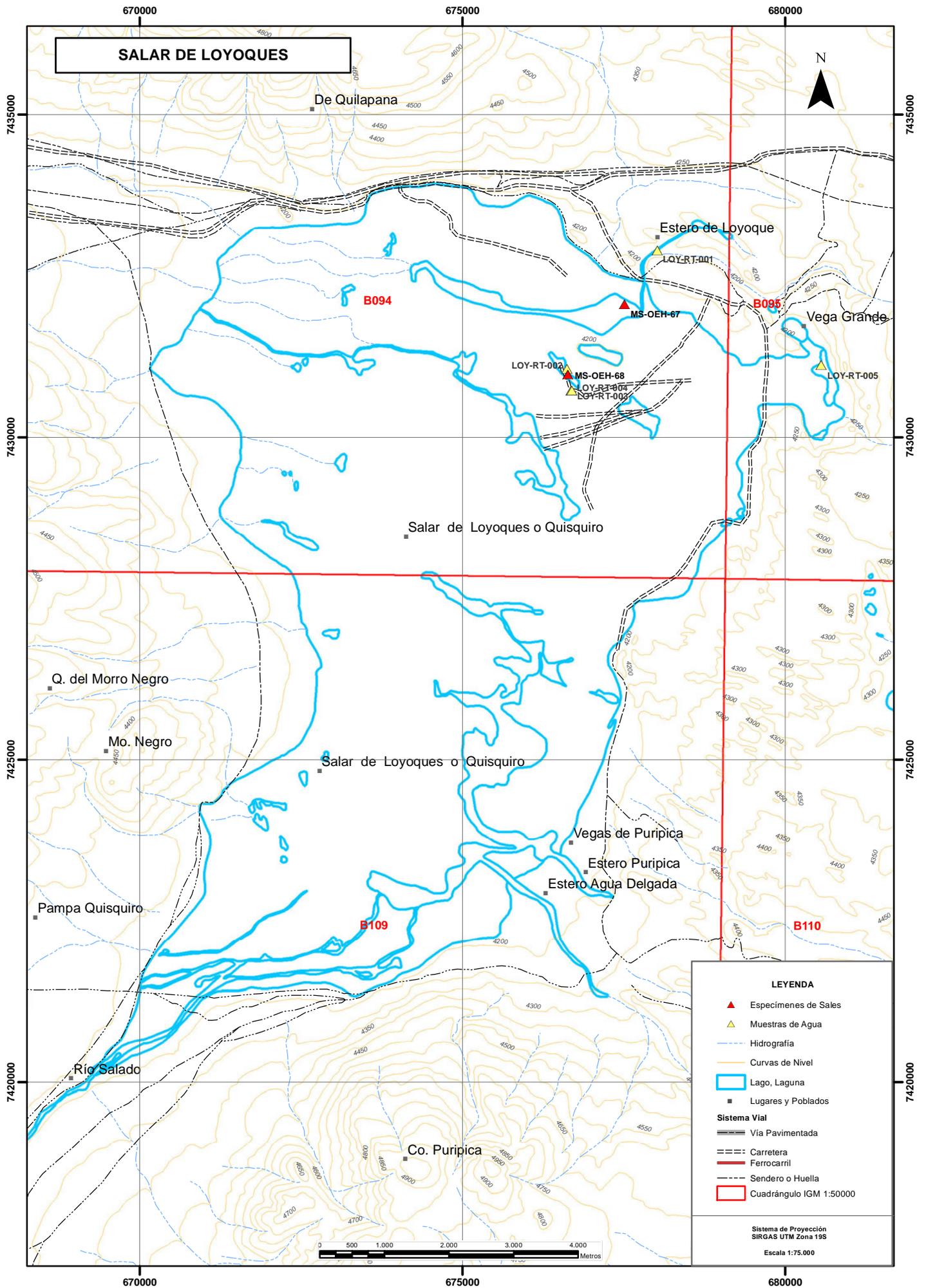
## Composición química de muestras de agua

Coordenadas												
Código	Este **	Norte **	Cota *	pH	Conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	Li (mg/l)	Sulfatos (mg/l)	Cloruros (mg/l)
LOY-RT-001	678.019	7.432.899	4.193	9,42	5.740	220	34	890	22	6	97	1.765
LOY-RT-002	676.622	7.431.061	4.196	6,48	245.000	18.000	2.300	96.000	123	350	1.820	202.000
LOY-RT-003	676.682	7.430.728	4.198	6,4	246.000	15.850	2.475	100.000	123	375	1.720	196.800
LOY-RT-004	676.698	7.430.726	4.197	6,43	244.000	17.600	2.855	96.000	128	425	1.840	194.800
LOY-RT-005	680.559	7.431.121	4.193	7,17	204.000	5.600	2.135	62.000	1.650	275	2.600	114.200

\*m s.n.m. \*\*WGS 84

Coordenadas									
Código	Este **	Norte **	Cota *	Carbonatos (mg/l)	Bicarbonatos (mg/l)	F (mg/l)	B (mg/l)	As (mg/l)	Al (mg/l)
LOY-RT-001	678.019	7.432.899	4.193	40,1	-	0,78	4,305	0,244	<0,02
LOY-RT-002	676.622	7.431.061	4.196	-	655	1,2	429,5	2,14	0,022
LOY-RT-003	676.682	7.430.728	4.198	-	779	1,94	681,3	2,731	<0,02
LOY-RT-004	676.698	7.430.726	4.197	-	827	1,64	756,3	2,937	<0,02
LOY-RT-005	680.559	7.431.121	4.193	-	733	5,36	527	17,3	<0,02

\*m s.n.m. \*\*WGS 84





Fotografía 16.- Capa de color pardo y muy blanda que cubre el salar.



Fotografía 17.- Cristales de halita de hasta 5 mm.



Fotografía 18.- Antigua calicata con material de blanco, corresponde a halita y la capa yeso de color pardo.



Fotografía 19.- Antiguas piscina de la planta de secado de boratos, actualmente abandonada.

### 5.1.6 SALAR DE AGUAS CALIENTES CENTRO Ó 2



Fotografía 20.- Vista panorámica del salar de Aguas Caliente Centro, vista en dirección sureste.

<b>Localización:</b>	<b>Superficie cuenca:</b> 1.168 Km <sup>2</sup>
23°29` S / 67°32` W	<b>Superficie salar:</b> 134 Km <sup>2</sup>
648.535 E / 7.401.584 S – HUSO 19	<b>Cota:</b> 4.200 m s.n.m.
PSAD56	

#### LOCALIZACIÓN Y ACCESO

El salar de Aguas Caliente Centro ó 2 también recibe el nombre de Pili por el flujo de agua principal que lo alimenta desde el norte. Se ubica en la provincia de Calama, Región de Atacama. Rodeado por diferentes volcanes, entre ellos destaca el activo volcán Láscar al noroeste y el volcán Pili al norte, separando al salar de la cercana laguna de Lejía (figura 1 y fotografía 20). Para llegar hasta el salar es necesario desplazarse hasta San Pedro de Atacama y desde allí tomar la Ruta Ch-23 que lleva al paso fronterizo de Sico. Tras atravesar la el pueblo de Toconao, y recorrer 46 Km de la carretera, existe un desvío hacia el este que conduce a la laguna Lejía. Tomando este camino durante 60 Km se llega hasta las proximidades del margen sur del salar.

#### GEOLOGÍA

El salar de Aguas Calientes Centro posee una morfología irregular, enclavándose en una cuenca alargada hacia el norte y el sur, entre varios complejos volcánicos cercanos, destacando el volcán Lascar al oeste.

Rodeando la cuenca que contiene al salar, se encuentran tres grupos diferenciados de ignimbritas y coladas andesíticas, estas últimas formando las elevaciones más cercanas al salar, con edades entre el Mioceno hasta el Pleistoceno.

El salar presenta una costra salina homogénea en toda la superficie (fotografía 21), con ciertas variaciones menores en determinadas partes. Esta costra es muy clara en la zona oeste del salar, donde la influencia de lagunas y de aguas superficiales es menor, y es posible ver que se trata de una costra estacional, precipitándose en la época seca y disolviéndose en la época húmeda, con escasas costras que tengan una presencia más continua a lo largo del tiempo. Su color es marrón claro, de composición

sulfatada, con zonas blancas que se corresponden con sales superficiales de halita, la cual, en la parte noroeste, actúa como cementante de los depósitos detríticos que se encuentran en la parte inferior.

Sobre estas costras es posible ver diferentes fragmentos de rocas procedentes de la zona de borde, los cuales llegan a tener hasta 5 cm de longitud, aunque el promedio varía entre los 1 a 2 cm. Estos son arrastrados por los fuertes vientos que soplan desde el suroeste-oeste hacia el noreste-este.

En el borde del salar, salvo en la parte noroeste, una serie de humedales en los que crece una vegetación herbácea, marca su límite. Estos humedales tienen, en el mes de mayo, una capa superficial de hielo (fotografía 22), y en el fondo de algunas de las pozas el crecimiento de cristales de sulfatos (fotografía 23) y de depósitos de sales blancas en el borde, con una importante cantidad de arcilla en las zonas elevadas, la cual presenta un alto índice de saturación de agua, que le otorga un nivel plástico-elástico bastante alto, con un comportamiento similar a gelatina.

A lo largo del salar es posible observar diferentes lagunas de escasa profundidad, existiendo una principal en el lado este (fotografía 24), la cual se encuentra limitada por las coladas que se encuentran en este borde.

## **MUESTREO**

Para el estudio del salar se tomaron especímenes de costra salina y muestras de agua en diversos puntos de la zona del borde del salar a la que se podía acceder en vehículo. El número de espécimen de sales fue 1 mientras que de muestra de aguas fueron 5. El espécimen de sal se tomó en la parte noroccidental.

En el sector suroeste se localiza una laguna, que constituye el principal cuerpo de agua al interior del área del salar. Se tomaron dos muestras de agua correspondientes a esta laguna, una en el borde sur (ACC-RT-001) y otra en el extremo este (ACC-RT-003). Las aguas de la laguna presentaron conductividad de 29,7 mS/cm, temperatura de 10,4 °C y pH alcalino (8,11). En este mismo sector se muestrearon manantiales que drenan hacia la laguna y que dan origen a una zona de pajonales (ACC-RT-002).

En el borde oeste del salar se sitúan varias zonas de descarga difusa de aguas subterráneas, que forman pequeños pajonales, en dos de las cuales se tomaron muestras de agua (ACC-RT-004; ACC-RT-005), aunque no se pudieron determinar parámetros fisicoquímicos.

## **RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS**

El único espécimen de costra salina está formado mayoritariamente por yeso, con halita como mineral subordinado. En cuanto a su composición química esta muestra 100 ppm de litio, y escasa presencia de boro (anexo 6).

Con respecto a las concentraciones de litio y boro en las muestras de agua de este salar son relativamente bajas, variando de 5 a 45 mg/l y <0,06 a 32,51 mg/l, respectivamente. La muestra que presenta las mayores concentraciones de estos elementos corresponde a una zona de descarga difusa localizada en el borde oeste del salar (ACC-RT-004), que también presenta altas concentraciones de potasio (1.025 mg/l) y magnesio (3.338 mg/l).

A excepción de la muestra ACC-RT-004, las concentraciones de potasio y magnesio en las aguas de este salar son relativamente bajas, y varían desde 150 a 325 mg/l y desde 273 a 415 mg/l, respectivamente (anexo 6).

Las razones Li/K en las aguas se encuentran entre 0,022 y 0,050, mientras que la relación Li/Mg fluctúa entre 0,012 y 0,027.

## **BIBLIOGRAFÍA**

**CORFO. 1978.** Posibilidades de litio y potasio en depósitos salinos de la II región, Chile: reconocimiento geológico preliminar de salares andinos y pre-andino. CORFO, 286 p. Chile.

**Risacher, F.; Alonso, H.; Salazar, C. 1999.** Geoquímica en Cuencas Cerradas: I, II y III, Convenio de Cooperación DGA-UCN-Orstom.

## ANEXO 6

### ANÁLISIS MINERALÓGICO Y QUÍMICO DE ESPECÍMENES COSTRAS SALINAS Y MUESTRAS DE AGUA, SALAR DE AGUAS CALIENTES CENTRO Ó 2

#### Difracción de Rayos X de especímenes de la costra salina

##### Coordenadas

Código	Este **	Norte **	Cota *	Mineral 1	Mineral 2	Mineral 3
<b>MS-OEH-74</b>	641.941	7.405.971	4.212	Yeso	Halita	Cristobalita

\*m s.n.m. \*\*PSAD 56

#### Composición química de especímenes de la costra salina

##### Coordenadas

Código	Este**	Norte**	Cota*	Li (ppm)	Na (%)	K (%)	Mg (%)	Ca (%)	Cloruro (%)	Sulfato (%)	F (ppm)	B (ppm)
<b>MS-OEH-74</b>	641.941	7.405.971	4.212	100	4,2	0,26	1,76	17,6	7,34	40	54	< 0,01

\*m s.n.m. \*\*PSAD 56

## Composición química de muestras de agua

Coordenadas												
Código	Este **	Norte **	Cota *	pH	Conductividad ( $\mu$ S/cm)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	Li (mg/l)	Sulfatos (mg/l)	Cloruros (mg/l)
ACC-RT-001	643.099	7.397.876	4.208	7,45	30.900	2.425	415	3.750	325	10	1.302	10.740
ACC-RT-002	643.046	7.397.889	4.207	7,8	14.850	600	413	2.150	228	5	752	4.660
ACC-RT-003	646.344	7.398.104	4.208	7,25	21.300	1.650	273	2.600	240	7,5	882	7.260
ACC-RT-004	641.423	7.405.540	4.210	8,02	88.400	875	3.338	19.000	1.025	45	5.530	33.800
ACC-RT-005	642.036	7.403.388	4.207	7,92	17.510	575	293	2.800	150	7,5	236	5.840

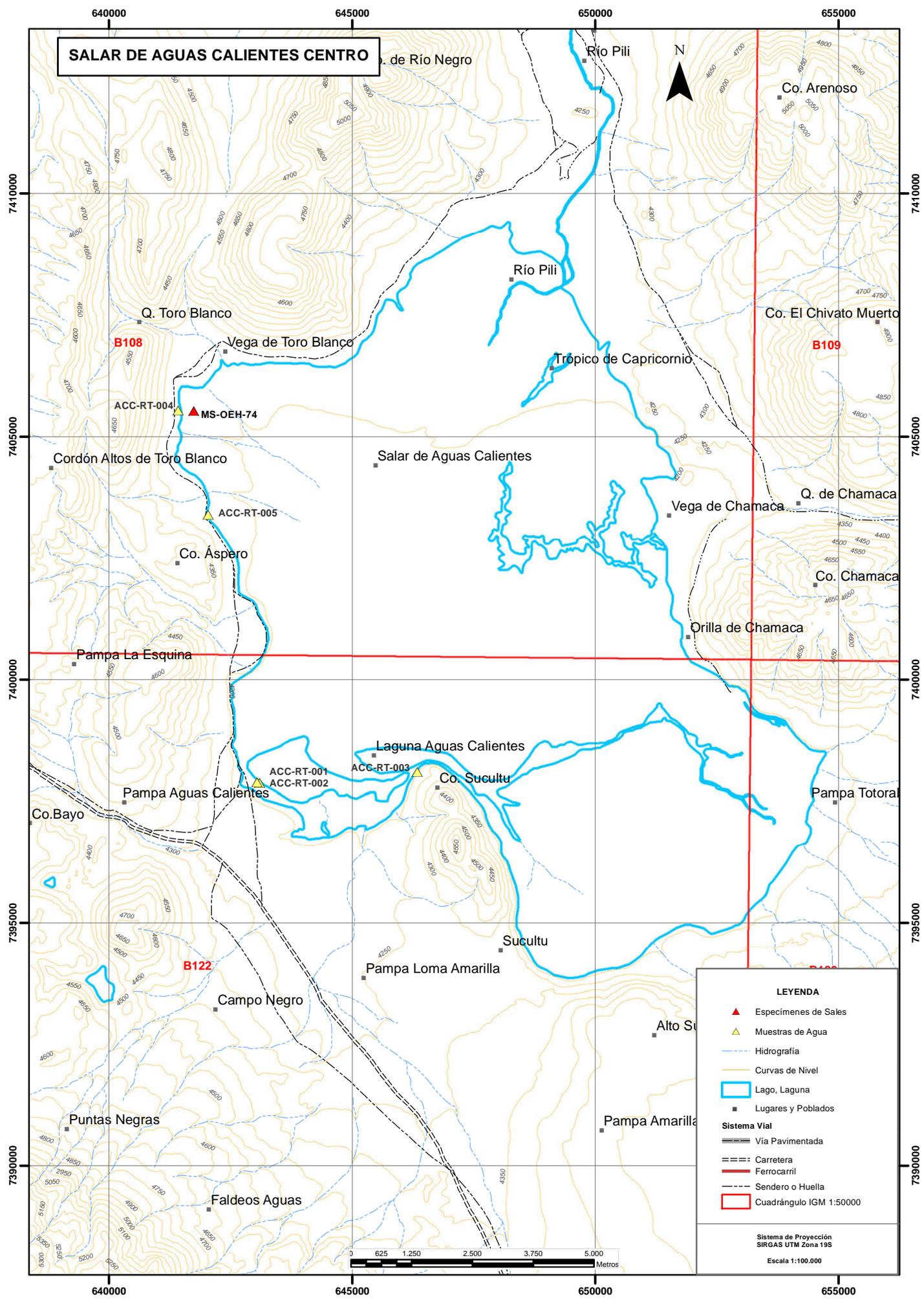
\*m s.n.m. \*\*WGS 84

## Continuación

Coordenadas										
Código	Este **	Norte **	Cota *	Carbonatos (mg/l)	Bicarbonatos (mg/l)	F (mg/l)	B (mg/l)	As (mg/l)	Al (mg/l)	
ACC-RT-001	643.099	7.397.876	4.208	-	143	2,24	<0,06	0,547	<0,02	
ACC-RT-002	643.046	7.397.889	4.207	-	448	2,02	<0,06	0,24	<0,02	
ACC-RT-003	646.344	7.398.104	4.208	-	142	1,98	<0,06	0,339	<0,02	
ACC-RT-004	641.423	7.405.540	4.210	-	819	2,8	32,51	3,997	<0,02	
ACC-RT-005	642.036	7.403.388	4.207	-	144	0,86	<0,06	0,163	<0,02	

\*m s.n.m. \*\*WGS 84

# SALAR DE AGUAS CALIENTES CENTRO



**LEYENDA**

- ▲ Especímenes de Sales
- ▲ Muestras de Agua
- Hidrografía
- Curvas de Nivel
- ▭ Lago, Laguna
- Lugares y Poblados

**Sistema Vial**

- Vía Pavimentada
- Carretera
- Ferrocarril
- Sendero o Huella
- Cuadrángulo IGM 1:50000

Sistema de Proyección  
 SIRGAS UTM Zona 19S  
 Escala 1:100.000





Fotografía 21.- Costra irregular de sulfatos en la zona noroeste del salar, vista en dirección sureste-este.



Fotografía 22.- Zona de humedales al sur del salar, la superficie de la salmuera está congelada. Vista en dirección sureste.



Fotografía 23.- Cubierta de cristales de sulfato de calcio (yeso) en el fondo de un humedal.



Fotografía 24.- Vista panorámica en dirección suroeste, primer plano Laguna principal del salar, con los volcanes Lascar y Aguas calientes al fondo.

### 5.1.7 SALAR DE EL LACO



Fotografía 25.- Vista panorámica del salar Laco, vista en dirección hacia el noroeste.

**Localización:**  
 23°51` S / 67°24` W  
 662.261 E / 7.360.365 N – Huso 19  
 PSAD56

**Superficie cuenca:** 306 Km<sup>2</sup>  
**Superficie salar:** 16,2 Km<sup>2</sup>  
**Cota:** 4.250 m m.s.m.

### LOCALIZACIÓN Y ACCESO

El salar se encuentra al sureste de la provincia de Calama, Región de Antofagasta, a pocos kilómetros de la frontera entre Chile y Argentina (figura 1 y fotografía 25), está ubicado entre antiguos complejos volcánicos formados por rocas félsicas y máficas. Para llegar hasta el salar Laco es necesario tomar la Ruta Ch-23, que comienza en San Pedro de Atacama, recorriendo por 186 Km y atravesando las localidades de Toconao y Socaire en dirección al Paso Sico, se ubica al lado sur de esta vía, tras pasar el Reten de Carabineros de Chile.

### GEOLOGÍA

El salar de El Laco tiene una morfología ovalada, con un eje mayor de 6,8 Km, en dirección norte-sur, y un menor de 2,5 Km aproximadamente, de este a oeste. La cuenca en la que se encuentra tiene poca pendiente, salvo en su frente oeste, lo que no impide que haya una cantidad apreciable de aportes de agua al salar.

Geológicamente, la zona en la que se encuentra el salar está dominada por dos grupos diferentes de rocas, el primero compuesto por ignimbritas (al sur y este) y el otro de tobas y brechas andesíticas (al norte y oeste), ambas del Plioceno, además de la presencia de tobas dacíticas y riolíticas miocenas en la zona sur.

El salar posee una laguna central, rodeada por una costra blanda de sulfatos y de cloruros y sulfatos en la parte central. La costra salina forma ligeras elevaciones con respecto a las zonas donde el agua es capaz de disolver estacionariamente la costra (fotografía 26).

La alta velocidad del viento reinante en la zona y con componente de dirección oeste, es capaz de arrastrar fragmentos rocosos que varían desde unos pocos milímetros en la parte occidental a varios centímetros en el lado oriental. Este viento es el principal responsable de que no se forme una costra más estable, debido a que es capaz de movilizar el agua que se encuentra en la laguna principal, impidiendo un depósito continuo de sales, el cual es tan solo ocasional y creciendo entre los granos de la arena del salar (fotografía 27), algo que se observa por los reflejos que los cristales de sal emiten en este lecho. Una laguna ocupa la mayor parte del salar y se encuentra en la zona central, con un color verde azulado (fotografía 28).

En el lado sureste se reconocen indicios de paleocosta, lo que implica que la superficie ocupada por el salar era algo mayor a la que actualmente presenta (fotografía 29).

## **MUESTREO**

Para el estudio del salar se tomaron especímenes de costra salinas y muestras de agua en diversos puntos del borde exterior. El número de especímenes de sales fueron 4 mientras que de muestras de agua fueron 5.

Se tomaron muestras de agua en el flanco oeste (LAC-RT-001) y sur del salar (LAC-RT-003), donde se reconocen varios tramos de afloramiento de manantiales difusos, de bajo caudal, que forman pequeñas lagunas someras en el borde del salar y que alcanzan su máxima extensión en el borde sur.

En el borde este del salar, se reconocen dos zonas principales de afloramiento de manantiales, de mayor caudal que los observados en los sectores oeste y sur, y de los cuales se muestreó el que aflora más al sur (LAC-RT-004). Las aguas de estas dos zonas de manantiales drenan hacia el interior del salar, a través de canales (LAC-RT-002), los que forman una laguna somera de gran extensión, que ocupa la parte centro-sur del salar.

En este salar no fue posible muestrear la laguna de mayor tamaño que se localiza en el sector centro-sur, debido a la escasa profundidad de sus aguas.

En la zona norte de este salar, afloran manantiales difusos que dan origen a una serie de lagunas, que se encuentran interconectadas a través de cortos y estrechos canales. En este sector se tomó una muestra de la laguna situada en el extremo norte (LAC-RT-005), inmediatamente al sur de la zona de afloramiento de las aguas.

El estudio de CORFO (1978) indica contenidos de 25 mg/l de litio y 1.180 mg/l de potasio en las salmueras del salar.

## **RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS**

La composición química de los especímenes de la costra salina analizados muestra una composición mineralógica dominada por yeso y halita. Sus contenidos de litio varía entre 81 y 275 ppm, con contenidos de potasio entre 0,75 y 1,87%, magnesio entre 0,3 y 1,04% y bajos contenidos de boro (<1 ppm). Las concentraciones de litio en las aguas del salar son relativamente bajas (2 a 40 mg/l). La mayor concentración se determinó en una muestra correspondiente a una pequeña laguna situada en el sector

oeste (LAC-RT-001). El boro se encuentra siempre en muy baja concentración ( $<0,06$  mg/l), mientras que potasio y magnesio son por lo general altos (95 a 1.850 mg/l y 34 a 2.645 mg/l, respectivamente), alcanzando sus mayores valores en una muestra del canal de drenaje de un manantial del sector este hacia la laguna principal (LAC-RT-002), con valores de 1.850 y 2.645 mg/l, respectivamente (anexo 7).

Las razones Li/K en las aguas varían entre 0,018 y 0,026, mientras que las razones Li/Mg se encuentran entre 0,012 y 0,059.

## **BIBLIOGRAFÍA**

**CORFO. 1978.** Posibilidades de litio y potasio en depósitos salinos de la II región, Chile: reconocimiento geológico preliminar de salares andinos y pre-andino. CORFO, 286 p. Chile.

**Risacher, F.; Alonso, H.; Salazar, C. 1999.** Geoquímica en Cuencas Cerradas: I, II y III, Convenio de Cooperación DGA-UCN-Orstom.

## ANEXO 7

### ANÁLISIS MINERALÓGICO Y QUÍMICO DE ESPECÍMENES COSTRAS SALINAS Y MUESTRAS DE AGUA, SALAR DE EL LACO

#### Difracción de Rayos X de especímenes de la costra salina

Coordenadas								
Código	Este **	Norte **	Cota *	Mineral 1	Mineral 2	Mineral 3	Mineral 4	Mineral 5
MS-OEH-75	660.586	7.361.484	4.242	Yeso	Halita	Hexahidrobórta	Cristobalita	
MS-OEH-76	660.960	7.361.132	4.242	Yeso	Halita	Bassanita		
MS-OEH-77	663.322	7.358.577	4.247	Yeso	Halita	Nitratina		
MS-OEH-78	662.647	7.364657	4.249	Halita	Yeso	Silvita	Calcita	Albita

\*m s.n.m. \*\*PSAD 56

#### Composición química de especímenes de la costra salina

Coordenadas												
Código	Este**	Norte**	Cota*	Li (ppm)	Na (%)	K (%)	Mg (%)	Ca (%)	Cloruro (%)	Sulfato (%)	F (ppm)	B (ppm)
MS-OEH-75	660.586	7.361.484	4.242	138	8,2	0,75	1,04	10,4	15,7	28,3	47	<0,01
MS-OEH-76	660.960	7.361.132	4.242	175	11,1	1,27	0,94	9,4	19	30	36	<0,01
MS-OEH-77	663.322	7.358.577	4.247	81	16,4	0,51	0,68	6,8	21,6	20,9	54	<0,01
MS-OEH-78	662.647	7.364.657	4.249	275	14,7	1,87	0,3	3	26,9	7,48	62	<0,01

\*m s.n.m. \*\*PSAD 56

## Composición química de muestras de agua

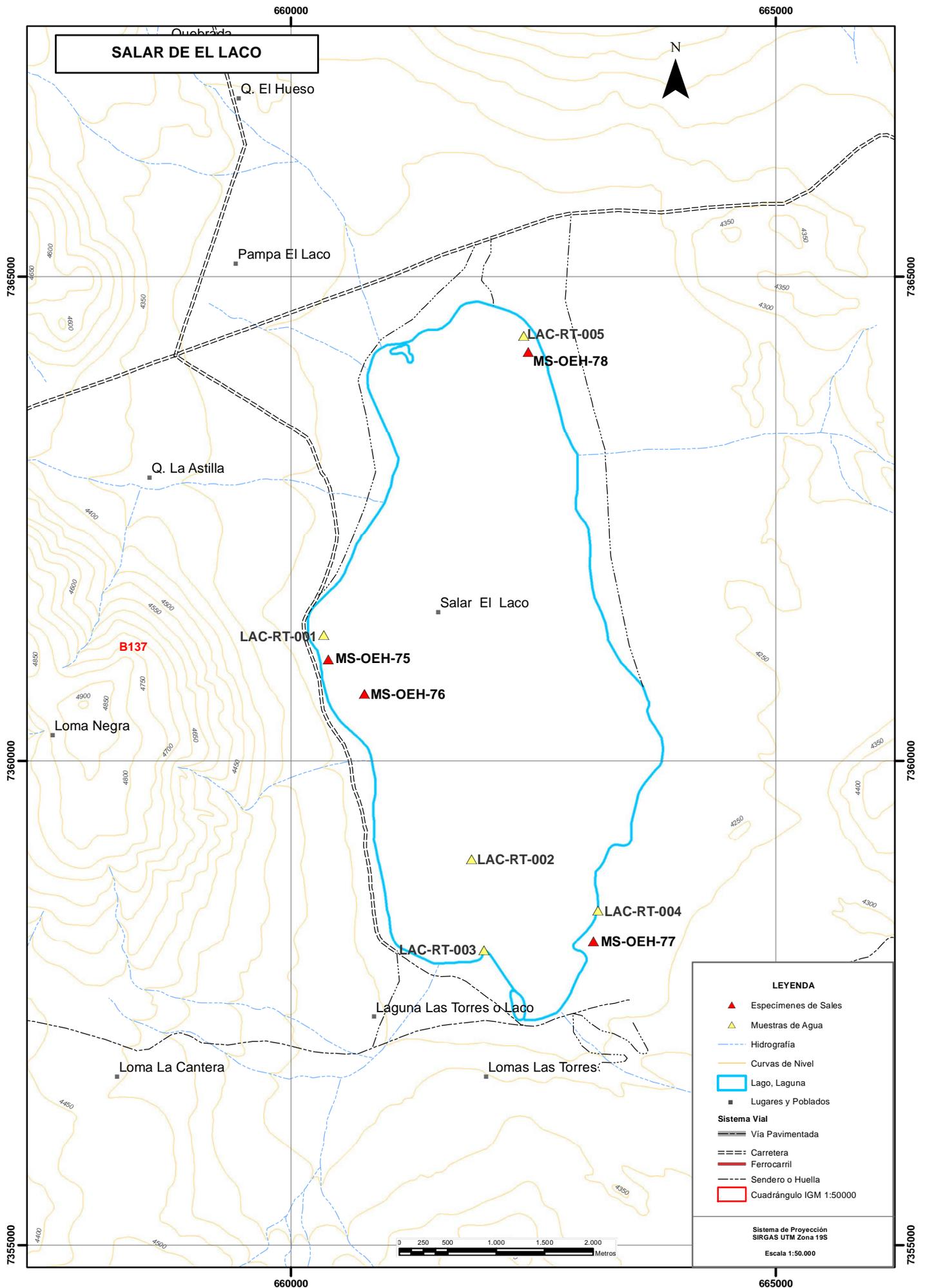
Coordenadas												
Código	Este **	Norte **	Cota *	pH	Conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	Li (mg/l)	Sulfatos (mg/l)	Cloruros (mg/l)
LAC-RT-001	660.340	7.361.299	4.237	8,12	87.500	1.300	2.035	19.000	1.525	40	5.370	34.200
LAC-RT-002	661.863	7.358.988	4.240	7,39	94.100	1.225	2.645	21.000	1.850	32,5	7.280	36.300
LAC-RT-003	661.990	7.358.050	4.237	7,81	85.200	800	2.165	19.000	1.550	27,5	5.930	32.200
LAC-RT-004	663.166	7.358.461	4.240	7,61	51.600	775	1.102	12.000	900	20	3.768	18.080
LAC-RT-005	662.401	7.364.391	4.237	8,11	4.340	190	34	650	95	2	340	1.090

\*m s.n.m. \*\*WGS 84

## Continuación

Coordenadas									
Código	Este **	Norte **	Cota *	Carbonatos (mg/l)	Bicarbonatos (mg/l)	F (mg/l)	B (mg/l)	As (mg/l)	Al (mg/l)
LAC-RT-001	660.340	7.361.299	4.237	-	400	3,34	<0,06	1,606	<0,02
LAC-RT-002	661.863	7.358.988	4.240	-	428,3	2,62	<0,06	4,606	<0,02
LAC-RT-003	661.990	7.358.050	4.237	-	370,7	1,48	<0,06	2,879	<0,02
LAC-RT-004	663.166	7.358.461	4.240	-	367,7	1,32	<0,06	2,498	<0,02
LAC-RT-005	662.401	7.364.391	4.237	-	175,9	1,18	<0,06	0,777	<0,02

\*m s.n.m. \*\*WGS 84





Fotografía 26.- Costra salina irregular, vista en dirección oeste.



Fotografía 27.- Laguna principal del salar de El Laco, vista en dirección este.



Fotografía 28.- Laguna zona central con salmuera de tonalidad verde-azulada del salar de El Laco.



Fotografía 29.- Evidencia de líneas de paleocosta, lado este del salar de El Laco.

### 5.1.8 SALAR DE AGUAS CALIENTES SUR Ó 3



Fotografía 30.- Vista panorámica Salar Aguas Calientes Sur, vista en dirección hacia el norte.

**Localización:**  
 23°58` S / 67°40` W  
 634.439 E / 7.347.430 S – Huso 19  
 PSAD56

**Superficie cuenca:** 476 Km<sup>2</sup>  
**Superficie salar:** 46 Km<sup>2</sup>  
**Cota:** 3.950 m s.n.m.

#### LOCALIZACIÓN Y ACCESO

El salar de Aguas Caliente Sur ó 3 se encuentra en la provincia de Calama, Región de Antofagasta (figura 1 y fotografía 30), situado entre diferentes complejos volcánicos, los cuales producen un estrechamiento en la parte media del salar, que permite diferenciar dos zonas. La norte es conocida como Aguas Calientes y la parte sur se denomina Talar. Para llegar hasta el salar desde San Pedro de Atacama es necesario tomar la Ruta Ch-23 que conduce al Paso Sico a lo largo de 148 Km, atravesando en el trayecto Toconao y Socaire, el salar se ubica al lado sur de la carretera.

#### GEOLOGÍA

El ambiente geológico en el cual se emplaza el salar, está caracterizado por formaciones volcánicas asociadas a diferentes complejos volcánicos, con edades que abarcan desde el Mioceno hasta el Cuaternario. Las litologías dominantes corresponden a rocas volcánicas andesíticas e ignimbritas, además se reconocen depósitos sedimentarios del Cuaternario.

La costra salina que se observa en el salar, es similar en toda su extensión, con ligeras variaciones (fotografía 31). Se trata de una costra sulfatada de color pardo, bastante regular en cuanto a su morfología. Localmente, se observan depósitos de sales de color blanco sobre ella, ocasionalmente con formas globulares. Bajo esta capa superficial se encuentra una capa salina anaranjada y homogénea, con niveles

verdosos en algunas zonas cercanas a humedales, que bien podrían corresponder a materia orgánica.

A lo largo del borde del salar es posible observar diferentes lagunas de diversas extensiones, situándose la principal en la parte noroeste. Esta laguna presentaba en el momento de la visita, durante el mes de mayo, gran parte de su superficial congelada, observándose en la orilla el crecimiento de cristales de yeso de color marrón anaranjado, de hasta 2 cm de longitud (fotografía 32).

Junto a esta laguna, en la parte norte, existe un afloramiento con diferentes niveles de costras salinas (fotografía 33), la más alta ubicada a 2 m sobre el nivel actual del agua, lo que indica que la extensión del salar y profundidad de la laguna era mayor en el pasado.

## **MUESTREO**

Para el estudio del salar se tomaron especímenes de costra salina y muestras de agua en diversos puntos de la zona de borde. El número de especímenes de sales fueron 7 mientras que las muestra de aguas fueron 8.

En la zona norte del salar, se tomó una muestra de agua de la laguna que ocupa este borde del salar (ACT-RT-001), donde afloran rocas ignimbríticas fracturadas. Las aguas de esta laguna se caracterizan por tener una conductividad de 64,5 mS/cm y pH alcalino (8,3). Además, en el extremo noroeste del salar se muestreó un manantial difuso (ACT-RT-002) que forman un pequeño pajonal y que drena hacia la laguna.

En el extremo noreste del salar se muestrearon manantiales de agua termal (28,3 °C), con conductividad moderada (3,96 mS/cm) y pH 7,12. Estas aguas emanan desde fracturas en ignimbríticas (ACT-RT-003; ACT-RT-004). Hacia el sureste, se muestrearon aguas de una zona de manantiales termales que generan pozas con abundante vegetación acuática (ACT-RT-005) y que también afloran claramente desde las fracturas en ignimbríticas.

En el sector central del borde este, se muestreó una pequeña laguna (ACT-RT-006), que presenta aguas frías (3,1 °C), menor conductividad que las del extremo norte (2,94 mS/cm) y pH alcalino (8,68).

En el extremo sur se muestrearon aguas de manantiales difusos que forman un bofedal (ACT-RT-007) y que se encontraban parcialmente congeladas al momento de la visita. Sin embargo, aproximadamente 1 km más al noroeste del punto anterior afloran manantiales termales de abundante caudal, que sustentan vegetación de tipo pajonal, los que también fueron muestreados (ACT-RT-008).

## **RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS**

Los resultados del análisis químico de los especímenes de la costra salina presentan contenidos en litio en torno a los 50 ppm. Con excepción de la muestra MS-OEH-83 con 238 ppm, que es el máximo contenido determinado. En relación a la cantidad de boro presente, esta apenas llega a los límites de detección (anexo 8).

Las concentraciones en litio determinadas en las muestras de agua de éste salar son relativamente bajas, variando entre 0,5 y 17,5 mg/l, donde el valor más alto se registró en la laguna del sector norte (ACT-RT-001). Las concentraciones de boro son también muy bajas (<0,06 mg/l). Lo mismo ocurre, en general, con las

concentraciones de potasio y magnesio, que varían desde 27 a 900 mg/l y 33 a 1.370 mg/l, respectivamente (anexo 8).

Las razones Li/K y Li/Mg en las aguas de este salar son bajas, variando desde 0,008 a 0,059 y 0,008 a 0,033, respectivamente.

## **BIBLIOGRAFÍA**

**CORFO. 1978.** Posibilidades de litio y potasio en depósitos salinos de la II región, Chile: reconocimiento geológico preliminar de salares andinos y pre-andino. CORFO, 286 p. Chile.

**Risacher, F.; Alonso, H.; Salazar, C. 1999.** Geoquímica en Cuencas Cerradas: I, II y III, Convenio de Cooperación DGA-UCN-Orstom.

## ANEXO 8

### ANÁLISIS MINERALÓGICO Y QUÍMICO DE ESPECÍMENES COSTRAS SALINAS Y MUESTRAS DE AGUA, SALAR DE AGUAS CALIENTES SUR Ó 3

#### Composición química de especímenes de la costra salina

Código	Coordenadas			Li (ppm)	Na (%)	K (%)	Mg (%)	Ca (%)	Cloruro (%)	Sulfato (%)	F (ppm)	B (ppm)
	Este**	Norte**	Cota*									
<b>MS-OEH-79</b>	632.300	7.354.565	3.938	25	2,2	0,08	1,72	17,2	1,57	41,3	84	<0,01
<b>MS-OEH-80</b>	636.508	7.353.542	3.939	56	3,7	0,36	1,5	15	4,47	46,1	158	<0,01
<b>MS-OEH-81</b>	637.966	7.351.806	3.952	56	5,4	0,19	1,62	16,2	9,29	42,9	49	<0,01
<b>MS-OEH-82</b>	634.955	7.347.033	3.943	75	4,4	0,36	1,61	16,1	6,85	48,6	56	<0,01
<b>MS-OEH-83</b>	629.602	7.343.444	3.937	238	6,2	0,25	1,08	10,8	9,99	29,1	28	<0,01
<b>MS-OEH-84</b>	632.471	7.354.612	3.937	50	2,8	0,21	1,69	16,9	3,72	47,2	65	<0,01

\*m s.n.m. \*\*PSAD 56

## Composición química de muestras de agua

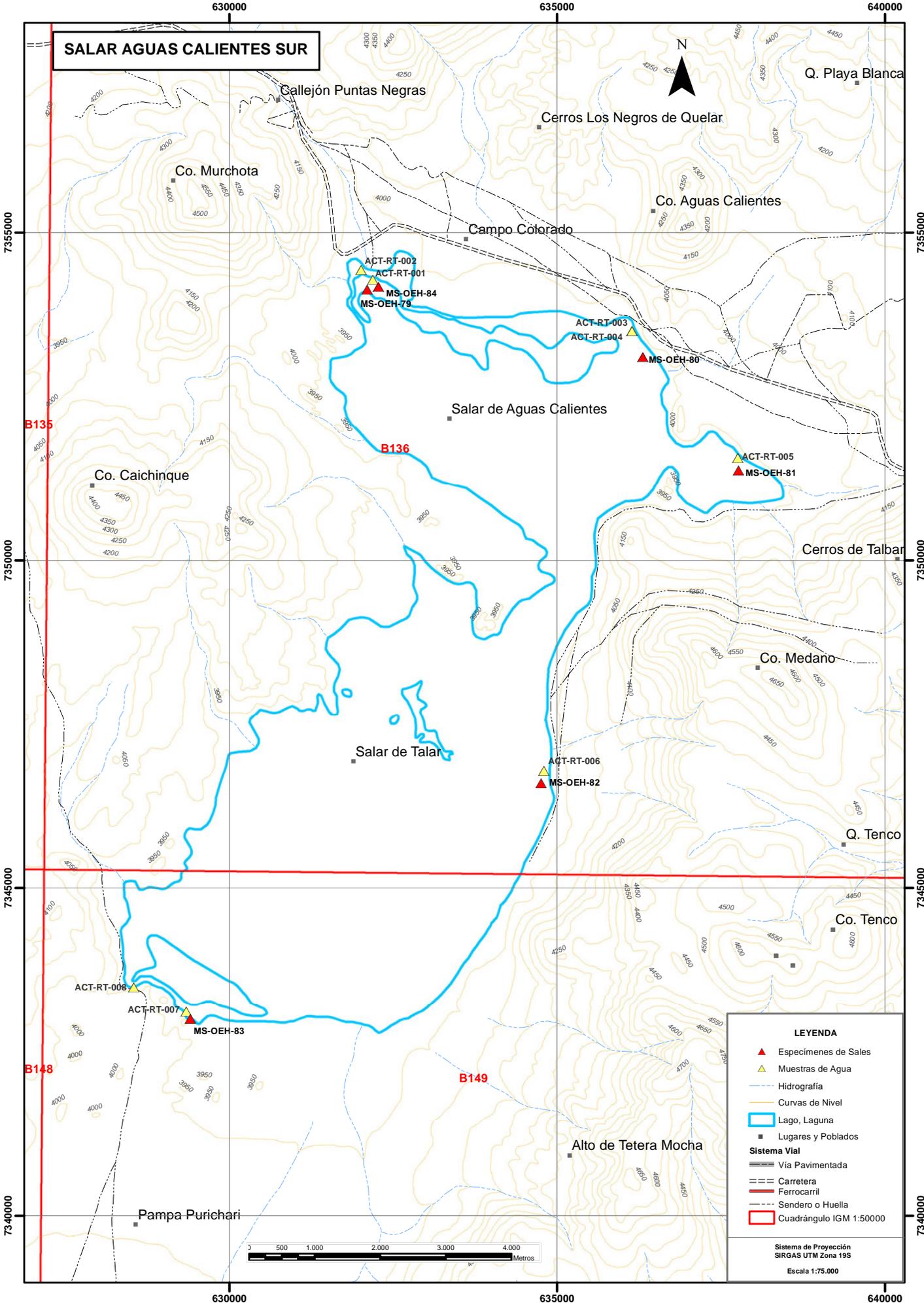
Coordenadas												
Código	Este **	Norte **	Cota *	pH	Conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	Li (mg/l)	Sulfatos (mg/l)	Cloruros (mg/l)
ACT-RT-001	632.186	7.354.287	3.937	7,73	66.200	1.625	1.370	13.000	900	17,5	4.160	24.360
ACT-RT-002	632.009	7.354.435	3.939	7,79	11.830	275	170	2.100	182	2,5	642	3.590
ACT-RT-003	636.138	7.353.499	3.938	7,4	3.990	180	62	500	60	0,5	447	980
ACT-RT-004	636.138	7.353.499	3.938	7,63	3.990	170	60	550	60	0,5	424	935
ACT-RT-005	637.755	7.351.561	3.949	7,29	13.750	425	193	2.400	155	2,5	606	4.170
ACT-RT-006	634.800	7.343.120	3.932	7,96	2.810	410	33	250	27	0,5	1.186	256
ACT-RT-007	629.342	7.343.120	3.932	7,69	7.390	230	150	1.100	85	5	689	1.850
ACT-RT-008	628.540	7.343.487	3.939	7,52	4.500	140	85	650	45,5	2,5	343	1.135

\*m s.n.m. \*\*WGS 84

## Continuación

Coordenadas									
Código	Este **	Norte **	Cota *	Carbonatos (mg/l)	Bicarbonatos (mg/l)	F (mg/l)	B (mg/l)	As (mg/l)	Al (mg/l)
ACT-RT-001	632.186	7.354.287	3.937	-	225,1	4,58	<0,06	0,559	<0,02
ACT-RT-002	632.009	7.354.435	3.939	-	81	1,12	<0,06	0,096	<0,02
ACT-RT-003	636.138	7.353.499	3.938	-	109,3	5,80	<0,06	0,122	<0,02
ACT-RT-004	636.138	7.353.499	3.938	-	104,8	0,06	<0,06	0,119	<0,02
ACT-RT-005	637.755	7.351.561	3.949	-	353,8	1,16	<0,06	0,078	<0,02
ACT-RT-006	634.800	7.343.120	3.932	-	57,1	1,24	<0,06	0,064	<0,02
ACT-RT-007	629.342	7.343.120	3.932	-	243,5	1,06	<0,06	0,944	<0,02
ACT-RT-008	628.540	7.343.487	3.939	-	164,5	0,82	<0,06	0,475	<0,02

\*m s.n.m. \*\*WGS 84



**SALAR AGUAS CALIENTES SUR**



**LEYENDA**

- ▲ Especímenes de Sales
- ▲ Muestras de Agua
- Hidrografía
- Curvas de Nivel
- ▭ Lago, Laguna
- Lugares y Poblados

**Sistema Vial**

- Via Pavimentada
- Carretera
- Ferrocarril
- Sendero o Huella
- ▭ Cuadrángulo IGM 1:50000

Sistema de Proyección  
 SIRGAS UTM Zona 19S  
 Escala 1:75.000



Geographical labels on the map include: Gallejón Puntas Negras, Cerros Los Negros de Quelar, Co. Murchota, Co. Aguas Calientes, Campo Colorado, Q. Playa Blanca, Co. Caichinque, Salar de Talar, Cerros de Talbar, Co. Medano, Q. Tenco, Co. Tenco, Alto de Tetera Mocha, and Pampa Purichari.

Sample locations are marked with red triangles (▲) and yellow triangles (▲):

- ACT-RT-001, ACT-RT-002, ACT-RT-003, ACT-RT-004, ACT-RT-005, ACT-RT-006, ACT-RT-007, ACT-RT-008
- MS-OEH-79, MS-OEH-80, MS-OEH-81, MS-OEH-82, MS-OEH-83, MS-OEH-84

Other features include contour lines (e.g., 3950, 4000, 4100, 4200, 4300, 4400, 4500, 4600, 4700), hydrography (blue lines), and roads (B135, B136, B148, B149).



Fotografía 31.- En primer plano costra salina sulfatada, en segundo plano laguna del salar y al fondo uno de los complejos volcánicos que bordean el salar.



Fotografía 32.- Cristales de sulfato de calcio (yeso).



Fotografía 33.- afloramiento de varios niveles de costra salina de hasta 2 m de altura.

## 5.2 SALARES ZONA SUR

### 5.2.1 SALAR DE AGUAS CALIENTES SUR SUR Ó 4



Fotografía 34.- Vista panorámica del salar Aguas Caliente Sur Sur, vista en dirección noreste, al fondo volcán Lullailaco.

<b>Localización:</b>	<b>Superficie cuenca:</b> 656 Km <sup>2</sup>
25°02` S / 68°37` W	<b>Superficie salar:</b> 19,5 Km <sup>2</sup>
538.035 E / 7.232.956 S – Huso 19	<b>Cota:</b> 3.665 m s.n.m.
PSAD56	

### LOCALIZACIÓN Y ACCESO

El salar de Aguas Caliente Sur Sur se encuentra al sureste de la provincia de Antofagasta, Región de Antofagasta (figuras 1 y fotografía 34). Al este lo limita el altiplano mientras que al oeste se encuentra un cordón volcánico que lo separa del salar de Pajonales.

El acceso al salar se puede realizar desde la carretera panamericana ó Ruta 5 Norte donde existe un desvío hacia el oeste, situado a unos 9 Km al norte de la localidad de Agua Verde. Con una distancia aproximada de 160 km, desde el desvío hasta el salar, es un camino de tierra en muy buenas condiciones, utilizado para el acceso a distintos puntos del sector y a diferentes faenas mineras.

### GEOLOGÍA

El salar de Aguas Calientes Sur Sur tiene una forma de botella con un eje mayor de unos 8,6 Km de longitud y un eje menor de unos 3 Km, se ubica en una zona donde hay otros salares cercanos como los salares Pajonales al oeste y Azufrera al sureste.

En el área están presentes, por lo menos, cinco complejos volcánicos con poca erosión y/o alterados, mayoritariamente del Mioceno; por ejemplo el volcán Lullailaco,

situado al norte del salar. También se reconocen depósitos sedimentarios cuaternarios, que se sitúan en la zona de borde del salar.

En el salar es posible diferenciar tres tipos de costras salinas. La primera es la que se encuentra más influenciada por depósitos con transporte eólico. Esta costra se sitúa en el flanco este del salar, la cual va perdiendo progresivamente esta influencia a medida que se adentra al interior, perdiendo importancia y tamaño los clastos, que pasan de 7 cm de longitud a apenas 5 mm (fotografía 35), aumentando la cantidad de material salino, principalmente de sales de color blanco que pudieran corresponder a ulexita. La segunda costra, y asociada a la anterior, se trata de una costra bicolor, pardo y blanca indistintamente (fotografía 36), que es la costra principal del salar en la zona norte y este. Superficialmente es masiva y con sales de aspecto pulverulento que se corresponde con depósitos de ulexita, los cuales, en zonas puntuales, muestra la morfología típica de este mineral en bolas de algodón. La capa superficial es de entre 1 a 2 cm, encontrándose depositada sobre una capa arcillosa húmeda, con cantidad de agua suficiente para encontrarse en su estado plástico. La tercera costra salina se encuentra en las proximidades de la laguna central, la cual es muy blanda en este lugar, impidiendo caminar con soltura sobre ella.

La laguna principal se extiende en un eje norte-sur con una longitud, al menos, de 1 Km, en la que existe una gran cantidad de fauna y una flora de tipo herbácea que crece en el borde de la misma, donde se forman cristales de yeso en el fondo de las zonas húmedas (fotografía 37).

En la zona noreste existen una serie de instalaciones mineras abandonadas, las cuales pertenecen a una antigua explotación de boratos (fotografía 38).

## **MUESTREO**

Para el estudio del salar se tomaron especímenes de costra salina y muestras de agua en diversos puntos de la parte norte y este del salar. Se recolectaron 10 especímenes de sales y muestras de agua, respectivamente.

En el extremo noroeste del salar se tomó una muestra de agua desde una poza formada por el afloramiento de manantiales difusos (ACS-RT-004), que forman un bofedal y luego fluyen hacia el salar. Estas aguas se caracterizan por tener una conductividad relativamente alta (50,1 mS/cm) y pH alcalino (8,41).

En el extremo noreste del salar, donde se sitúa la antigua instalación minera, se muestrearon manantiales termales evidenciando una temperatura de 21,2 °C, conductividad de 2,65 mS/cm y pH 7,19, las que forman un extenso pajonal (ACS-RT-001; ACS-RT-002; ACS-RT-003).

Hacia el sureste, frente a la isla que se encuentra en la laguna que domina este borde del salar, se tomaron muestras de una manantial de pequeño caudal tipo termal con temperatura de 20,8 °C, que aflora desde depósitos de arenas gruesas (ACS-RT-005, ACS-RT-006 y ACS-RT-007), formadas por clastos volcánicos angulosos, poco consolidadas y moderadamente seleccionadas. Estos manantiales generan pozas y pajonales que bordean la laguna principal y sus aguas se caracterizan por presentar conductividad relativamente baja (1,328 µS/cm) y pH de 7,84.

Además, se muestreó la laguna principal del salar, en su extremo sur, donde se tomaron 3 muestras (ACS-RT-008; ACS-RT-009; ACS-RT-010). Esta laguna presenta escasa profundidad y abundancia de sedimentos finos orgánicos que le otorgan turbiedad al agua. Las aguas de esta laguna aunque tienen mayor conductividad (5,14

mS/cm) que los manantiales anteriormente señalados, no alcanzan las altas conductividades detectadas en los manantiales y pozas del sector norte, aunque al igual que éstas presentan un pH alcalino (8,67).

## RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS

Los resultados del análisis por difracción de rayos X de los especímenes de la costra salina indican que la composición mineralógica, en orden de abundancia, son yeso, halita, calcita y otros minerales de origen ígneo (anexo 9).

En la parte norte del salar se presentan las mayores concentraciones de boro en la costra salina, con valores que sobrepasan holgadamente los 3.500 ppm. En cuanto al litio existe una cierta paridad con la cantidad de sodio presente en las muestras recogidas, con dos valores especialmente altos de litio al norte (750 ppm) y al este (506 ppm), el resto de los especímenes de la costra salina varían, mayoritariamente, entre 138 y 281 ppm; con excepción de dos muestras que bordean los 5.000 ppm de boro, el resto presenta concentraciones <0,1 ppm de este elemento.

Las concentraciones de litio y boro en las aguas de este salar son bajas, con valores entre 0,1 y 35 mg/l de litio y < 0,06 y 131,1 mg/l de boro.

Se observan diferencias notables entre el contenido de litio y boro de las pozas y lagunas y el de los manantiales. La muestra que presentó el mayor contenido de litio (35 mg/l) y boro (131,1 mg/l) corresponde a la poza que se muestreó en el sector noroeste (ACS-RT-004). En segundo lugar, respecto del contenido de litio, se sitúan las aguas de la laguna que se muestreó en el sector sur, con un contenido de ese elemento que varía entre 2 y 8,5 mg/l en las tres muestras tomadas, siendo el contenido de boro aún más variable en estas mismas muestras, con valores entre 7,068 y 39,72 mg/l. Los manantiales termales del extremo noreste presentan un contenido de litio promedio de 1,4 mg/l y los del borde este tienen un contenido de litio de 0,1 mg/l, mientras que los contenidos promedio de boro son de 1,415 mg/l y <0,06 mg/l, respectivamente. Las concentraciones de potasio y magnesio en muestras de agua de este salar son casi invariablemente bajas, excepto en la muestra de la poza del sector norte, donde potasio y magnesio alcanzan concentraciones de 1.050 mg/l y 850 mg/l, respectivamente (anexo 9).

Las relaciones Li/K en las aguas se encuentran entre 0,025 y 0,038, mientras que las razones Li/Mg varían entre 0,006 y 0,087.

## BIBLIOGRAFÍA

**CORFO. 1978.** Posibilidades de litio y potasio en depósitos salinos de la II región, Chile: reconocimiento geológico preliminar de salares andinos y pre-andino. CORFO, 286 p. Chile.

**Risacher, F.; Alonso, H.; Salazar, C. 1999.** Geoquímica en Cuencas Cerradas: I, II y III, Convenio de Cooperación DGA-UCN-Orstom.

## ANEXO 9

### ANÁLISIS MINERALÓGICO Y QUÍMICO DE ESPECÍMENES DE COSTRAS SALINAS Y MUESTRAS DE AGUA, SALAR DE AGUAS CALIENTES SUR SUR Ó 4

#### Difracción de Rayos X de especímenes de costra salina

Código	Coordenadas			Mineral 1	Mineral 2	Mineral 3	Mineral 4	Mineral 5	Mineral 6	Mineral 7
	Este**	Norte**	Cota*							
<b>MS-OEH-01</b>	537.844	7.237.512	3.677	Halita	Yeso	Polihalita	Natroalunita			
<b>MS-OEH-02</b>	537.844	7.237.512	3.677	Yeso	Halita	Polihalita	Microclina	Trazas de darapzkita		
<b>MS-OEH-03</b>	537.873	7.237.498	3.673	Yeso	Halita	Probertita	Trazas de caolinita			
<b>MS-OEH-04</b>	536.361	7.237.482	3.677	Yeso	Halita	Calcita	Rutilo	Inyoita	Probertita	Trazas de caolinita
<b>MS-OEH-05</b>	536.361	7.237482	3.677	Yeso	Halita	Albita	Inyoita	Cuarzo		
<b>MS-OEH-06</b>	539.661	7235.790	3.664	Yeso	Halita	Inyoita	Trazas de caolinita			
<b>MS-OEH-07</b>	539.607	7.235.468	3.672	Halita	Yeso	Calcita	Bloedita	Bórax	Alunita	
<b>MS-OEH-08</b>	539.421	7.234.779	3.675	Yeso	Calcita magnésica	Calcita	Thenardita	Cuarzo	Trazas de hexahidrita	
<b>MS-OEH-09</b>	539.371	7.234.761	3.674	Yeso	Halita	Calcita				
<b>MS-OEH-10</b>	539.449	7.234.703	3.672	Yeso	Halita					

\*m s.n.m. \*\*PSAD 56

### Composición química de especímenes de costra salina

Código	Coordenadas			Li (ppm)	Na (%)	K (%)	Mg (%)	Ca (%)	Cloruro (%)	Sulfato (%)	F (ppm)	B (ppm)
	Este**	Norte**	Cota*									
<b>MS-OEH-01</b>	537.844	7.237.512	3.677	750	19,4	1	1,6	5,2	27,85	28,66	260	3.624
<b>MS-OEH-02</b>	537.844	7.237.512	3.677	238	9,4	0,35	0,65	14,8	17,38	35,9	280	<0,01
<b>MS-OEH-03</b>	537.873	7.237.498	3.673	213	8,4	0,8	0,5	11	9,04	36,12	350	5.196
<b>MS-OEH-04</b>	536.361	7.237.482	3.677	319	11,6	0,95	0,93	10,9	18,98	32,98	240	4.792
<b>MS-OEH-05</b>	536.361	7.237.482	3.677	163	5,5	0,7	0,5	13,8	13,28	30,85	240	<0,01
<b>MS-OEH-06</b>	539.661	7.235.790	3.664	281	7,6	0,8	0,55	14,4	17,86	35,2	270	<0,01
<b>MS-OEH-07</b>	539.607	7.235.468	3.672	506	12,1	1,25	0,3	9,4	23,81	17,8	270	<0,01
<b>MS-OEH-08</b>	539.421	7.234.779	3.675	38	1,7	0,25	0,15	10,5	0,0	28	240	<0,01
<b>MS-OEH-09</b>	539.371	7.234.761	3.674	138	4,40	0,3	0,4	19,4	6,8	43,82	240	<0,01
<b>MS-OEH-10</b>	539.449	7.234.703	3.672	238	8,4	0,5	0,3	15	17,22	28,78	280	<0,01

\*m s.n.m. \*\*PSAD 56

### Composición química de muestras de agua

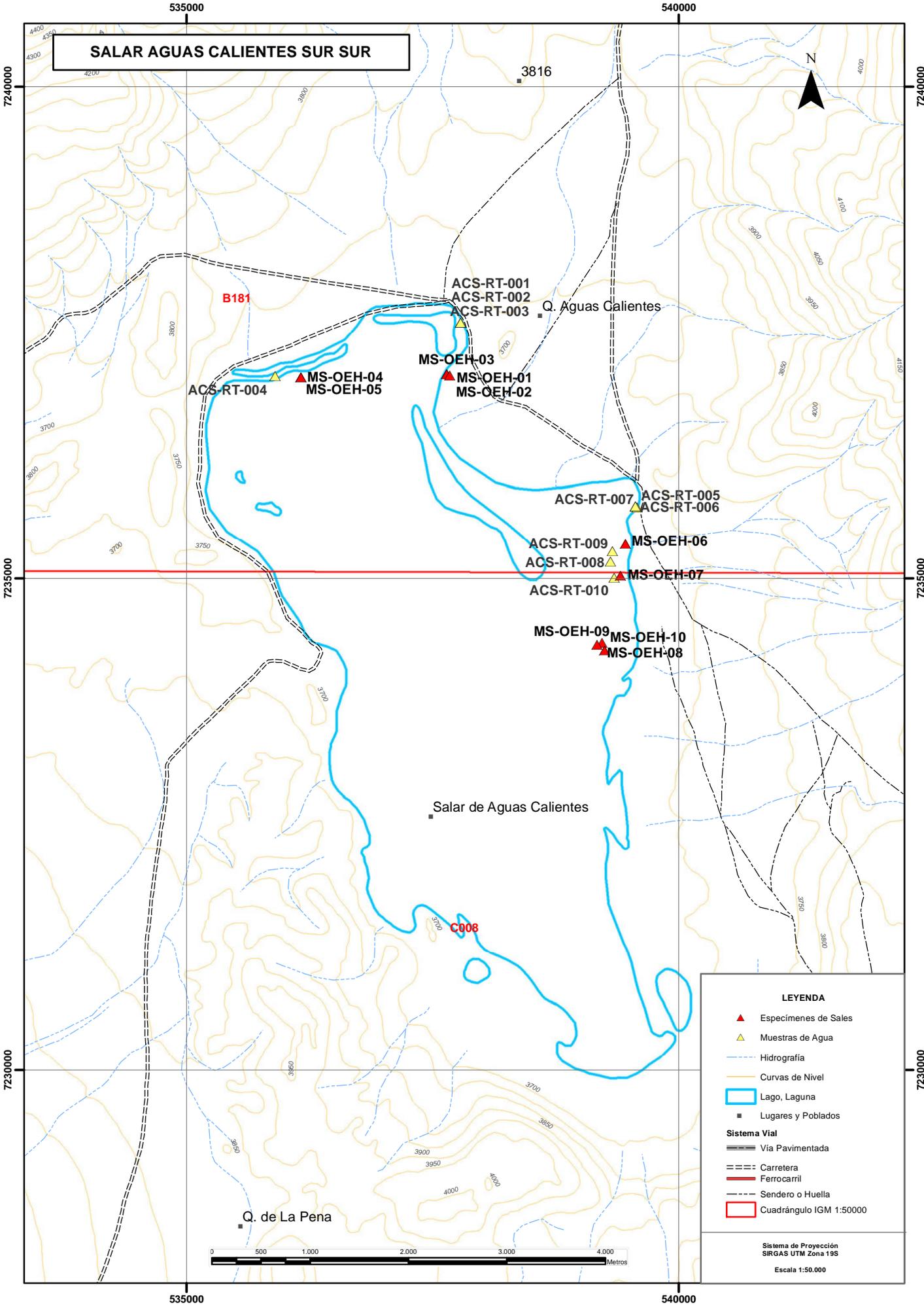
Código	Coordenadas			pH	Conductividad ( $\mu$ S/cm)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	Li (mg/l)	Sulfatos (mg/l)	Cloruros (mg/l)
	Este**	Norte**	Cota*									
<b>ACS-RT-001</b>	537.786	7.237.603	3.674	7,47	2.670	85	43	400	40	1,3	332	590
<b>ACS-RT-002</b>	537.786	7.237.603	3.674	7,48	2.660	85	43	375	39	1,4	334	594
<b>ACS-RT-003</b>	537.786	7.237.603	3.674	7,78	2.660	85	43	400	40	1,5	330	590
<b>ACS-RT-004</b>	535.900	7.237.058	3.670	8,4	50.400	750	850	10.300	1.050	35	4.060	18.400
<b>ACS-RT-005</b>	539.581	7.235.722	3.675	7,89	1.354	100	16	175	4	0,1	334	194
<b>ACS-RT-006</b>	539.562	7.235.731	3.677	7,94	1.372	100	16	175	3	0,1	344	193
<b>ACS-RT-007</b>	539.563	7.235.734	3.678	7,89	1.376	83	16	175	3	0,10	342	197
<b>ACS-RT-008</b>	539.310	7.235.171	3.671	7,93	5.950	190	100	875	100	2,5	1.010	1.380
<b>ACS-RT-009</b>	539.331	7.235.279	3.673	8,23	5.020	170	86	750	80	2	895	1.115
<b>ACS-RT-010</b>	539.348	7.235.009	3.674	8,16	14.750	375	98	3.050	270	8,5	2.160	3.930

\*m s.n.m. \*\*WGS 84

## Continuación

Código	Coordenadas			Carbonatos (mg/l)	Bicarbonatos (mg/l)	F (mg/l)	B (mg/l)	As (mg/l)	Al (mg/l)
	Este**	Norte**	Cota*						
ACS-RT-001	537.786	7.237.603	3.674	-	92,2	0,37	1,144	0,614	<0,02
ACS-RT-002	537.786	7.237.603	3.674	-	92,7	0,38	1,208	0,606	<0,02
ACS-RT-003	537.786	7.237.603	3.674	-	95,7	0,37	1,894	0,606	0,133
ACS-RT-004	535.900	7.237.058	3.670	66,2	349	1,08	131,1	3,13	<0,02
ACS-RT-005	539.581	7.235.722	3.675	-	41,5	0,6	<0,06	0,25	<0,02
ACS-RT-006	539562	7.235.731	3.677	-	41,5	0,61	<0,06	0,252	<0,02
ACS-RT-007	539.563	7.235.734	3.678	-	41,2	0,6	<0,06	0,248	<0,02
ACS-RT-008	539.310	7.235.171	3.671	-	111	1,62	9,342	1,054	<0,02
ACS-RT-009	539.331	7.235.279	3.673	-	98,6	1,52	7,068	0,88	<0,02
ACS-RT-010	539.348	7.235.009	3.674	-	177	2,28	39,72	2,624	<0,02

\*m s.n.m. \*\*WGS 84



**SALAR AGUAS CALIENTES SUR SUR**



**B181**

ACS-RT-001  
ACS-RT-002  
ACS-RT-003

Q. Aguas Calientes

MS-OEH-03  
MS-OEH-01  
MS-OEH-02

ACS-RT-004  
MS-OEH-04  
MS-OEH-05

ACS-RT-007 ACS-RT-005  
ACS-RT-006

ACS-RT-009 MS-OEH-06

ACS-RT-008 MS-OEH-07

ACS-RT-010

MS-OEH-09 MS-OEH-10  
MS-OEH-08

Salar de Aguas Calientes

**C008**

Q. de La Pena

**LEYENDA**

- ▲ Especímenes de Sales
- ▲ Muestras de Agua
- Hidrografía
- Curvas de Nivel
- ▭ Lago, Laguna
- Lugares y Poblados

**Sistema Vial**

- Vía Pavimentada
- Carretera
- Ferrocarril
- Sendero o Huella
- Cuadrángulo IGM 1:50000



Sistema de Proyección  
SIRGAS UTM Zona 19S  
Escala 1:50.000



Fotografía 35.- Depósito cuaternario constituida por fragmentos de rocas de origen volcánico que cubren parte del salar.



Fotografía 36.- Costra de color blanco y pardo, sector norte del salar Aguas Calientes Sur Sur, vista en dirección oeste.



Fotografía 37.- Depósitos de sulfatos de calcio (yeso) en una zona de humedales.



Fotografía 38.- Antigua planta procesadora de boratos junto al salar en la zona noreste.

## 5.2.2. SALAR DE PAJONALES



Fotografía 39.- Vista Panorámica del Salar de Pajonales, viste en dirección este, fondo volcán Lastarria.

**Localización:**  
 25°08` S / 68°48` W  
 518.716 E / 7.218.956 S – Huso 19  
 PSAD56

**Superficie cuenca:** 1.984 Km<sup>2</sup>  
**Superficie salar:** 104 Km<sup>2</sup>  
**Cota:** 3.537 m s.n.m.

### LOCALIZACIÓN Y ACCESO

El salar de Pajonales se encuentra al sureste de la provincia de Antofagasta, Región de Antofagasta (figura 1 y fotografía 39). Para acceder al salar de Pajonales se debe tomar un desvío hacia el este desde la carretera panamericana o Ruta 5 Norte. El desvío se encuentra a unos 9 km al norte de Agua Verde y en el lado derecho existe un cartel que indica 160 km hasta el salar de Aguas Calientes, estando el salar de Pajonales varios kilómetros antes, donde esta misma vía, un camino de tierra en muy buenas condiciones, atraviesa el salar en su parte central.

### GEOLOGÍA

La cuenca que contiene el salar de Pajonales está limitada al este por complejos volcánicos del Mioceno que la separan de la cuenca del salar de Aguas calientes Sur y al oeste por una extensa zona de ignimbritas.

La geología del área del salar de Pajonales está dominada por la presencia de rocas volcánicas; al oeste se encuentran las ignimbritas de las formaciones Río Frío y Pajonales, de edades entre el Mioceno Inferior a Medio, mientras que al este se distribuyen seis conjuntos volcánicos andesíticos diferentes los que configuran una geología relativamente compleja, con edades entre el Oligoceno y Cuaternario.

La mayor parte del salar está conformado por una costra de superficie irregular, que tiende a ser más regular en la parte central del salar (fotografía 40), sobre todo en la zona que bordea la carretera que atraviesa el salar por su centro, donde esta apenas forma unas lomas de escasa altura que permiten caminar sobre ella sin problema. La parte superficial de la costra, de unos 2 cm de espesor, está compuesta por microcristales, con una capa salina inferior de color blanco de apariencia sulfatada.

El aspecto superficial del sector central contrasta con la costra que se encuentra tanto a norte como sur (fotografía 41), aunque es en la parte norte donde esta es más irregular, llegando a formar terrazas en la zona de margen. Esta costra tiene una parte superficial de color marrón claro, con una capa salina por debajo de unos 5 a 10 cm de espesor, formada por cristales de color anaranjado a blancos. Todo esto se deposita sobre una capa arenosa.

Destaca la presencia de cristales de yeso en varias zonas. Estos cristales tienen tamaños diferentes, con un color marrón muy claro en los que se puede observar líneas de crecimiento. Su longitud varía según la lejanía de la que se encuentra de una serie de elevaciones dispersas en el salar. Estas elevaciones están formadas por cristales de yeso en su parte superior y de anhidrita u otro tipo de sulfato en su base, junto con cristales de yeso que tienden al color blanco frente a los de la parte superior que suelen ser de colores pardos (Fotografía 42).

Estas estructuras se forman en zonas sumergidas, con el agua en su punto de saturación salina para el depósito de sulfatos, tal y como se puede observar en la actualidad en algunas de las lagunas del salar de Agua Amarga. Esto sugiere que el nivel de agua del salar tuvo que ser mucho más alto al que existe en la actualidad, aumentando la superficie que el salar posee en la actualidad.

En la parte sureste se observan también capas de yeso, en este caso no formando cúpulas sino capas en las que se ha observado, al menos, cuatro grandes etapas de depósito (fotografía 43). La más antigua corresponde a yesos de color blanco y de tamaño pequeño, entre 1 a 2 cm de longitud. Justo por encima de esta hay una capa de cristales de mayor tamaño y que presentan un color pardo, seguramente debidos a impurezas. La tercera capa de yesos se diferencia porque los cristales tienen un color negro, posiblemente por mezcla con cenizas volcánicas de algún evento eruptivo de los volcanes cercanos. La cuarta capa, la más moderna, es muy similar a la que se encuentra por debajo de la capa con influencia volcánica.

En el salar se observa un tercer tipo de costra. Esta se encuentra muy limitada a las zonas de borde de algunas de las lagunas. Esta costra es muy superficial y está constituida por halita, la cual localmente presenta cristales de tipo chevron, que indica un proceso de formación en condiciones estables.

## **MUESTREO**

Para el estudio del salar se tomaron especímenes de costra salina y muestras de agua en diversos puntos del salar. El número de especímenes de sales fueron 19, mientras las muestras de agua son 25.

En el flanco norte del salar afloran manantiales de agua termal, que brotan desde fracturas en rocas volcánicas (lavas) o desde los sedimentos que las cubren y que drenan hacia el sur formando una pequeña laguna. En estas rocas se observan numerosas fracturas rellenas por material brechoso cuya matriz está constituida por sales, lo que evidencia una importante circulación de fluidos a través de éstas. En este

sector se tomaron muestras de agua de los manantiales (PAJ-RT-001; PAJ-RT-002; PAJ-RT-003), que presentan conductividad de 31,2 mS/cm, temperatura de 15,6 °C y pH de 7,71.

En el sector norte, además, se muestreó la laguna somera (PAJ-RT-004; PAJ-RT-005 y PAJ-RT-006) formada por la confluencia de las aguas de los manantiales anteriormente mencionados, en torno a la cual se observa una gruesa costra salina. Las aguas de la laguna presentan temperatura de 13,1 °C, conductividad de 63,1 mS/cm y pH alcalino (8).

En el borde noroeste del salar, donde afloran ignimbrítas, se muestreó una pequeña laguna (PAJ-RT-007 y PAJ-RT-008), la que presenta una estrangulación que forma un corto canal (PAJ-RT-009) que deriva en una segunda laguna aún más somera. En las aguas de la primera laguna la conductividad medida fue de 129,6 mS/cm, la temperatura de 21,2 °C y el pH alcalino (7,94).

Aproximadamente, a 1.500 m al sur del punto anterior, se muestrearon varios cuerpos de agua que forman un sistema de pequeñas lagunas y canales (PAJ-RT-0010, PAJ-RT-0011 y PAJ-RT-0012). La conductividad determinada en una de las lagunas fue de 127,6 mS/cm, la temperatura de 15,3 °C y el pH alcalino (7,95). En el borde de estas lagunas se observa una delgada costra salina constituida por halita.

En el sector sur del salar, se tomaron muestras de varias lagunas pequeñas y someras (PAJ-RT-013 a PAJ-RT-018), que se encuentran inmersas en una gruesa costra salina y algunas de las cuales presentan un característico color esmeralda dado por la presencia de sales blancas en su fondo y la transparencia de sus aguas. Las conductividades medidas en las aguas de estas lagunas varían entre 132,6 mS/cm y 184,5 mS/m, la temperatura entre 7,2 °C y 13,2 °C y el pH entre 7,43 y 7,73, observándose un aumento de la conductividad y temperatura hacia el oeste.

Al este de las lagunas anteriormente descritas, se muestrearon manantiales que afloran desde fracturas en rocas volcánicas (PAJ-RT-019; PAJ-RT-020; PAJ-RT-021), cuyas aguas presentan conductividad de 36,6 mS/cm, temperatura de 12,8 °C y pH alcalino (7,6). Estos manantiales drenan hacia una pequeña laguna, en la que se observa abundancia de algas y crustáceos (artemia salina) y en la que se determinó una conductividad de 43,8 mS/cm, una temperatura de 15,3 °C y un pH alcalino (7,75) (PAJ-RT-022; PAJ-RT-023; PAJ-RT-024).

Finalmente, se tomó una muestra de una pequeña laguna (PAJ-RT-025), que se encuentra ubicada al norte del camino que va hacia el salar de Aguas Calientes Sur Sur y en el borde oeste del salar de Pajonales, donde se midió una conductividad de 205 mS/cm, una temperatura de 9,1 °C y pH alcalino (7,37).

## **RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS**

Los resultados de composición mineralógica de la costra salina, realizados mediante difracción de rayos X, presenta un predominio del yeso frente a la halita en la mayoría de las muestra tomadas, con una zona, al noroeste del salar, donde la halita es mayoritaria y la zona central, donde ni yeso, ni halita son las más importantes siendo nitrato de potasio (niter), el mayoritario (anexo 10).

En los análisis químicos realizados en los especímenes de costra salina no se detectaron contenidos destacables de litio ni de boro, apareciendo aumentos no demasiado importantes en zonas puntuales, con un único valor destacable de boro en

la muestra de costra salina tomada en la zona central del salar, con un valor de 11.620 ppm de boro.

Los resultados de los análisis químicos realizados en muestras de agua, indican concentraciones de litio que varían entre 4,5 y 62 mg/l, donde el mayor valor encontrado fue en las aguas de una pequeña laguna localizada en el sector noroeste (PAJ-RT-008).

Las concentraciones de boro en las aguas muestreadas se encuentran entre 26,84 y 524,80 mg/l. En este caso la mayor concentración de litio no corresponde con la más alta concentración de boro, dado que este último elemento alcanza concentraciones mayores en las lagunas del sector sur (PAJ-RT-016; PAJ-RT-017), en las que también se determinaron las más altas concentraciones de potasio (2.825 mg/l), magnesio (3.275 mg/l), arsénico (23,7 mg/l) y flúor (6,17 mg/l) (anexo 10).

A diferencia de las concentraciones de litio, las concentraciones de potasio en las aguas de este salar son por lo general altas variando entre 285,0 y 2.825 mg/l, con un promedio de 1.221,5 mg/l. Lo mismo ocurre con el magnesio, que varía entre 250 y 3.275 mg/l, con un promedio de 1.560 mg/l.

Lo anterior condiciona que las razones Li/K y Li/Mg sean bajas (0,015 a 0,034 y 0,008 a 0,029, respectivamente).

## **BIBLIOGRAFÍA**

**CORFO. 1978.** Posibilidades de litio y potasio en depósitos salinos de la II región, Chile: reconocimiento geológico preliminar de salares andinos y pre-andino. CORFO, 286 p. Chile.

**Risacher, F.; Alonso, H.; Salazar, C. 1999.** Geoquímica en Cuencas Cerradas: I, II y III, Convenio de Cooperación DGA-UCN-Orstom.

## ANEXO 10

### ANÁLISIS MINERALÓGICO Y QUÍMICO DE ESPECÍMENES DE COSTRAS SALINAS Y MUESTRAS DE AGUA, SALAR DE PAJONALES

#### Difracción de Rayos X de especímenes de la costra salina

Código	Coordenadas			Mineral 1	Mineral 2	Mineral 3	Mineral 4	Mineral 5	Mineral 6
	Este**	Norte**	Cota*						
<b>MS-OEH-11</b>	520.159	7.223.670	3.538	Yeso	Halita	Inyoita	Anhidrita		
<b>MS-OEH-12</b>	520.348	7.223.372	3.539	Yeso	Halita	Cuarzo	Albita		
<b>MS-OEH-13</b>	520.308	7.223.258	3.540	Yeso	Cuarzo	Caolinita			
<b>MS-OEH-14</b>	519.852	7.222.891	3.539	Yeso	Halita	Silvita sódica	Nitratina	Inyoita	Epidota
<b>MS-OEH-15</b>	519.721	7.223.469	3.534	Yeso	Halita	Inyoita	Nitratina	Natroalunita	Trazas de caolinita
<b>MS-OEH-16</b>	513.200	7.222.597	3.537	Halita	Cuarzo	Cristobalita	Albita	Microclina	Trazas de metahalloysita
<b>MS-OEH-17</b>	513.278	7.222.555	3.538	Halita	Rutilo	Microclina	Ankerita		
<b>MS-OEH-18</b>	513.386	7.222.397	3.532	Halita	Yeso	Nitratina	Anhidrita	Trazas de cuarzo	Trazas de hematita
<b>MS-OEH-19</b>	513.542	7.222.394	3.538	Yeso	Halita	Moscovita	Cuarzo	Inyoita	
<b>MS-OEH-20</b>	515.861	7.214.711	3.529	Yeso	Inyoita	Moscovita	Trazas de anhidrita		
<b>MS-OEH-21</b>	515.649	7.214.944	3.534	Yeso	Halita	Inyoita	Dolomita		
<b>MS-OEH-22</b>	516.239	7.214.548	3.536	Yeso	Halita	Inyoita	Moscovita	Probertita	
<b>MS-OEH-23</b>	516.604	7.214.500	3.544	Yeso	Niter	Inyoita	Hexahidrobórta		

Código	Coordenadas			Mineral 1	Mineral 2	Mineral 3	Mineral 4	Mineral 5	Mineral 6
	Este**	Norte**	Cota*						
<b>MS-OEH-25</b>	518.483	7.216.309	3.535	Yeso	Halita	Hexahidroborigita	Inyoita	Trazas de caolinita	
<b>MS-OEH-26</b>	518.403	7.216.329	3.534	Yeso	Inyoita	Hexahidroborigita	Nitratina		
<b>MS-OEH-27</b>	518.510	7.216.754	3.536	Yeso	Nitratina	Calcita	Caolinita		
<b>MS-OEH-28</b>	518.556	7.216.803	3.540	Yeso	Inyoita	Hexahidroborigita	Polihalita		
<b>MS-OEH-29</b>	513.809	7.216.961	3.533	Niter	Halita	Yeso	Cuarzo	Ankerita	Epsomita

\*m s.n.m. \*\*PSAD 56

### Composición química de especímenes de la costra salina

Código	Coordenadas			Li (ppm)	Na (%)	K (%)	Mg (%)	Ca (%)	Cloruro (%)	Sulfato (%)	F (ppm)	B (ppm)
	Este**	Norte**	Cota*									
<b>MS-OEH-11</b>	520.159	7.223.670	3.538	75	7,5	0,20	0,65	12,70	19,6	24,4	240	<0,01
<b>MS-OEH-12</b>	520.348	7.223.372	3.539	138	4,7	0,3	1,43	5,2	15,23	8,1	240	<0,01
<b>MS-OEH-13</b>	520.308	7.223.258	3.540	13	0,8	0,2	0,5	17	2,46	44,9	250	<0,01
<b>MS-OEH-14</b>	519.852	7.222.891	3.539	50	3,1	0,2	0,43	13,3	8,57	27,7	250	<0,01
<b>MS-OEH-15</b>	519.721	7.223.469	3.534	50	2,1	0,2	0,35	20,8	5,42	44,21	610	<0,01
<b>MS-OEH-16</b>	513.200	7.222.597	3.537	38	3,6	0,1	0,80	2,2	12,11	0,81	230	<0,01
<b>MS-OEH-17</b>	513.278	7.222.555	3.538	38	28,6	10,7	0,25	2,1	59,47	1,43	220	<0,01
<b>MS-OEH-18</b>	513.386	7.222.397	3.532	63	12	0,2	0,5	11	30,31	18,4	220	<0,01
<b>MS-OEH-19</b>	513.542	7.222.394	3.538	38	7,7	0,1	0,2	15,7	18,58	31,43	230	<0,01
<b>MS-OEH-20</b>	515.861	7.214.711	3.529	38	0,8	0,1	0,1	23,1	2,08	56,2	250	<0,01
<b>MS-OEH-21</b>	515.649	7.214.944	3.534	75	4,7	0,2	0,25	20,4	13,67	38,99	145	<0,01
<b>MS-OEH-22</b>	516.239	7.214.548	3.536	75	7,2	0,2	0,28	16,9	19,63	33,99	160	<0,01
<b>MS-OEH-23</b>	516.604	7.214.500	3.544	13	0,8	0,1	0,05	27,7	1,61	60,18	155	<0,01
<b>MS-OEH-24</b>	516.734	7.214.614	3.538	213	3,5	0,3	0,65	20	13,64	36,39	155	<0,01

## Continuación

Código	Coordenadas			Li (ppm)	Na (%)	K (%)	Mg (%)	Ca (%)	Cloruro (%)	Sulfato (%)	F (ppm)	B (ppm)
	Este**	Norte**	Cota*									
<b>MS-OEH-25</b>	518.483	7.216.309	3.535	25	1,2	0,1	0,1	22,9	2,88	51,16	205	<0,01
<b>MS-OEH-26</b>	518.403	7.216.329	3.534	25	0,7	0,1	0,05	24,2	3,18	56,53	145	<0,01
<b>MS-OEH-27</b>	518.510	7.216.754	3.536	25	0,6	0,3	0,05	25,1	2,47	51,38	135	<0,01
<b>MS-OEH-28</b>	518.556	7.216.803	3.540	25	0,6	0,1	0,05	21,1	1,35	54,24	125	<0,01
<b>MS-OEH-29</b>	513.809	7.216.961	3.533	50	3,7	0,1	0,2	20,9	10,82	39,11	120	11.620

\*m s.n.m. \*\*PSAD 56

### Composición química de muestras de agua

Código	Coordenadas			pH	Conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	Li (mg/l)	Sulfatos (mg/l)	Cloruros (mg/l)
	Este **	Norte **	Cota *									
<b>PAJ-RT-001</b>	519.940	7.223.212	3.512	7,83	32.200	775	500	6.500	325	6,0	1.084	11.580
<b>PAJ-RT-002</b>	519.954	7.223.259	3.534	7,84	30.600	775	475	5.800	305	5,5	894	10.740
<b>PAJ-RT-003</b>	520.048	7.223.259	3.538	7,85	2.600	625	250	5.000	285	4,5	1.042	8.940
<b>PAJ-RT-004</b>	519.522	7.223.072	3.540	8,16	72.100	2.125	1.175	13.600	925	16	2.850	28.450
<b>PAJ-RT-005</b>	519.455	7.223.030	3.539	8,17	70.300	1.900	1.150	15.000	900	15,5	2.685	27.500
<b>PAJ-RT-006</b>	519350	7.222.981	3.538	8,14	78.400	2.375	1.275	13.800	1.025	17,5	3.100	29.300
<b>PAJ-RT-007</b>	514.084	7.223.819	3.538	7,6	134.700	2.525	1.975	33.400	1.725	57,5	2.550	62.000
<b>PAJ-RT-008</b>	514.131	7.223.782	3.540	7,95	142.300	2.625	2.175	33.800	1.825	62	2.820	67.400
<b>PAJ-RT-009</b>	514.248	7.223.668	3.540	8,14	95.500	1.300	1.525	20.500	1.275	40	1.650	40.400
<b>PAJ-RT-010</b>	513.143	7.222.377	3.541	7,18	155.000	5.700	2.300	33.800	1.675	30,5	590	76.800
<b>PAJ-RT-011</b>	513.078	7.222.415	3.536	8,05	107.600	4.945	2.275	20.100	1.208	18,3	780	47.600
<b>PAJ-RT-012</b>	513.241	7.223.018	3.538	8,19	93.000	4.635	2.025	16.600	1.135	17,5	<1	39.300
<b>PAJ-RT-013</b>	515.775	7.214.431	3.531	7,82	135.300	5.018	1.750	30.800	1.803	34,9	3.700	61.300
<b>PAJ-RT-014</b>	515.774	7.214.431	3.533	7,82	137.300	5.018	1.800	32.000	1.828	35,1	3.730,0	62.200
<b>PAJ-RT-015</b>	515.824	7.214.416	3.532	7,47	137.100	5.018	1.775	31.700	1.810	35	3.720,0	63.400
<b>PAJ-RT-016</b>	515.414	7.214.595	3.531	7,25	192.300	5.018	3.050	52.800	2.800	45,1	2.900,0	104.000

## Continuación

Código	Coordenadas			pH	Conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	Li (mg/l)	Sulfatos (mg/l)	Cloruros (mg/l)
	Este **	Norte **	Cota *									
<b>PAJ-RT-017</b>	515.332	7.214.622	3.534	7,28	191.600	5.015	3.275	53.400	2.825	44,4	2.820	102.400
<b>PAJ-RT-018</b>	515.468	7.214.583	3.535	7,44	167.700	5.018	2.400	41.200	2.315	40,8	3.380	82.400
<b>PAJ-RT-019</b>	518.349	7.215.928	3.530	7,8	38.200	1.540	375	6.100	353	7,8	725	13.900
<b>PAJ-RT-020</b>	518.349	7.215.928	3.530	7,78	38.200	1.542	375	6.300	345	7,75	705	13.350
<b>PAJ-RT-021</b>	518.367	7.215.928	3.538	7,65	46.300	2.065	475	7.500	405	9,2	865	17.100
<b>PAJ-RT-022</b>	518.282	7.215.962	3.536	7,72	45.000	1.915	450	7.600	410	9,05	1.055	16.400
<b>PAJ-RT-023</b>	518.211	7.216.239	3.537	7,76	47.300	1.980	500	7.800	430	9,8	1.155	17.450
<b>PAJ-RT-024</b>	518.351	7.216.176	3.535	7,84	46.400	1.900	475	7.800	405	9,5	1.085	17.000
<b>PAJ-RT-025</b>	512.769	7.216.267	3.526	7,37	205.000	9.500	5.200	50.800	2.200	36	2.060	118.800

\*m s.n.m. \*\*WGS 84

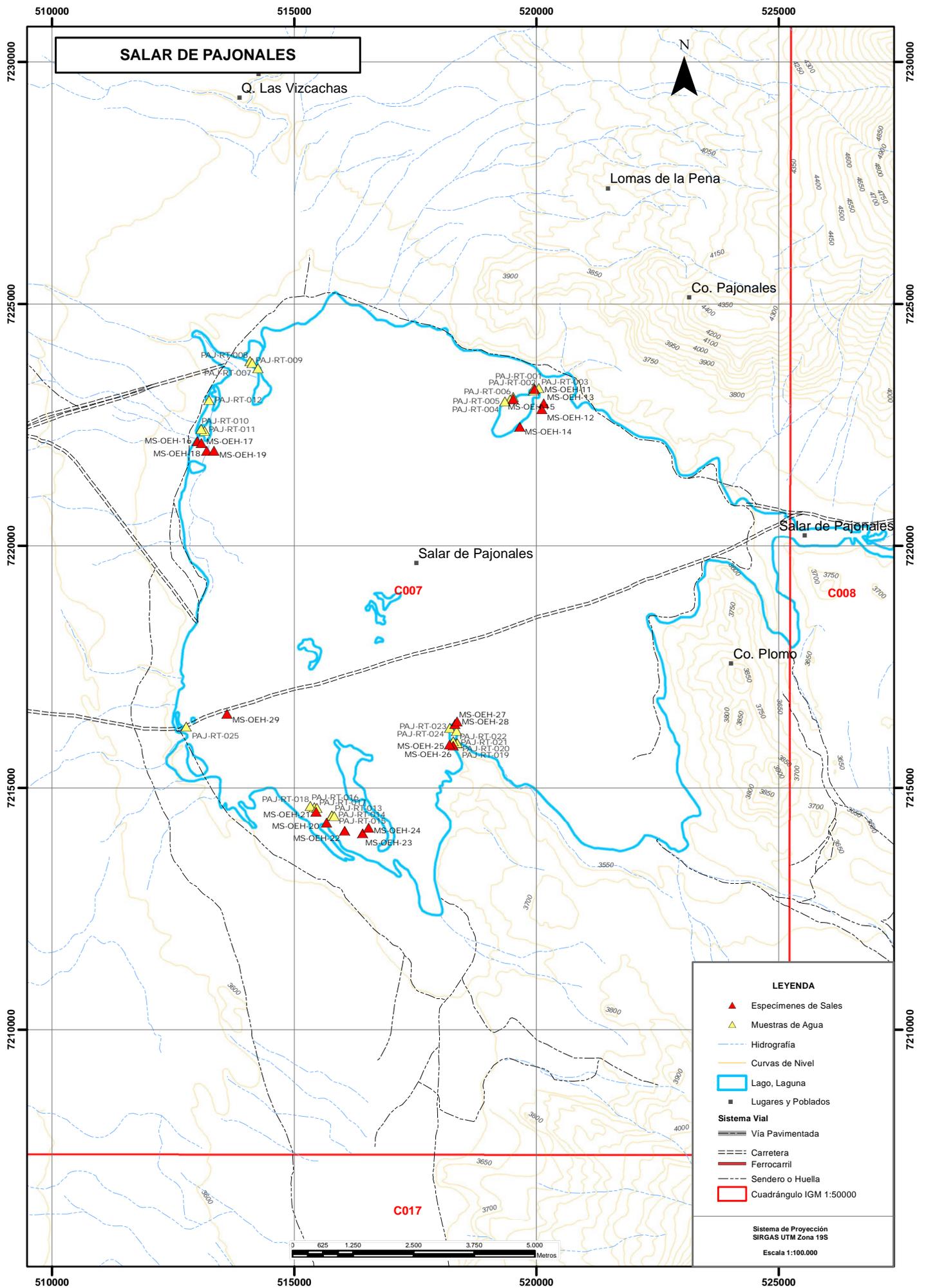
## Continuación

Código	Coordenadas			Carbonatos (mg/l)	Bicarbonatos (mg/l)	F (mg/l)	B (mg/l)	As (mg/l)	Al (mg/l)
	Este **	Norte **	Cota *						
PAJ-RT-001	519.940	7.223.212	3.512	-	76	0,32	35,86	2,314	<0,02
PAJ-RT-002	519.954	7.223.259	3.534	-	73,5	0,3	31,02	2,116	<0,02
PAJ-RT-003	520.048	7.223.259	3.538	-	75	0,33	26,84	2,442	<0,02
PAJ-RT-004	519.522	7.223.072	3.540	-	190	0,77	85,66	6,738	<0,02
PAJ-RT-005	519.455	7.223.030	3.539	-	182	0,75	91,2	6,644	<0,02
PAJ-RT-006	519.350	7.222.981	3.538	-	208	0,86	102,56	7,656	<0,02
PAJ-RT-007	514.084	7.223.819	3.538	-	314	0,57	177,28	0,665	<0,02
PAJ-RT-008	514.131	7.223.782	3.540	-	448	0,58	190,28	0,704	<0,02
PAJ-RT-009	514.248	7.223.668	3.540	-	334	0,37	125,58	0,428	<0,02
PAJ-RT-010	513.143	7.222.377	3.541	-	193	0,72	86,96	0,74	<0,02
PAJ-RT-011	513.078	7.222.415	3.536	-	134	0,65	54,46	0,48	<0,02
PAJ-RT-012	513.241	7.223.018	3.538	-	135	1,16	46,62	0,429	0,128
PAJ-RT-013	515.775	7.214.431	3.531	-	511	4,47	329,2	14,97	<0,02
PAJ-RT-014	515.774	7.214.431	3.533	-	523	4,96	349,4	15,332	<0,02
PAJ-RT-015	515.824	7.214.416	3.532	-	516	4,86	334,8	15,3	<0,020
PAJ-RT-016	515.414	7.214.595	3.531	-	864	6,17	524,8	23,7	<0,020

## Continuación

Código	Coordenadas			Carbonatos (mg/l)	Bicarbonatos (mg/l)	F (mg/l)	B (mg/l)	As (mg/l)	Al (mg/l)
	Este **	Norte **	Cota *						
<b>PAJ-RT-017</b>	515.332	7.214.622	3.534	-	854	5,99	457	21,96	<0,02
<b>PAJ-RT-018</b>	515.468	7.214.583	3.535	-	704	5,41	402,6	19,572	<0,02
<b>PAJ-RT-019</b>	518.349	7.215.928	3.530	-	46,2	0,65	54,06	1,183	<0,02
<b>PAJ-RT-020</b>	518.349	7.215.928	3.530	-	46	1,01	54,1	1,169	<0,02
<b>PAJ-RT-021</b>	518.367	7.215.928	3.538	-	52,4	1,15	58,38	1,105	<0,02
<b>PAJ-RT-022</b>	518.282	7.215.962	3.536	-	60,1	0,76	59,82	1,27	0,23
<b>PAJ-RT-023</b>	518.211	7.216.239	3.537	-	64,6	0,8	64,54	1,337	0,594
<b>PAJ-RT-024</b>	518.351	7.216.176	3.535	-	63,4	0,74	62,82	1,285	<0,02
<b>PAJ-RT-025</b>	512.769	7.216.267	3.526	-	399	2,75	195,04	3,312	<0,02

\*m s.n.m. \*\*WGS 84





Fotografía 40.- Aspecto general del salar, la mayor parte del salar presenta una costra irregular en los bordes, y tiende ser más regular en su parte central.



Fotografía 41.- Costra principal, al noreste, con un ligero nivel entre la parte izquierda y derecha.



Fotografía 42.- Detalle de costra salina, formando un montículo de cristales de yeso.



Fotografía 43.- Capas macizas de yeso, sector sur del salar.

### 5.2.3 SALAR DE GORBEA



Fotografía 44.- Vista panorámica del Salar de Gorbea, vista en dirección hacia el este.

**Localización:**  
 25°24` S / 68°40` W  
 533.040 E / 7.189.681 S – Huso 19  
 PSAD56

**Superficie cuenca:** 324 Km<sup>2</sup>  
**Superficie salar:** 27 Km<sup>2</sup>  
**Cota:** 3.950 m m.s.m.

#### LOCALIZACIÓN Y ACCESO

El salar de Gorbea se encuentra situado en la provincia de Chañaral, el extremo nororiental de la Región de Atacama, próximo al límite internacional con Argentina (figura 1 y fotografía 44). En el área afloran complejos volcánicos que rodean al salar, conformando una separación natural de los salares de Infieles al sur y Azufrera al oeste. Para llegar hasta este salar es necesario tomar el desvío hacia el salar de Aguas Calientes existente en la carretera panamericana o Ruta 5 Norte a unos 9 Km al norte de la localidad Agua Verde y con dirección este. Una vez que se llega hasta el salar de Pajonales, y antes de comenzar a atravesarlo, se debe girar al sur y unos pocos kilómetros más adelante un nuevo desvío con sentido este.

#### GEOLOGÍA

El salar de Gorbea se encuentra en una cuenca donde la mayor parte de los aportes de agua provienen del lado este y sur principalmente.

La geología del área está caracterizada por secuencias de rocas volcánicas, acumuladas durante cuatro eventos volcánicos sucesivos desde el Mioceno Medio al Cuaternario, localmente con indicios de alteración hidrotermal. Forman parte de estratovolcanes andesíticos a dacíticos.

En el sector sur, el salar posee tres costras diferenciadas. La costra predominante está formada por una cobertura blanca constituida por una mezcla de thenardita y halita, de apenas 1 cm de espesor, depositada sobre una capa de cristales anaranjados de unos 5 cm de longitud y que es mucho más compacta. Sobre la capa superficial se observa una coloración amarillenta y verdosa (fotografía 45), siendo esta segunda la predominante, muy intensa en determinados lugares, y que se extiende en la superficie que ocupa esta costra de forma muy tenue, pero apreciable.

La segunda costra se encuentra en diferentes montículos que se distribuyen irregularmente en el salar (fotografía 46). Estos están formados por cristales de yeso de color gris, de unos 15 cm de longitud, en los que se observan etapas de crecimiento. Estos montículos sobresalen de la superficie por hasta 2 m y pueden llegar a extenderse unos 150 m. Estos mismos cristales de yeso son distinguibles en la costra rica en tenardita, dispersos en ella en diversos tamaños, posiblemente fruto del arrastre por diferentes corrientes de agua o de viento que azota el lugar con dirección oeste a este, llegando a formar pequeños tornados (fotografía 47).

La tercera costra observada corresponde a montículos similares a los de yeso, pero de menor extensión. Estos están formados por una masa cristalina compacta, que se encuentra cubierta por una cobertura de polvo de color blanco, que permite la impresión de huellas en su superficie (fotografía 48). Cuando se toma uno de los fragmentos y se rompe se comprueba que está formado por cristales macizos de ulexita perfectamente reconocible, con un cierto bandeado en algunas zonas.

En esta parte sur del salar son visibles antiguas lagunas secas y una laguna central de gran extensión. Esta se encuentra limitada por diversos montículos de yeso en buena parte de su orilla y el agua contenida tiene una coloración verde esmeralda en el centro que se va volviendo más apagada en las cercanías de la orilla, con cierta tonalidad amarillenta.

## **MUESTREO**

Para el estudio del salar se tomaron especímenes de la costra salina y muestras de agua en diversos puntos de la parte sur del salar. El número de especímenes de sales fueron 5 mientras que las muestras de aguas fueron 5.

En este salar, se tomaron dos muestras de agua en extremos opuestos de una pequeña laguna situada el sector sur (GOR-RT-001 Y GOR-RT-002). La aguas de esta laguna se caracterizan por su color verde, por tener pH ácido (1,63) y alta conductividad (126,7 mS/cm). Esta constituye una de las últimas lagunas remanentes en este sector dado que reconoce la existencia de muchas otras que actualmente se encuentran secas, producto de la cristalización de las sales y la evaporación.

Además, se tomaron muestras de aguas de la laguna de mayor tamaño que se encuentra en el sector sur, tanto de su borde oeste (GOR-RT-003) como de su borde sur (GOR-RT-004). Esta última muestra fue tomada con "bailer", para poder obtener una muestra desde mayor profundidad y analizar el efecto que podría tener la estratificación de las aguas debido a su densidad, en el contenido de litio. Las aguas de esta laguna, al igual que en la anterior, presentan un pH muy ácido (1,82) y elevada conductividad (144,0 mS/cm).

Finalmente, se tomó una muestra de una poza somera localizada en el extremo sur del salar, la que presentó un pH mayor pero igualmente ácido (3,9) y conductividad muy inferior (11,08 mS/cm).

## RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS

La composición mineralógica de la costra salina presenta halita como componente mayoritario, en cuatro de las cinco muestras, en la restante predomina el cuarzo sobre halita (anexo 11).

Los resultados del análisis químico de los especímenes de costra salina presentan valores destacados de litio y boro (475-600 ppm y 1.350-3.892 ppm, respectivamente), salvo aquellas que fueron recogidas en la parte más próxima a la zona de borde del salar, que se corresponden a las muestras MS-OEH-44 y GOT-RT-005, de costra y agua respectivamente.

Las concentraciones de litio en las aguas de este salar se encuentran, mayoritariamente entre 300 y 500 mg/l, mientras que el boro varía entre 45,59 y 2.084 mg/l.

De las muestras de agua analizadas, las que presentan el mayor contenido de litio y boro corresponden a la laguna pequeña muestreada en el sector sur (GOR-RT-001 Y GOR-RT-002), con contenidos de 475 y 500 mg/l de litio y 2.084 y 1.986 mg/l de boro. Las muestras de la laguna de mayor tamaño presentan un contenido inferior de litio (300 mg/l), sin variación entre las dos muestras tomadas, y con contenidos de boro que varían entre 1.509 y 1.458 mg/l. La muestra correspondiente a la poza localizada en el extremo sur presenta un contenido de litio de 5 mg/l de litio y 45,59 de boro.

Por otra parte, cabe destacar que las aguas de la parte sur del salar de Gorbea se caracterizan por tener altas concentraciones de flúor, alcanzando de hasta 1.359 mg/l en la laguna pequeña del sector sur, el mismo cuerpo de agua que presenta las mayores concentraciones de litio y que, además, presenta concentraciones extremadamente altas de potasio (5.000 mg/l), magnesio (39.500 mg/l) y aluminio (4.166 mg/l), entre otros elementos (anexo 11).

Las razones Li/K en las aguas del salar de Gorbea se encuentran entre 0,06 y 0,2, mientras que las de Li/Mg varían entre 0,009 y 0,013

## BIBLIOGRAFÍA

**Risacher, F.; Alonso, H.; Salazar, C., 1999.** Geoquímica en Cuencas Cerradas: I, II y III, Convenio de Cooperación DGA-UCN-Orstom.

## ANEXO 11

### ANÁLISIS MINERALÓGICO Y QUÍMICO DE ESPECÍMENES DE COSTRAS SALINAS Y MUESTRAS DE AGUA, SALAR DE GORBEA

#### Difracción de Rayos X de especímenes de la costra salina

Coordenadas									
Código	Este**	Norte**	Cota*	Mineral 1	Mineral 2	Mineral 3	Mineral 4	Mineral 5	Mineral 6
<b>MS-OEH-43</b>	531.683	7.188.384	3.948	Cuarzo	Halita	Dolomita	Nordstrandite	Probertita	Epsomita
<b>MS-OEH-44</b>	531.703	7.188.152	3.952	Halita	Bloedita	Thenardita	Albita	Hexhidrita	
<b>MS-OEH-45</b>	531.973	7.188.229	3.951	Halita	Epsomita	Hexahidrita	Microclina	Trazas de yeso	
<b>MS-OEH-46</b>	532.236	7.188.589	3.950	Halita	Cristobalita	Albita	Yeso	Hexahidrita	
<b>MS-OEH-47</b>	531.491	7.189.200	3.947	Halita	Preobrzhenskita	Montmorillonita	Epsomita	Microclina	Hexahidrita

\*m s.n.m. \*\*PSAD 56

### Composición química de especímenes de la costra salina

Código	Coordenadas			Li (ppm)	Na (%)	K (%)	Mg (%)	Ca (%)	Cloruro (%)	Sulfato (%)	F (ppm)	B (ppm)
	Este**	Norte**	Cota									
<b>MS-OEH-43</b>	531.683	7.188.384	3.948	1.169	14,2	0,37	5,67	0,02	21,46	20,74	2905	3.228
<b>MS-OEH-44</b>	531.703	7.188.152	3.952	75	27,1	0,07	3,37	0,17	20,93	36,23	470	< 0,01
<b>MS-OEH-45</b>	531.973	7.188.229	3.951	600	16,8	0,23	5,49	0,14	20,51	26,3	2375	3.892
<b>MS-OEH-46</b>	532.236	7.188.589	3.950	475	18,6	0,57	4,41	0,37	21,42	25,97	1655	1.359
<b>MS-OEH-47</b>	531.491	7.189.200	3.947	563	31,1	0,74	0,26	0,54	40,11	18,97	230	< 0,01

\*m s.n.m. \*\*PSAD 56

### Composición química de muestras de agua

Coordenadas												
Código	Este **	Norte **	Cota *	pH	Conductividad ( $\mu$ S/cm)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	Li (mg/l)	Sulfatos (mg/l)	Cloruros (mg/l)
GOR-RT-001	531.459	7.188.094	3.934	1,57	132.000	163	39.500	66.000	5.000	475	107.367,0	162.806
GOR-RT-002	531.496	7.188.084	3.943	1,69	131.300	165	38.500	64.000	4.600	500	102.355,0	156.595
GOR-RT-003	531.690	7.188.709	3.940	1,8	152.500	410	27.500	52.000	5.000	300	74.825,0	124.711
GOR-RT-004	531.873	7.188.568	3.940	1,81	152.400	275	28.000	52.000	5.000	300	74.290,0	123.753
GOR-RT-005	531.840	7.187.029	3.945	3,82	10.940	425	550	1.300	25	5	3.107,0	2.486

### Continuación

Coordenadas									
Código	Este **	Norte **	Cota *	Carbonatos (mg/l)	Bicarbonatos (mg/l)	F (mg/l)	B (mg/l)	As (mg/l)	Al (mg/l)
GOR-RT-001	531.459	7.188.094	3.934	-	-	1.359	2.084	0,562	4.166
GOR-RT-002	531.496	7.188.084	3.943	-	-	1.086	1.986	0,52	4.042
GOR-RT-003	531.690	7.188.709	3.940	-	-	862	1.509	0,53	3.835
GOR-RT-004	531.873	7.188.568	3.940	-	-	143	1.458	0,533	3.829
GOR-RT-005	531.840	7.187.029	3.945	-	-	28,1	45,59	0,052	80,96

\*m s.n.m. \*\*WGS 84

530000

535000

# SALAR DE GORBEA

N

7195000

7195000

7190000

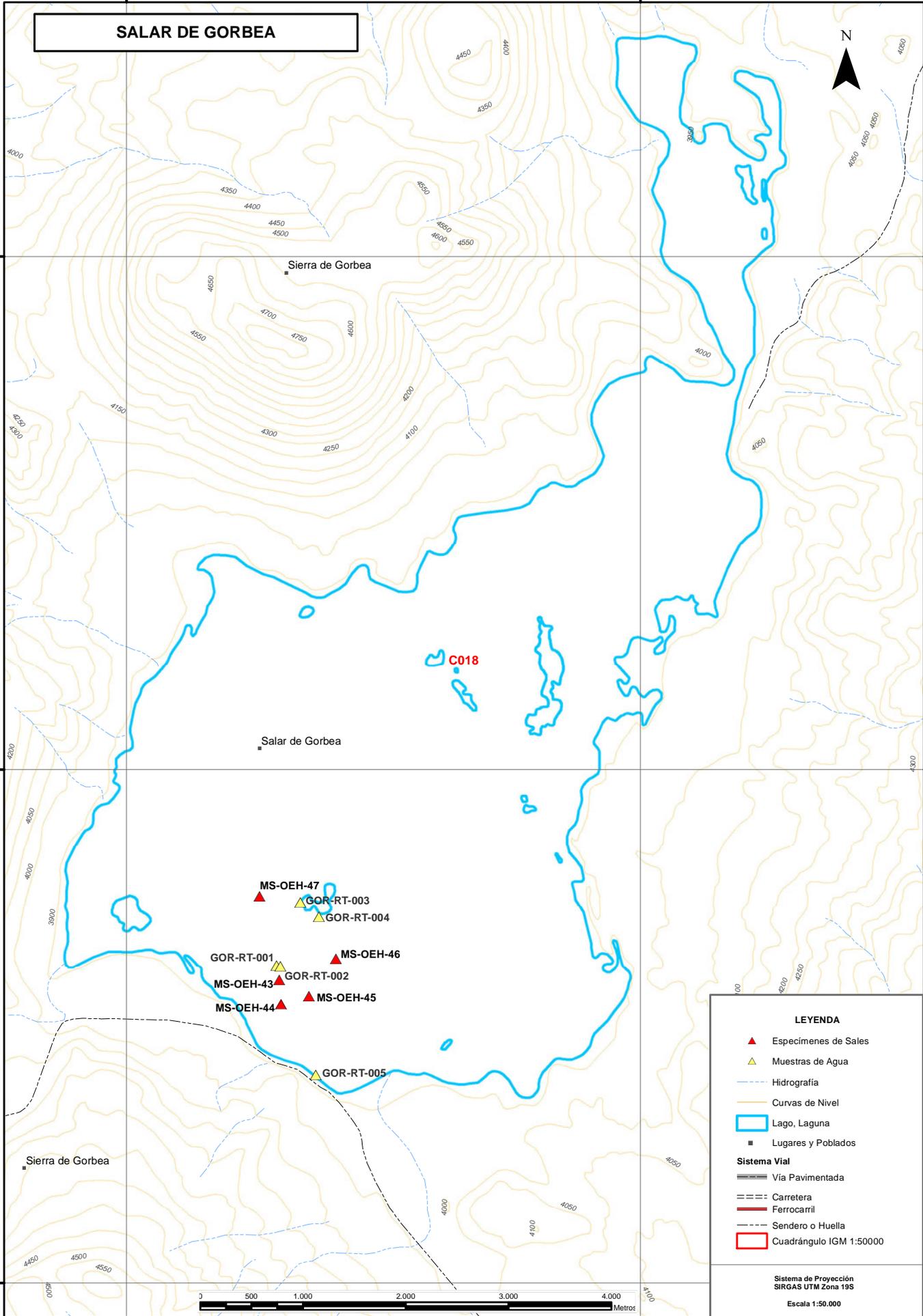
7190000

7185000

7185000

530000

535000



Sierra de Gorbea

Salar de Gorbea

- ▲ MS-OEH-47
- ▲ GOR-RT-003
- ▲ GOR-RT-004
- ▲ GOR-RT-001
- ▲ MS-OEH-46
- ▲ GOR-RT-002
- ▲ MS-OEH-43
- ▲ MS-OEH-45
- ▲ MS-OEH-44
- ▲ GOR-RT-005

C018

Sierra de Gorbea

**LEYENDA**

- ▲ Especímenes de Sales
- ▲ Muestras de Agua
- - - Hidrografía
- Curvas de Nivel
- Lago, Laguna
- Lugares y Poblados

**Sistema Vial**

- Via Pavimentada
- - - Carretera
- Ferrocarril
- - - Sendero o Huella
- Cuadrángulo IGM 1:50000

Sistema de Proyección  
SIRGAS UTM Zona 19S  
Escala 1:50.000





Fotografía 45.- Costra salina reciente de halita, con tonalidades verdes y amarillentas. Vista en dirección sur.



Fotografía 46.- Depósitos de yeso junto a lagunas secas.



Fotografía 47.- costra salina rica en thenardita, es levantada producto del fuerte viento que azota el lugar con dirección oeste a este, llegando a formar tornados.



Fotografía 48.- Depósitos macizo de ulexita, de hasta 2 m de potencia.

### 5.2.4 SALAR DE AGUA AMARGA



Fotografía 49.- Vista panorámica del salar Agua Amarga, viste en dirección sur.

<b>Coordenadas:</b>	<b>Superficie cuenca:</b> 863 Km <sup>2</sup>
25°32` S / 68°50` W	<b>Superficie salar:</b> 23 Km <sup>2</sup>
515.276 E / 7.174.228 S - HUSO 19	<b>Cota:</b> 3.558 m s.n.m.
PSAD56	

### LOCALIZACIÓN Y ACCESO

El salar de Agua Amarga está ubicado en la provincia de Chañaral, Región de Atacama, a aproximadamente 200 Km en línea recta al este de la ciudad de Chañaral (figura 1 y fotografía 49). El salar se encuentra emplazado en la vertiente oriental de la Cordillera de Domeyko, próximo al límite internacional con Argentina. El salar está rodeado por cuatro complejos volcánicos de diferentes edades, que lo aíslan de otros salares de la zona, con el salar de Azufrera, posicionado 5 Km al noreste, como el más cercano. Para acceder hasta el salar de Agua Amarga es necesario tomar el desvío hacia el salar de Aguas Calientes, ubicado aproximadamente a unos 9 Km al norte de Agua Verde, en la carretera Panamericana o Ruta 5 Norte. Poco antes de alcanzar el salar de Pajonales, se debe girar en dirección sur, este camino que también se encuentra en buenas condiciones y permite acceder a la parte norte del salar y lo bordea por el oeste. Sin embargo, el camino que bordea el salar por su flanco este no se encontraba en buenas condiciones en el momento de la visita a terreno, por lo que no fue posible acceder a través de éste hacia el sector centro-este y sur del salar.

### GEOLOGÍA

El salar de Agua Amarga tiene una forma alargada, con su eje mayor en dirección norte-sur de 9 Km y un eje menor de 3,5 Km. Corresponde a una cuenca que se nutre de agua desde el oeste y el suroeste, y está limitada por edificios volcánicos al norte y al sur.

La geología del área circundante al salar está caracterizada por un conjunto de rocas volcánicas del Oligoceno al Plioceno inferior; depósitos aluviales y coluviales cuaternarios que afloran en la parte suroeste de la cuenca. Al suroeste de la misma, algo alejadas del salar, afloran rocas ignimbríticas pertenecientes a la Formación Río Frío (Mioceno inferior).

El salar presenta una costra salina más o menos continúa a lo largo de toda su superficie, con cambios locales en su composición y con un cambio tanto textural como de aspecto en la parte occidental, donde existe una clara influencia de material arrastrado por el viento.

En la parte norte del salar se pueden distinguir cuatro tipos de costras salinas. La costra más antigua está formada por yeso que forma una serie de montículos dispersos sobre la costra (fotografía 50). Estos montículos alcanzan una altura de hasta 1,5 m y están caracterizados por una gradación creciente de los cristales de yeso, que en la base promedian los 1,5 a 2 cm de longitud y en la parte superior llegan a los 4 cm, en ambos casos sin mostrar estructuras preferentes. En los montículos de yeso más pequeños, que se encuentran en la zona oeste, se observa que solo están formados por los cristales más pequeños, con la misma morfología y disposición a la observada en la base de los montículos mayores.

La costra salina sobre la que se emplazan los montículos de yeso es la más común en el salar y muestra ligeras irregularidades en su superficie (fotografía 51). Se trata de una costra formada por una capa superior más o menos dura, de entre 1 a 5 cm de espesor, de color marrón claro a oscuro en la parte oriental del salar que se va tornando mucho más oscura hacia la parte occidental, probablemente debido a sedimentos eólicos procedentes del oeste y arrastrados por los vientos que azotan la zona.

Este cambio en la tonalidad, en algunos sectores, es indicativo de la presencia de humedad en la parte inferior de la costra, como lo demuestra la presencia de eflorescencias de halita en zonas puntuales, las cuales pueden llegar a tener hasta 1 mm de espesor y formar un tapiz superficial.

Por debajo de esta costra dura se encuentra una capa de unos 10 cm de espesor que se deposita directamente sobre arenas. Esta capa es blanda y presenta cristales de halita, de color blanco junto con otros de tonalidad anaranjada, ambos de tamaño milimétrico.

La tercera costra salina se encuentra en la parte oeste del salar y se presenta muy contaminada por componentes eólicos procedentes del oeste, de origen volcánico, y color marrón muy oscuro. Su principal característica es la gran irregularidad que presenta en su superficie, con hasta 50 cm de diferencia entre las zonas más altas y más bajas, con promedios de unos 30 cm. Su aspecto es similar a la de una escoria volcánica y existen eflorescencias de halita en las zonas más profundas.

La cuarta costra se encuentra asociada a diferentes lagunas y pozas del salar. Se observa en su parte occidental, formando una franja de unos 50 m entre la costra irregular y la costra general del salar. Está formada por halita compacta, que forma una capa maciza de hasta 4 cm de espesor, que resulta difícil de partir y con indicios de formación de grietas de desecación en algunas zonas. En esta misma franja se observan las lagunas y pozas del salar, en apariencia separadas, pero que muestran una clara evolución geoquímica y conexión subterránea. Las pozas y lagunas de la parte norte presentan depósitos de yeso en forma de glóbulos de hasta 2 m de ancho,

formados por cristales alargados que crecen con un eje que apunta al centro y al exterior, con la parte interna, de estas formaciones huecas, blanca y la parte externa de color pardo. Estas crecen en diferentes pozas que pueden llegar a los 4 m de profundidad (fotografía 52).

En las lagunas y pozas de la zona sur los depósitos de yeso presentan presencia superficial de halita (fotografía 53), la cual conserva la forma original de los glóbulos de yeso, los cuales llegan a desaparecer en las lagunas de la parte sur, donde la halita forma crecimientos cristalinos desde las orillas, con algunos cristales en chevron y cristales cúbicos. Aquí la profundidad de las pozas desciende drásticamente, no llegando a alcanzar los 50 cm de profundidad.

## **MUESTREO**

Para el estudio del salar se tomaron especímenes de la costra salina y muestras de agua en diversos puntos de la parte norte del salar. El número de especímenes de la costra salina fueron 8 mientras que las muestras de agua fueron 5.

Las muestras de agua colectadas en el salar de Agua Amarga corresponden a un manantial de bajo caudal (AAM-RT-002) y a la pequeña poza que éste conforma en su breve recorrido (AAM-RT-001), desde que aflora bajo la delgada costra salina en el flanco noreste del salar, posiblemente a través de fracturas en las rocas volcánicas (lavas) que constituyen la base de las evaporitas en este sector.

Además, en el sector norte del salar se muestrearon las lagunas descritas anteriormente (fotografías 3 y 4), tanto aquéllas que presentan mayor profundidad y que se encuentran tapizadas por cristales de yeso (AAM-RT-003 y AAM-RT-004), como las más someras, que se sitúan un poco más al sur y presentan una costra de halita en su interior (AAM-RT-005).

## **RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS**

La composición mineralógica de las muestra tomadas de diferentes puntos de la costra salina, en la zona norte del salar, señalan una cantidad apreciable de halita en varios puntos aunque es mayoritaria la presencia de minerales de base sulfatada de diversos tipos, como yeso, anhídrita, inyoita (sulfato de sodio) principalmente, junto a otros cuya base son los nitratos y el boro. Hay una cantidad de minerales de procedencia externa, sobre todo en la muestra MS-OEH-35, que se encuentra en la parte oeste, donde la influencia de material lítico arrastrado por el viento es mayor (anexo 12).

La composición química de los especímenes de la costra salina analizados indica un contenido variable de litio (38-250 ppm) y hasta 5.800 ppm de boro.

En las muestras de agua analizadas las concentraciones de litio se encuentran entre 13,7 y 60,5 mg/l, mientras que las concentraciones de boro fluctúan entre 69,340 y 426,6 mg/l.

Es notable la diferencia existente entre el contenido de litio, boro y otros elementos en las muestras de manantiales y pozas con respecto a las lagunas. En las primeras el contenido promedio de litio es de 13,8 mg/l y 69,3 mg/l de boro, mientras que en las lagunas del sector norte el contenido de litio promedio es cercano a los 58 mg/l y el contenido promedio de boro es de 405,5 mg/l.

Las concentraciones de potasio en las aguas de este salar se encuentran entre 185 y 2.035 mg/l y las de magnesio varían entre 300 y 4.225 mg/l. Las altas

concentraciones de éstos y otros elementos se localizan en las lagunas del sector norte (anexo 12).

Cabe destacar que las muestras tomadas en el manantial y la poza del sector noreste sólo presentan leves diferencias químicas entre sí y lo mismo ocurre con las muestras tomadas en las lagunas, las que presentan diferencias poco significativas en su composición química, inclusive aquella que presenta una costra de halita.

Las razones Li/K en las aguas se encuentran entre 0,029 y 0,075, mientras que las razones Li/Mg varían entre 0,014 y 0,046.

## **BIBLIOGRAFÍA**

**Carpenter, T.H. 2009.** Technical report on the salares 7 property Region III, Chile. 83 p. Calgary, Canada (en línea), consultado el 30 de septiembre de 2013, disponible en [http://www.salareslithium.com/i/pdf/reports/salares\\_7\\_43101.pdf](http://www.salareslithium.com/i/pdf/reports/salares_7_43101.pdf)

**Risacher, F.; Alonso, H.; Salazar, C. 1999.** Geoquímica en Cuencas Cerradas: I, II y III, Convenio de Cooperación DGA-UCN-Orstom.

## ANEXO 12

ANÁLISIS MINERALÓGICO Y QUÍMICO DE ESPECÍMENES DE COSTRAS SALINAS Y MUESTRAS DE AGUA,  
SALAR DE AGUA AMARGA

## Difracción de Rayos X de especímenes de la costra salina

Código	Coordenadas			Mineral 1	Mineral 2	Mineral 3	Mineral 4	Mineral 5	Mineral 6	Mineral 7	Mineral 8
	Este**	Norte**	Cota*								
<b>MS-OEH-30</b>	517.050	7.178.573	3.564	Yeso	Halita	Inyoita	Kieserita	Polihalita			
<b>MS-OEH-31</b>	516.920	7.178.637	3.565	Yeso	Halita	Anhidrita	Trazas de hexahidrita				
<b>MS-OEH-32</b>	516.920	7.178.637	3.565	Yeso	Halita	Inyoita	Trazas de actinolita				
<b>MS-OEH-33</b>	516.586	7.178.695	3.570	Yeso	Anhidrita	Halita	Inyoita	Natroalunita	Polihalita		
<b>MS-OEH-34</b>	516.400	7.178.753	3.565	Halita	Cristobalita	Nitratina	Thenardita	Niter	Epsomita	Trazas de polihalita	Trazas de albita
<b>MS-OEH-35</b>	515.648	7.178.143	3.567	Halita	Montmorillonita	Yeso	Microclina	Monohidrocalcita	Trazas de polihalita		
<b>MS-OEH-36</b>	515.791	7.178.101	3.562	Halita	Yeso	Nitratina	Anhidrita	Epidota	Diomignita	Inyoita	
<b>MS-OEH-37</b>	515.853	7.177.746	3.564	Yeso	Halita	Inyoita	Trazas de caolinita				

\*m s.n.m. \*\*PSAD 56

### Composición química de especímenes de la costra salina

Código	Coordenadas			Li (ppm)	Na (%)	K (%)	Mg (%)	Ca (%)	Cloruro (%)	Sulfato (%)	F (ppm)	B (ppm)
	Este**	Norte**	Cota*									
<b>MS-OEH-30</b>	517.050	7.178.573	3.564	38	1	0,1	0,1	23,7	2,99	50,16	250	3.412
<b>MS-OEH-31</b>	516.920	7.178.637	3.565	250	13	0,3	0,23	14,5	34,7	17,93	865	5.816
<b>MS-OEH-32</b>	516.920	7.178.637	3.565	38	1,4	0,1	0,05	19,1	2,66	48,84	335	899
<b>MS-OEH-33</b>	516.586	7.178.695	3.570	75	1,4	1,2	0,18	20,8	4,26	46,52	400	1.024
<b>MS-OEH-34</b>	516.400	7.178.753	3.565	319	16,8	0,3	0,45	9,2	41,21	7,96	750	7.856
<b>MS-OEH-35</b>	515.648	7.178.143	3.567	113	16,4	0,1	0,08	12,3	35,54	20,41	685	2.120
<b>MS-OEH-36</b>	515.791	7.178.101	3.562	63	32,5	0,1	0,15	2,5	58,68	1,85	130	< 0,01
<b>MS-OEH-37</b>	515.853	7.177.746	3.564	63	10,6	0,1	0,15	15,5	26,24	29,29	125	< 0,01

\*m s.n.m. \*\*PSAD 56

### Composición química de muestras de agua

Coordenadas												
Código	Este **	Norte **	Cota *	pH	Conductividad ( $\mu$ S/cm)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	Li (mg/l)	Sulfatos (mg/l)	Cloruros (mg/l)
AAM-RT-001	516.993	7.178.098	3.458	7,69	29.900	2.363	325	3.600	185	13,9	1.308	10.540
AAM-RT-002	517.020	7.178.085	3.482	7,53	30.200	2.448	300	3.700	198	13,7	1.150	10.650
AAM-RT-003	515.510	7.177.723	3.562	6,67	217.000	23.000	3.525	51.200	1.980	58	1.120	136.000
AAM-RT-004	515.614	7.177.673	3.565	6,53	226.000	25.000	4.225	59.400	2.035	60,5	1.200	150.000
AAM-RT-005	515.694	7.177.360	3.570	6,83	210.000	23.000	3.000	47.600	1.683	56	1.120	124.400

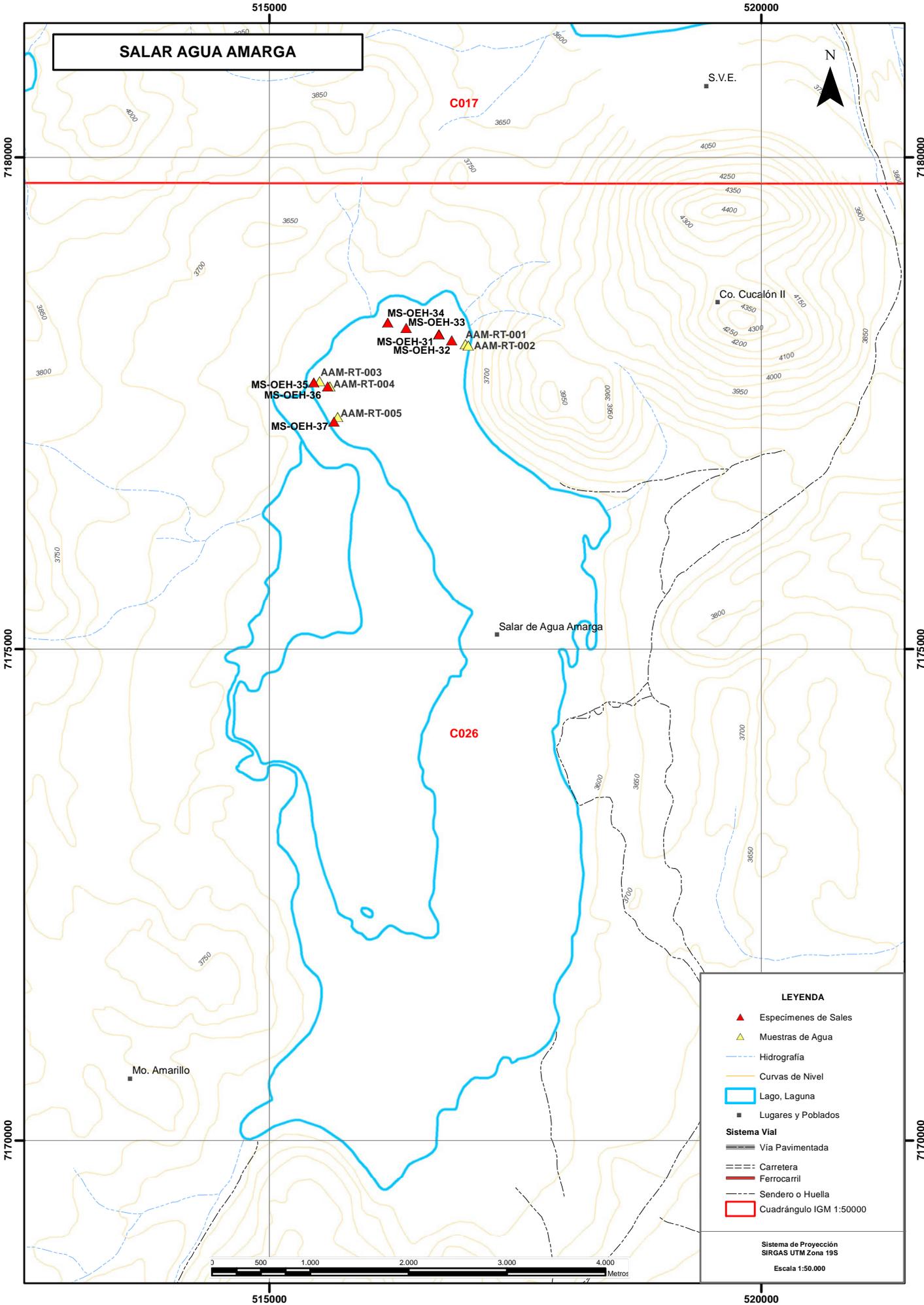
\*m s.n.m. \*\*WGS 84

### Continuación

Coordenadas									
Código	Este **	Norte **	Cota *	Carbonatos (mg/l)	Bicarbonatos (mg/l)	F (mg/l)	B (mg/l)	As (mg/l)	Al (mg/l)
AAM-RT-001	516.993	7.178.098	3.458	-	112	2,39	69,4	19,49	0,233
AAM-RT-002	517.020	7.178.085	3.482	-	113	2,39	69,34	19,268	0,659
AAM-RT-003	515.510	7.177.723	3.562	-	166	5,77	397,8	16,736	0,038
AAM-RT-004	515.614	7.177.673	3.565	-	162	5,25	426,6	15,128	<0,02
AAM-RT-005	515.694	7.177.360	3.570	-	170	5,06	392	15,638	0,031

\*m s.n.m. \*\*WGS 84

# SALAR AGUA AMARGA



**LEYENDA**

- ▲ Especímenes de Sales
- ▲ Muestras de Agua
- Hidrografía
- Curvas de Nivel
- Lago, Laguna
- Lugares y Poblados

**Sistema Vial**

- Vía Pavimentada
- Carretera
- Ferrocarril
- Sendero o Huella
- Cuadrángulo IGM 1:50000

Sistema de Proyección  
SIRGAS UTM Zona 19S  
Escala 1:50.000



Fotografía 50.- La costra más antigua está formada por yeso que se encuentra en la zona norte, conformando una serie de montículos.



Fotografía 51.- La costra salina sobre la que se observan los montículos de yesos es la más común en el salar y muestra ligeras irregularidades en su superficie.

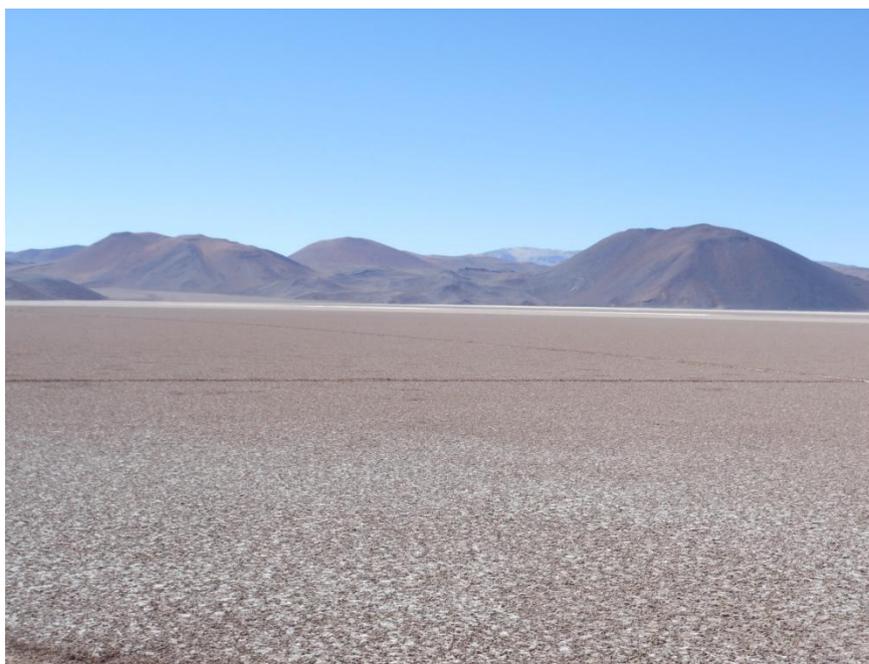


Fotografía 52.- Depósitos de yeso en forma de glóbulos crecen en pozas que pueden llegar a los 4 m de profundidad.



Fotografía 53.- Las lagunas y pozas de la zona sur se encuentran más saturadas y los depósitos de yeso (color pardo) comienza a presentar halita (color blanco) sobre ella.

### 5.2.5 SALAR DE LA ISLA



Fotografía 54.- Vista panorámica del Salar de La Isla, vista en dirección hacia el norte.

**Localización:**  
 25°44` S / 68°38` W  
 536.6604E / 7.153.450 S – Huso 19  
 PSAD56

**Superficie cuenca:** 858 Km<sup>2</sup>  
**Superficie salar:** 152 Km<sup>2</sup>  
**Cota:** 3.950 m s.n.m.

### LOCALIZACIÓN Y ACCESO

El salar de la Isla se encuentra en la provincia de Chañaral, Región de Atacama, a aproximadamente 210 Km al este de la ciudad de Chañaral y a 10 Km de la frontera entre Chile y Argentina (figura 1 y fotografía 54). Un complejo volcánico lo separa del salar de Parinas, hacia el sureste y la Cordillera de Domeyko lo limita por el oeste. Para acceder hasta este salar es necesario tomar un desvío hacia el este desde la carretera panamericana o Ruta 5 Norte, situado a unos 9 Km al norte de Agua verde, con un cartel que indica Aguas calientes. Antes de llegar al salar de Pajonales se debe tomar un desvío hacia el sur, que bordea el salar y conduce hasta el salar de Agua Amarga. Una vez atravesado este salar se encuentra otro desvío hacia el este, un camino inicialmente en buen estado, que llega hasta el flanco noreste del salar de La Isla.

### GEOLOGÍA

La cuenca en que se emplaza el salar está rodeada por rocas volcánicas andesítica del Mioceno a Plioceno inferior, que constituyen estrato volcanes con distintos grados de erosión y rocas ignimbríticas (ignimbrita Río Frío, Mioceno Inferior) hacia el sureste.

En el salar es posible distinguir tres costras salinas diferentes. En la zona norte y noroeste se extiende una costra en apariencia sulfatada, cuya morfología superficial pasa de ser algo irregular a muy irregular desde el norte hacia el noroeste, con

diferencias en altura entre zonas altas y bajas de hasta 50 cm y eflorescencias de halita en las partes más bajas (fotografía 55).

La costra salina es de color marrón, más oscuro hacia el norte y más claro hacia la zona central del salar. Esta es relativamente compacta y es posible distinguir algunos cristales de yeso diseminados en la superficie, que no muestran una preferencia o una acumulación particular sobre esta costra (fotografía 56). Las "islas" presentes en el salar, que corresponden a afloramientos de rocas volcánicas, están rodeadas por costra salina. Al pie de estas elevaciones, formando un anillo, se encuentran franjas de unos 3 m de ancho donde el yeso en forma de cristales es predominante.

Dentro del área del salar, y de manera particular, se encuentran varias lagunas y pozas de aguas saturadas en cloruro de sodio, el cual precipita en sus orillas y en el fondo de las mismas, en forma de cristales de halita tipo chevron y preferentemente con hábito cúbico, y formando masas. En las orillas la halita llega a formar capas compactas (fotografía 57).

Estas lagunas de la zona norte se ven alimentadas por flujos sub-superficiales, que marcan un nivel freático bastante cercano a la superficie.

Una segunda costra se encuentra en el lado este del salar, junto al camino que recorre esta parte. Esta costra tiene muchas similitudes con la costra de la zona norte, pero en ella la presencia de yeso es mayoritaria.

La tercera costra se ubica en la zona sur del salar, y es muy diferente a las anteriores (fotografía 58). La costra que se forma en este lugar está compuesta por halita de apenas 1 mm de espesor, que se deposita sobre una arcilla-limosa. Una delgada película de agua cubre esta costra.

## **MUESTREO**

Para el estudio del salar se tomaron especímenes de la costra salina y muestras de agua en diversos puntos del borde del salar tanto de la zona norte como de la zona sur. El número de especímenes de la costra salina fueron 6, mientras que las muestras de agua fueron 12.

En el extremo norte del salar afloran, en forma difusa, manantiales termales que forman un pequeño bofedal y luego fluyen hacia el interior del salar a través de canales que desembocan en una laguna somera de orientación norte-sur. En este sector se tomaron muestras de las aguas del manantial (LIS-RT-001), las que presentaron una temperatura de 25,3°C, conductividad de 10,35 mS/cm y pH de 7,9. Además, se tomó una muestra de canal (LIS-RT-003) y del extremo norte de la laguna (LIS-RT-002), cuyas aguas presentan temperaturas más bajas (10,3 °C) pero mayor conductividad (36,1 mS/cm), mientras el pH es similar al de los manantiales (7,82).

En el borde noreste del salar también se observa afloramiento de manantiales, que forman canales y fluyen hacia el salar sin llegar a formar lagunas. Estos manantiales fueron muestreados en su zona de afloramiento (LIS-RT-004, LIS-RT-005 Y LIS-RT-006).

Hacia el sur del punto anterior, en el borde este del salar y frente a una de las islas que lo caracterizan, se encuentran manantiales que afloran en una franja de aproximadamente 400 m y que generan un corto canal (LIS-RT-007) que deriva en una laguna somera (LIS-RT-010), que presenta aguas de color azul turquesa, dado por la blanca costra de sales que tapiza su fondo. Junto a esta laguna se encuentra una

poza (LIS-RT-008; LIS-RT-009) como las que se describen en el apartado anterior (fotografía 57), que tiene una profundidad de aproximadamente 4 m y que presenta aguas con conductividad muy alta (232 mS/cm), temperatura de 12,5 °C y pH 6,81. En el caso de la poza, se tomó una muestra de superficie (LIS-RT-008) y otra con "bailer" (LIS-RT-009) para analizar si existen variaciones químicas debido a la estratificación de las aguas debido a su densidad.

En el extremo sureste del salar también afloran manantiales difusos que generan una pequeña laguna somera (LIS-RT-012), rica en sedimentos orgánicos y volcánicos, que deriva en un canal meandriforme de aproximadamente 250 m y que da origen a una segunda laguna (LIS-RT-011), la que presenta en su fondo una delgada costa de sales blancas (halita).

## **RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS**

La composición mineral de la costra salina, en las zonas de borde del salar, está dominada por halita y yeso. Halita es el mineral dominante en las muestras MS-OEH-53 y MS-OEH-54 (anexo 13).

La composición química de las costras salinas presentan concentraciones de litio variables entre 153 y 500 ppm. Solo una muestra presenta contenidos de boro (2.316 ppm) y el resto está bajo los límites de detección. Sodio, calcio y sulfato son los principales componentes de estas muestras (anexo 13).

Las concentraciones de litio en las muestras de agua analizadas varían entre 13 y 1.150 mg/l, mientras que las concentraciones de boro se encuentran entre <0,06 y 384,1 mg/l.

En el caso de las muestras de agua, los manantiales termales del sector norte del salar, presentan concentración de 13 mg/l de litio, que se eleva a 22,5 mg/l en la zona de canales y 97,5 mg/l en la laguna del sector norte. Al avanzar hacia el oeste, las concentraciones de litio en los manantiales asciende, alcanzando valores entre 30 y 72,5 mg/l. Sin embargo, el boro en estos manantiales es muy bajo (<0,06 mg/l), con un valor máximo de 10 mg/l en la laguna del sector norte.

En el sector localizado frente a la isla, las muestras tomadas en el canal, laguna y poza entregan valores de litio que varían entre 800 y 875 mg/l, con un valor promedio de 831,25 mg/l. Las dos muestras tomadas en la poza, desde diferentes profundidades, no muestran ninguna variación en el contenido de litio. Con respecto al boro, las concentraciones se encuentran entre 262,6 y 297,2 mg/l, con un valor promedio de 275,35 mg/l. Cabe destacar que la muestra tomada en la zona del canal, muy cercana al punto de afloramiento de las aguas, presenta también muy altas concentraciones de litio (850 mg/l) y boro (272,9 mg/l).

En el sector sureste, existen diferencias notables entre las concentraciones de litio y boro en las aguas de las dos lagunas muestreadas. La laguna que se encuentra más próxima a la zona de afloramiento de las aguas presentó concentraciones de 175 mg/l de litio y 26,33 mg/l de boro, mientras que la laguna secundaria, que deriva de la anterior, alcanza valores de 1.150 mg/l de litio y 384,1 mg/l de boro (LIS-RT-011).

Las concentraciones de potasio y magnesio en las aguas de este salar son generalmente altas, excepto en los manantiales del sector norte, alcanzando valores extremos de 108.000 y 8.300 mg/l, respectivamente, en la laguna secundaria del sector sur (LIS-RT-0011) (anexo 13).

Las razones Li/K varían entre 0,011 y 0,310 y las relaciones Li/Mg fluctúan entre 0,139 y 0,217.

## **BIBLIOGRAFÍA**

**Carpenter, T.H. 2009.** Technical report on the salares 7 property Region III, Chile. 83 p. Calgary, Canada (en línea), consultado el 30 de septiembre de 2013, disponible en [http://www.salareslithium.com/i/pdf/reports/salares\\_7\\_43101.pdf](http://www.salareslithium.com/i/pdf/reports/salares_7_43101.pdf)

**Risacher, F.; Alonso, H.; Salazar, C. 1999.** Geoquímica en Cuencas Cerradas: I, II y III, Convenio de Cooperación DGA-UCN-Orstom.

### ANEXO 13

## ANÁLISIS MINERALÓGICO Y QUÍMICO DE ESPECÍMENES DE COSTRAS SALINAS Y MUESTRAS DE AGUA, SALAR DE LA ISLA

### Difracción de Rayos X de especímenes de la costra salina

Coordenadas								
Código	Este**	Norte**	Cota*	Mineral 1	Mineral 2	Mineral 3	Mineral 4	Mineral 5
MS-OEH-48	536.562	7.162.882	3.964	Halita	Yeso	Inyoita	Sal amonacal	Hexahidrita
MS-OEH-49	536.444	7.162.726	3.964	Yeso	Halita	Inyoita		
MS-OEH-50	536.149	7.162.183	3.965	Yeso	Halita	Niter	Inyoita	
MS-OEH-51	532.148	7.161.545	3.961	Yeso	Halita	Anhidrita	Inyoita	
MS-OEH-52	532.006	7.156.150	3.960	Halita	Albita	Trazas de cristobalita		
MS-OEH-53	532.412	7.156.007	3.963	Halita	Cuarzo	Trazas de caolinita		

\*m s.n.m. \*\*PSAD 56

### Composición química de especímenes de la costra salina

Código	Coordenadas			Li (ppm)	Na (%)	K (%)	Mg (%)	Ca (%)	Cloruro (%)	Sulfato (%)	F (ppm)	B (ppm)
	Este**	Norte**	Cota*									
<b>MS-OEH-48</b>	536.562	7.162.882	3.964	488	16,4	0,6	4,9	0,28	19,19	30,22	1.670	2.316
<b>MS-OEH-49</b>	536.444	7.162.726	3.964	163	9,9	0,15	0,22	13,5	11,9	41,8	260	< 0,01
<b>MS-OEH-50</b>	536.149	7.162.183	3.965	188	9,8	0,2	0,24	12,7	11,8	41,5	230	< 0,01
<b>MS-OEH-51</b>	532.148	7.161.545	3.961	550	10,4	0,39	0,32	10,6	13,8	36,9	255	< 0,01
<b>MS-OEH-52</b>	532.006	7.156.150	3.960	425	37,4	0,38	0,24	7,8	12,5	33,3	210	< 0,01
<b>MS-OEH-53</b>	532.412	7.156.007	3.963	213	39,4	0,21	0,13	0,14	60,49	1,11	205	< 0,01

\*m s.n.m. \*\*PSAD 56

### Composición química de muestras de agua

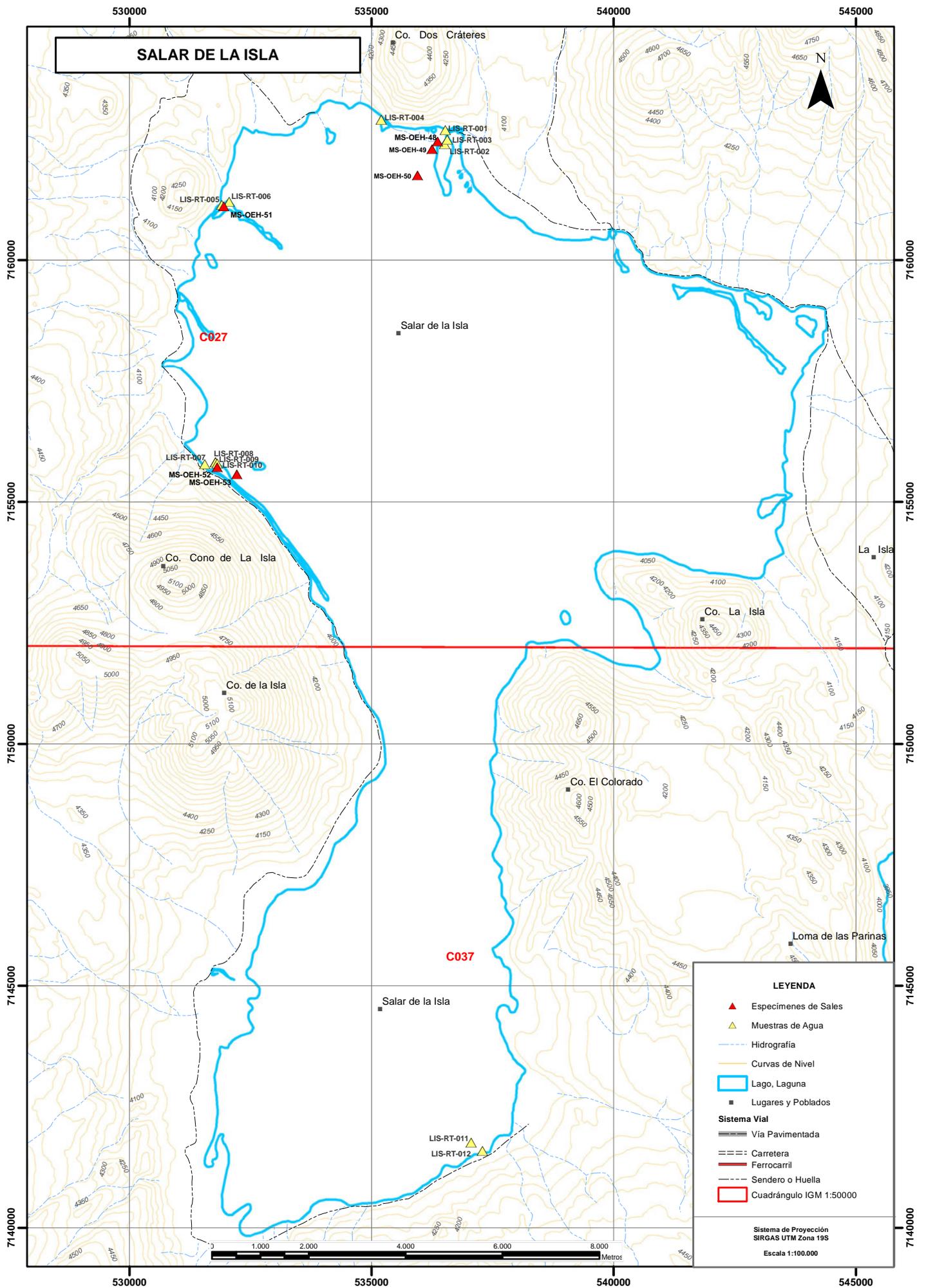
Coordenadas												
Código	Este **	Norte **	Cota *	pH	Conductividad ( $\mu$ S/cm)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	Li (mg/l)	Sulfatos (mg/l)	Cloruros (mg/l)
LIS-RT-001	536.521	7.162.683	3.940	7,89	10.710	150	78	2.000	42	13	666	3.167
LIS-RT-002	536.509	7.162.400	3.958	8,1	60.800	350	450	13.000	880	97,5	2.118	22.661
LIS-RT-003	536.559	7.162.489	3.955	8,07	15.440	165	125	3.000	75	22,5	857	4.839
LIS-RT-004	535.202	7.162.897	3.952	7,76	26.400	475	183	5.200	275	30	1.201	8.650
LIS-RT-005	531.907	7.161.143	3.957	7,66	29.100	375	250	6.200	375	35	1.273	9.928
LIS-RT-006	532.058	7.161.208	3.950	7,94	45.700	425	425	9.600	750	72,5	1.624	16.200
LIS-RT-007	531.559	7.155.781	3.953	6,62	245.000	525	5.300	120.000	8.600	850	14.292	189.388
LIS-RT-008	531.779	7.155.822	3.955	6,54	246.000	500	5.000	130.000	8.000	800	13.687	196.701
LIS-RT-009	531.779	7.155.822	3.955	6,56	246.000	475	4.900	126.000	8.000	800	13.362	180.054
LIS-RT-010	531.811	7.155.803	3.953	6,66	244.000	525	5.400	122.000	8.600	875	14.864	191.338
LIS-RT-011	537.056	7.141.762	3.956	7,32	239.000	525	8.300	110.000	108.000	1.150	17.884	189.057
LIS-RT-012	537.288	7.141.591	3.959	8,4	89.400	195	925	21.000	1.575	175	2.346	35.351

\*m s.n.m. \*\*WGS 84

## Continuación

Código	Coordenadas			Carbonatos (mg/l)	Bicarbonatos (mg/l)	F (mg/l)	B (mg/l)	As (mg/l)	Al (mg/l)
	Este **	Norte **	Cota *						
LIS-RT-001	536.521	7.162.683	3.940	-	32	3,18	<0,06	0,450	<0,02
LIS-RT-002	536.509	7.162.400	3.958	-	73	3,88	10,44	1,015	<0,02
LIS-RT-003	536.559	7.162.489	3.955	-	40,5	3,22	<0,06	0,461	<0,02
LIS-RT-004	535.202	7.162.897	3.952	-	34,6	3,24	<0,06	0,735	<0,02
LIS-RT-005	531.907	7.161.143	3.957	-	42,3	3,62	<0,06	0,217	<0,02
LIS-RT-006	532.058	7.161.208	3.950	-	50,2	3,83	<0,06	0,253	<0,02
LIS-RT-007	531.559	7.155.781	3.953	-	188	3,01	272,9	1,685	<0,02
LIS-RT-008	531.779	7.155.822	3.955	-	152	2,43	268,7	1,659	<0,02
LIS-RT-009	531.779	7.155.822	3.955	-	152	2,46	262,6	1,637	<0,02
LIS-RT-010	531.811	7.155.803	3.953	-	190	3,1	297,2	1,739	<0,02
LIS-RT-011	537.056	7.141.762	3.956	-	1173	4,14	384,1	0,745	<0,02
LIS-RT-012	537.288	7.141.591	3.959	43,9	132	2,93	26,33	0,163	<0,02

\*m s.n.m. \*\*WGS 84





Fotografía 55.- En la zona norte y noroeste se extiende una costra de halita en apariencia sulfatada, cuya morfología superficial pasa de ser algo irregular a muy irregular desde el norte hacia el noroeste de hasta 50 cm de altura.



Fotografía 56.- Costra es de color marrón, más oscuro cuanto más al norte y más claro hacia la zona central del salar. Esta es relativamente compacta, pudiéndose distinguir algunos cristales de yeso diseminados en la superficie, Vista en dirección sureste.



Fotografía 57.- Pozas de aguas saturadas en cloruro de sodio, la cual precipita en sus orillas y en el fondo de las mismas, en forma de cristales de halita en chevron.



Fotografía 58.- En la zona sur del salar se observa la tercera costra de halita, muy diferente a las anteriores en la que se observa una superficie más lisa. Vista en dirección norte.

### 5.2.6 SALAR DE AGUILAR



Fotografía 59.- Panorámica del salar de Aguilar, vista en dirección hacia el norte.

**Localización:**  
 25°47` S / 68°53` W  
 510.800 E / 7.146.703 S – Huso 19  
 PSAD56

**Superficie cuenca:** 589 Km<sup>2</sup>  
**Superficie salar:** 71 Km<sup>2</sup>  
**Cota:** 3.320 m s.n.m.

#### LOCALIZACIÓN Y ACCESO

El salar de Aguilar se encuentra en la provincia de Chañaral, Región de Atacama, a 183 km al este de la ciudad de Chañaral. En la vertiente oriental de la cordillera de Domeyko y a pocos kilómetros al oeste del salar de La Isla (figura 1 y fotografía 59). Para llegar hasta este salar es necesario tomar el desvío hacia el salar de Aguas Calientes que existe a 9 Km al norte de Agua Verde, en la carretera panamericana o Ruta 5 Norte. Antes de llegar al Salar de Pajonales se debe tomar un camino que sale hacia el sur y bordea el citado salar. A través, de este camino se llegará a una serie de caminos con indicaciones, que llegan hasta un camino que se adentra al salar por la parte sur, la única que tiene entrada para vehículos.

#### GEOLOGÍA

El salar se encuentra enclavado entre varias elevaciones que limitan su cuenca y, que a su vez, dificulta su acceso.

En el entorno del salar predominan las rocas volcánicas andesíticas de edades entre Mioceno y Plioceno Inferior a lo largo de toda la cuenca, las que forman parte de estratovolcanes con distintos grados de erosión. Adicionalmente, al norte del salar aflora las ignimbritas de la Unidad Río Frío (Mioceno inferior).

En el salar se diferencian tres tipos de costras salinas, la más interna tiene una gran influencia de los depósitos de procedencia eólica, que provocan que la costra tenga un color marrón oscuro. La superficie de esta costra es irregular, con variaciones de hasta 40 cm entre las partes más altas y más bajas (fotografía 60) y está formada por halita masiva en la parte superficial y cristalina en la parte inferior, donde la costra es mucho más clara. En su interior se ubican pequeñas lagunas.

En las zonas más bajas se puede observar la presencia de cristales de una sal de color blanco producto de eflorescencias, lo que indica que el nivel freático se encuentra a poca profundidad.

Bordeando esta costra interna se encuentra una segunda, mucho más irregular (fotografía 61). En esta zona se encuentran escasas zonas con agua en la superficie. Se trata de flujos de agua que discurren paralelos al límite entre tipos de costras que desembocan en una laguna en la parte sur del salar. Esta costra es similar en composición a la costra interna, salvo por la influencia de los materiales eólicos, que tienden a darle una coloración parda a la costra, mucho menor cuanto más alejada del centro se encuentre. Esta tiene un espesor de entre 3 a 4 cm, y a pesar de que no es especialmente resistente en determinadas zonas, es posible caminar sobre ella sin dificultad. Bajo esta capa superficial se encuentra una segunda capa de unos 10 cm de espesor, formada por cristales de halita blancos y disgregados, algo húmeda en el momento en que se visitó, durante el mes de abril de 2013.

La tercera costra es la más externa y es visible en los flancos sur, este y parte de la zona norte del salar. Esta tiene un color blanco a ligeramente pardo, con un límite bien definido con la costra salina que se encuentra en la parte interna del salar.

## **MUESTREO**

Para el estudio del salar se tomaron especímenes de la costra salina y muestras de agua en diversos puntos de la parte sur del salar, parte a la que se pudo acceder con vehículo, por el camino que bordea el salar. El número de especímenes de sales fueron 5 mientras que las muestras de agua fueron 3.

Este salar presenta escasos afloramientos de agua, por lo que sólo se pudieron muestrear las lagunas localizadas en el sector sureste, situadas característicamente en el límite de las costras salinas descritas anteriormente. Se tomaron dos muestras en la laguna de mayor tamaño (AGU-RT-001 y AGU-RT-002), existente en este sector, de forma circular y que presenta una gruesa costra de halita en su fondo, formando un estructura de tipo cavernosa. Las aguas de esta laguna poseen una conductividad muy alta (215 mS/cm) y pH ácido (5,8). Otra muestra se tomó desde una laguna de menor tamaño y profundidad (AGU-RT-003), existente en este mismo sector y que presentaba en su fondo estructuras globulares cubiertas con cristales aciculares que posiblemente corresponden a yeso.

## **RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS**

La composición mineralógica de las muestras de costra salina indica un predominio de yeso, sobre halita, salvo en la muestra MS-OEH-56, tomada en la costra más interna del salar, en la que la halita es mayoritaria sin rastros minerales de sulfatos y con componentes exógenos al salar (anexo 14).

En cuanto a la composición química de la costra salina, se muestra al oeste, en la única muestra tomada en esta zona, la mayor cantidad de litio, con 200 ppm, valor que es alto y puntual atendiendo a los resultados del resto de muestras.

Las dos muestras de agua colectadas en laguna mayor presentan un contenido litio 375 mg/l, sin variación entre ambas muestras, y un contenido promedio de boro de 695,2 mg/l, mientras que la laguna más somera presentó un contenido de litio de 350 mg/l y 829,5 mg/l de boro.

Las concentraciones de potasio y magnesio son altas en las tres muestras de agua analizadas, con valores máximos de 2.600 mg/l y 6.900 mg/l, respectivamente (anexo 14).

Las razones Li/K se encuentran entre 0,135 y 0,144, mientras que las razones Li/Mg varían entre 0,054 y 0,057.

## **BIBLIOGRAFÍA**

**Carpenter, T.H. 2009.** Technical report on the salares 7 property Region III, Chile. 83 p. Calgary, Canada (en línea), consultado el 30 de septiembre de 2013, disponible en [http://www.salareslithium.com/i/pdf/reports/salares\\_7\\_43101.pdf](http://www.salareslithium.com/i/pdf/reports/salares_7_43101.pdf)

**Risacher, F.; Alonso, H.; Salazar, C. 1999.** Geoquímica en Cuencas Cerradas: I, II y III, Convenio de Cooperación DGA-UCN-Orstom.

## ANEXO 14

ANÁLISIS MINERALÓGICO Y QUÍMICO DE DE ESPECÍMENES COSTRAS SALINAS Y MUESTRAS DE AGUA,  
SALAR DE AGUILAR

## Difracción de Rayos X de especímenes de costra salina

Coordenadas								
Código	Este**	Norte**	Cota*	Mineral 1	Mineral 2	Mineral 3	Mineral 4	Mineral 5
MS-OEH-54	507.797	7.141.883	3.325	Yeso	Halita	Hidroclorborita	Trazas de caolinita	
MS-OEH-55	509.722	7.141.520	3.330	Yeso	Halita	Anhidrita		
MS-OEH-56	509.747	7.141.792	3.330	Halita	Cuarzo	Trazas de caolinita		
MS-OEH-57	509.930	7.141.325	3.331	Yeso	Halita	Inyoita	Pirofilita	Anhidrita
MS-OEH-58	510.579	7.140.905	3.331	Yeso	Halita	Inyoita	Anhidrita	Trazas de caolinita

\*m s.n.m. \*\*PSAD 56

## Composición química de especímenes de costra salina

Coordenadas												
Código	Este**	Norte**	Cota*	Li (ppm)	Na (%)	K (%)	Mg (%)	Ca (%)	Cloruro (%)	Sulfato (%)	F (ppm)	B (ppm)
MS-OEH-54	507.797	7.141.883	3.325	200	9,4	0,21	0,25	12,4	16,5	27,6	635	16.292
MS-OEH-55	509.722	7.141.520	3.330	75	20,7	0,08	1,92	1,2	4,6	47,24	225	< 0,01
MS-OEH-56	509.747	7.141.792	3.330	13	39,3	0,02	0,02	0,05	57,21	0,47	215	< 0,01
MS-OEH-57	509.930	7.141.325	3.331	100	9,7	0,07	0,16	13,2	16,1	36,9	225	< 0,01
MS-OEH-58	510.579	7.140.905	3.331	63	8,4	0,08	0,09	16	12,9	41,8	220	< 0,01

\*m s.n.m. \*\*PSAD 56

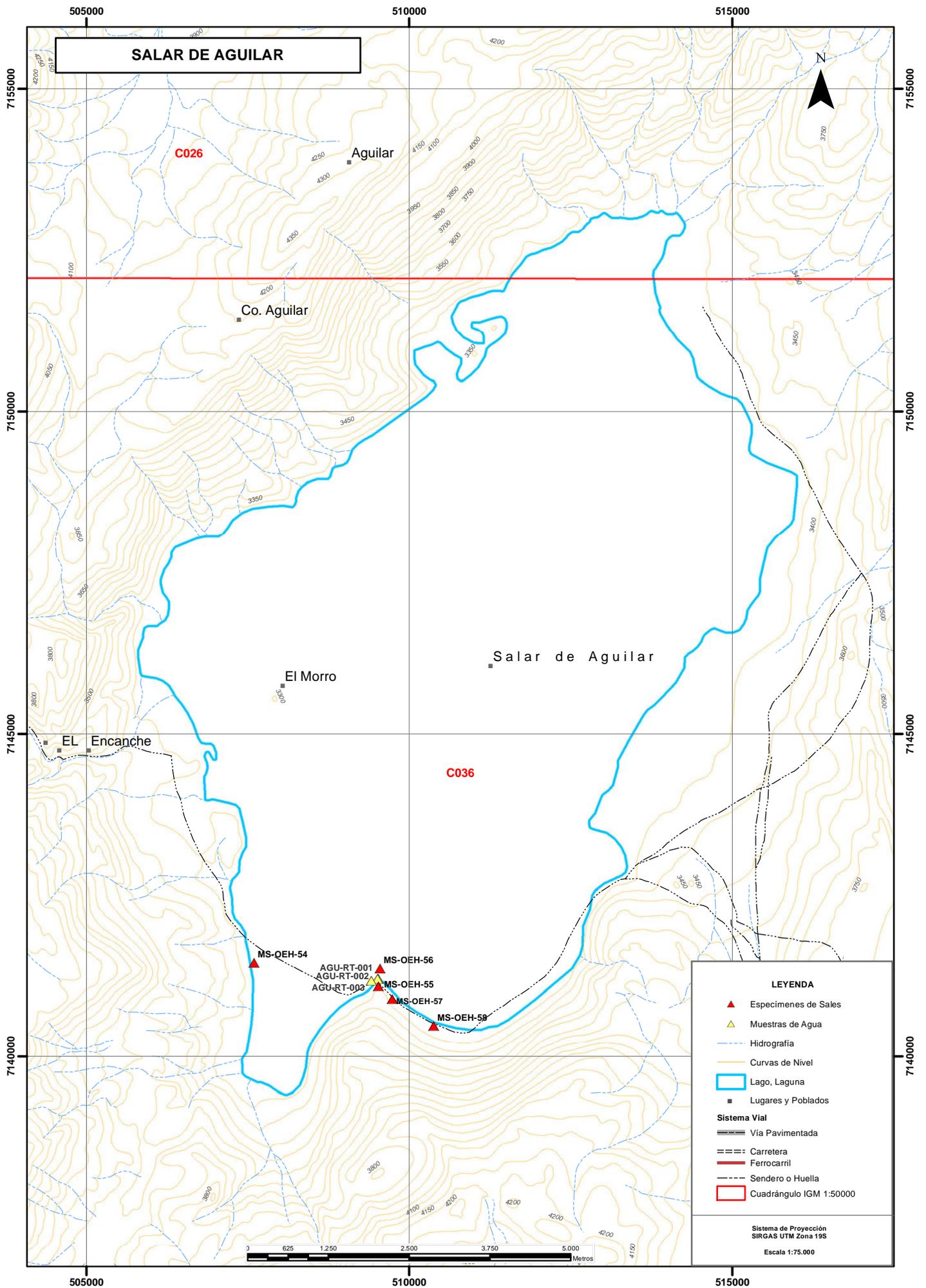
### Composición química de muestras de agua

Coordenadas												
Código	Este **	Norte **	Cota *	pH	Conductividad ( $\mu$ S/cm)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	Li (mg/l)	Sulfatos (mg/l)	Cloruros (mg/l)
AGU-RT-001	509.519	7.141.209	3.319	5,48	225.000	55.000	6.800	60.000	2.600	375	1.382	212.126
AGU-RT-002	509.510	7.141.204	3.323	5,58	225.000	55.000	6.900	60.000	2.600	375	< 1	206.750
AGU-RT-003	509.411	7.141.177	3.318	5,94	229.000	45.000	6.100	62.000	2.600	350	<1	191.125

### Continuación

Coordenadas									
Código	Este **	Norte **	Cota *	Carbonatos (mg/l)	Bicarbonatos (mg/l)	F (mg/l)	B (mg/l)	As (mg/l)	Al (mg/l)
AGU-RT-001	509.519	7.141.209	3.319	-	860	3,13	692,7	1,152	1,968
AGU-RT-002	509.510	7.141.204	3.323	-	862	3,42	697,7	1,101	<0,02
AGU-RT-003	509.411	7.141.177	3.318	-	1029	4,46	829,5	2,356	0,135

\*m s.n.m. \*\*WGS 84



SALAR DE AGUILAR

C026

Aguilar

Co. Aguilar

Salar de Aguilar

El Morro

EL Encanche

C036

MS-OEH-54

AGU-RT-001  
AGU-RT-002  
AGU-RT-003

MS-OEH-56

MS-OEH-55

MS-OEH-57

MS-OEH-58

LEYENDA

- ▲ Especímenes de Sales
- ▲ Muestras de Agua
- Hidrografía
- Curvas de Nivel
- ▭ Lago, Laguna
- Lugares y Poblados
- Sistema Vial**
- Vía Pavimentada
- Carretera
- Ferrocarril
- Sendero o Huella
- ▭ Cuadrángulo IGM 1:50000

Sistema de Proyección  
SIRGAS UTM Zona 19S  
Escala 1:75.000





Fotografía 60.- Costra salina en la zona sur del salar con superficie irregular, desniveles de hasta 40 cm de alto.



Fotografía 61.- Límite entre costras salinas donde se observa el cambio de color y de la morfología superficial.

### 5.2.7 SALAR DE PARINAS



Fotografía 62.- Vista panorámica del Salar de Parinas, vista en dirección hacia el sur.

<b>Localización:</b>	<b>Superficie cuenca:</b> 676 Km <sup>2</sup>
25° 49` S / 68° 30` W	<b>Superficie salar:</b> 40 Km <sup>2</sup>
549.533 E / 7.143.551 S – Huso 19	<b>Cota:</b> 3.987 m s.n.m.
PSAD56	

#### LOCALIZACIÓN Y ACCESO

El salar de Parinas se encuentra en la provincia de Chañaral, Región de Atacama, a 220 Km hacia el este de la ciudad de Chañaral (figura 1 y fotografía 62). Se ubica en la parte nororiental de la región, próximo a la frontera con Argentina, al este del Salar de la Isla. Hacia al norte y oeste está limitado por una serie de complejos volcánicos los que marcan su límite y además lo separan de este salar. Para acceder hasta este salar es necesario tomar un desvío hacia el este desde la carretera panamericana o Ruta 5 Norte, situado a unos 9 Km al norte de la localidad Agua Verde. Antes de llegar al salar de Pajonales por este camino, se debe tomar un desvío hacia el sur que bordea el salar y que conduce hasta el salar de Agua Amarga. Una vez atravesado este último se encuentra otro desvío hacia el este, un camino inicialmente en buen estado, que llega hasta el flanco noreste del salar de La Isla y unos pocos kilómetros más adelante lleva hasta el salar de Parinas.

#### GEOLOGÍA

El Salar de Parinas, se emplaza en una cuenca de forma elipsoidal, elongada en dirección aproximada norte sur, de 9 km de largo y 5 km de ancho. Esta separado hacia el norte del salar de la isla por un cordón montañoso, compuesto por rocas volcánicas andesíticas pertenecientes a dos centros volcánicos del Mioceno Medio a Superior.

La geología del área está dominada por la presencia de rocas volcánicas andesíticas pertenecientes a grandes estratovolcanes del Mioceno Medio a Superior que limitan la cuenca por el norte y el oeste; tobas soldadas y pórfidos riolíticos del Carbonífero-Pérmico, asignados a la Formación La Tabla, se ubican en el margen este y depósitos

sedimentarios correspondientes a gravas y arenas del Cuaternario, la limitan por el sur.

En la zona sur del salar existen varias lagunas y pozas que bordean el salar y que a mediados del mes de abril empieza a formar una capa superficial de hielo, al igual que en las zonas de humedales con crecimientos (fotografías 63 y 64). Una laguna de mayor extensión se localiza en la parte norte.

El salar de Parinas posee dos costras claramente diferenciadas en su parte norte y sur. En el sector sur del salar la costra superficial tiende a ser de color rosado a blanca, con presencia de fragmentos de roca de color negro, de entre unos milímetros hasta los 2 centímetros de longitud, que parecen provenir de la planicie existente en el borde. Esta costra se extiende hacia el interior del salar hasta llegar a una laguna, con la costra blanca, posiblemente de halita, en la parte superior y con la costra rosada en su base; la costra salina con un espesor de 40 cm se depositó sobre una capa arenosa de color marrón.

En el sector nororiental de la cuenca se observa un afloramiento de yeso de unos 7 metros de altura, que separa, hacia el este, una pequeña porción del salar (fotografía 65).

En el sector norte del salar la costra salina está formada por una capa de halita. En esta misma localización se distinguen unas especies de islas formadas por costras evolucionadas, muy irregulares, con hasta 50 cm de diferencia en altura, afectadas por materiales de origen eólico que tornan su coloración a un color marrón pardo en superficie y oscuro en la parte inferior.

En la parte norte del salar varios flujos de agua se dirigen hacia la parte central del salar, cuya agua se encuentra saturada en sales, las cuales se han depositado en el fondo de estos cauces y en sus orillas, formando un manto blanco de halita de escaso espesor.

## **MUESTREO**

Para el estudio del salar se tomaron especímenes de la costra salina y muestras de agua en diversos puntos de la parte de la parte norte, sur y este del salar. El número de especímenes de sales fueron 5 mientras que las muestras de agua fueron 6.

En el extremo sur del salar se muestrearon manantiales termales (LPA-RT-001 y LPA-RT-002) que dan origen a lagunas que albergan una gran población de flamencos y de las cuales también se obtuvo una muestra (LPA-RT-003). Las aguas de los manantiales presentaron una conductividad de 18,12 mS/cm, temperatura de 18,3 °C y pH 6,64.

En el sector noreste del salar, se tomó una muestra de agua desde manantiales difusos (LPA-RT-004) que afloran en depósitos volcánicos, en un sector que se caracteriza por la presencia de un macizo elevado constituido por yeso y material piroclástico. En este sector, los manantiales presentan inferior conductividad y temperatura en relación a las del sector sur (14,85 mS/cm y 11,4 ° C, respectivamente), mientras que el pH es cercano al neutro (6,95).

En el extremo norte del salar, se presentan manantiales con abundante caudal, que forman un sistema de lagunas y canales, que drenan hacia el interior del salar. En este sector se muestrearon dos canales que fluyen paralelos al borde del salar. El canal localizado hacia el borde exterior del salar presenta en su fondo predominio de sedimentos volcánicos (LPA-RT-005), mientras que aquel que se localiza más hacia el

interior, se caracteriza por presentar en su fondo una costra de halita (LPA-RT-006). Las aguas de este último presentan conductividad de 238 mS/cm, temperatura de 5,8 °C y pH alcalino 7,34.

## RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS

La composición mineralógica de las costras salinas, muestra que los especímenes tomados en la zona sur de salar tienen una componente sulfatada mucho más importante que en el norte, aunque en todos los casos es la halita el mineral predominante, pero al norte, además, hay una cantidad significativa de minerales silicatados (anexo 15).

En cuanto a la composición química de las muestras de costra salina los valores máximos de litio y boro se dan en la única muestra tomada en la zona norte del salar, junto al complejo volcánico que ejerce como frontera natural con el salar La Isla. El valor de litio en la costra es de 2.394 ppm, con 3.896 ppm de boro. En la zona sur existen dos valores de litio que también resultan interesantes, con 338 ppm (MS-OEH-38) y 1.581 ppm (MS-OEH-39).

Las concentraciones de litio determinadas en muestras de agua de este salar varían entre 7 y 400 mg/l. Las mayores concentraciones (LPA-RT-006) se encuentran en el sector norte, mientras que en los sectores sur y este los valores son relativamente bajos. Estas altas concentraciones de litio están acompañadas por altos valores de boro (447,6 mg/l), potasio (6.000 mg/l) y magnesio (3.600 mg/l) (anexo 15).

Las razones Li/K en las aguas de este salar se encuentran entre 0,067 y 0,185, mientras que las razones Li/Mg varían entre 0,097 y 0,111.

## BIBLIOGRAFÍA

**Carpenter, T.H. 2009.** Technical report on the salares 7 property Region III, Chile. 83 p. Calgary, Canada (en línea), consultado el 30 de septiembre de 2013, disponible en [http://www.salareslithium.com/i/pdf/reports/salares\\_7\\_43101.pdf](http://www.salareslithium.com/i/pdf/reports/salares_7_43101.pdf)

**Risacher, F.; Alonso, H.; Salazar, C., 1999.** Geoquímica en Cuencas Cerradas: I, II y III, Convenio de Cooperación DGA-UCN-Orstom.

## ANEXO 15

ANÁLISIS MINERALÓGICO Y QUÍMICO DE DE ESPECÍMENES COSTRAS SALINAS Y MUESTRAS DE AGUA,  
SALAR DE PARINAS

## Difracción de Rayos X de especímenes de la costra salina

Coordenadas											
Código	Este**	Norte**	Cota*	Mineral 1	Mineral 2	Mineral 3	Mineral 4	Mineral 5	Mineral 6	Mineral 7	Mineral 8
MS-OEH-38	548.604	7.140.659	3.971	Halita	Yeso	Probertita	Cuarzo	Niter amonacal	Caolinita	Microclina	Hexahidrita
MS-OEH-39	548.580	7.140.788	3.963	Halita	Yeso	Nitratina	Niter	Plagioclasa			
MS-OEH-40	550.900	7.146.785	3.960	Halita	Trazas de cuarzo						
MS-OEH-42	547.523	7.149.140	3.961	Halita	Cristobalita	Cuarzo	Albita	Caolinita	Polihalita	Nitrocalcita	

\*m s.n.m. \*\*PSAD 56

## Composición química de especímenes de la costra salina

Coordenadas												
Código	Este**	Norte**	Cota*	Li (ppm)	Na (%)	K (%)	Mg (%)	Ca (%)	Cloruro (%)	Sulfato (%)	F (ppm)	B (ppm)
MS-OEH-38	548.604	7.140.659	3.971	338	34,2	0,5	0,32	0,4	36,05	21,59	200	286
MS-OEH-39	548.580	7.140.788	3.963	1.581	33,2	1,48	0,93	0,4	41,96	14,2	210	< 0,01
MS-OEH-40	550.900	7.146.785	3.960	63	40,8	0,17	0,06	0,17	58,42	1,3	205	< 0,01
MS-OEH-41	551.533	7.146.432	3.959	38	40,9	0,09	0,05	0,59	58	1,83	215	< 0,01
MS-OEH-42	547.523	7.149.140	3.961	2.394	29,2	5,4	1,66	0,17	39,85	16,2	215	3.896

\*m s.n.m. \*\*PSAD 56

### Composición química de muestras de agua

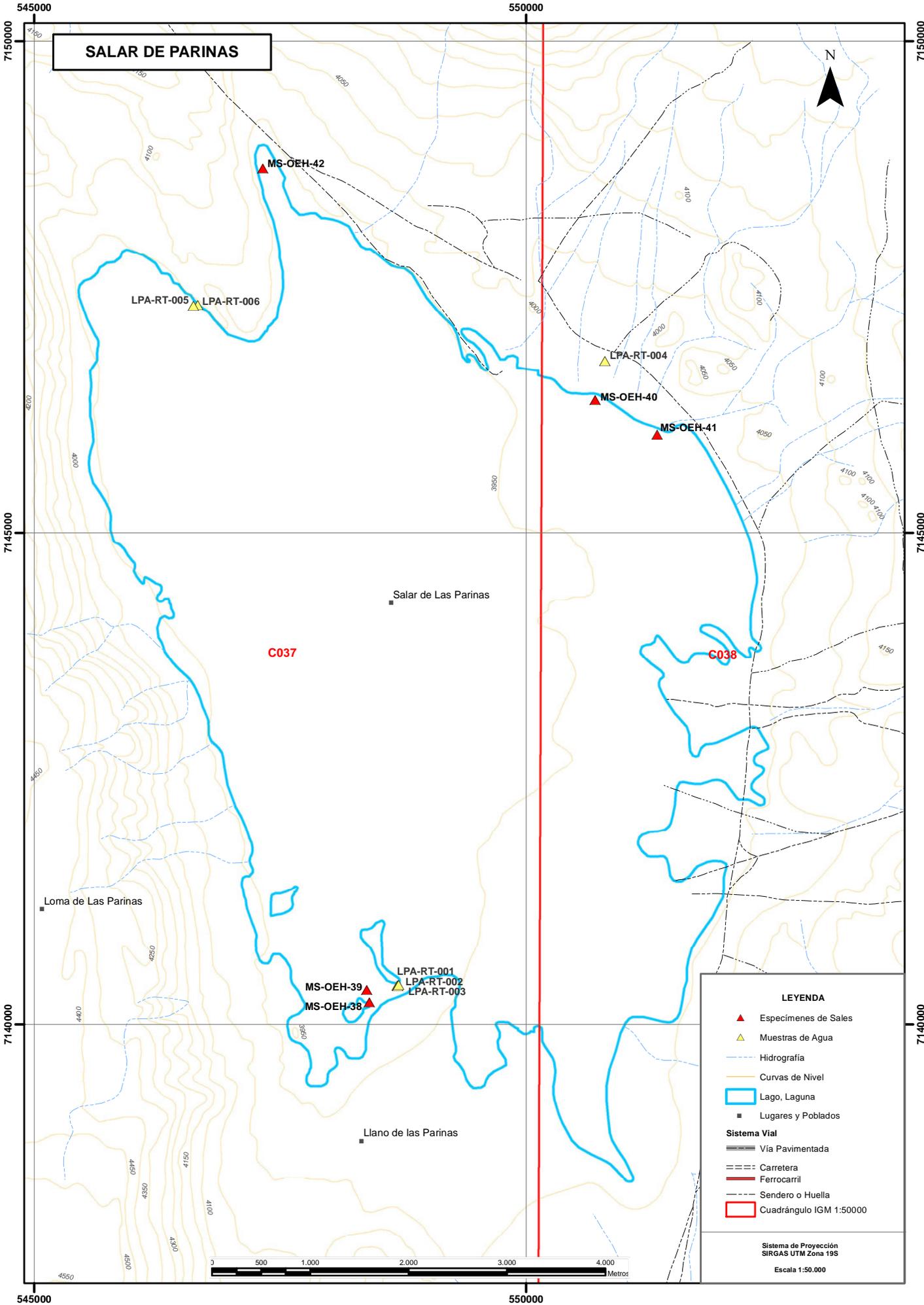
Coordenadas												
Código	Este **	Norte **	Cota *	pH	Conductividad (µS/cm)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	Li (mg/l)	Sulfatos (mg/l)	Cloruros (mg/l)
LPA-RT-001	548.693	7.140.397	3.960	7,37	18.910	105	95	4.100	54	10	498	6.058
LPA-RT-002	548.696	7.140.391	3.960	7,23	13.960	100	65	2.600	41	7	341	4.431
LPA-RT-003	548.703	7.140.401	3.821	7,46	14.990	113	75	3.300	44	8	368	4.786
LPA-RT-004	550.801	7.146.746	3.958	7,46	14.710	130	73	2.900	45	7	480	4.672
LPA-RT-005	546.662	7.147.315	3.954	7,42	243.000	725	3.200	100.000	5.200	350	12.796	170.111
LPA-RT-006	546.618	7.147.308	3.957	6,98	246.000	625	3.600	105.000	6.000	400	12.522	167.584

\*m s.n.m. \*\*WGS 84

### Continuación

Coordenadas									
Código	Este **	Norte **	Cota *	Carbonatos (mg/l)	Bicarbonatos (mg/l)	F (mg/l)	B (mg/l)	As (mg/l)	Al (mg/l)
LPA-RT-001	548.693	7.140.397	3.960	-	211	2,8	14,48	0,94	<0,02
LPA-RT-002	548.696	7140.391	3.960	-	209	2,97	5,911	0,867	<0,02
LPA-RT-003	548.703	7.140.401	3.821	-	217	2,87	<0,06	0,9	<0,02
LPA-RT-004	550.801	7.146.746	3.958	-	86,9	3,11	<0,06	0,116	<0,02
LPA-RT-005	546.662	7.147.315	3.954	-	580	3,25	423,7	5,686	<0,02
LPA-RT-006	546.618	7.147308	3.957	-	651	3,56	447,6	6,048	<0,02

\*m s.n.m. \*\*WGS 84



**SALAR DE PARINAS**

N

C037

C038

Salar de Las Parinas

Loma de Las Parinas

Llano de las Parinas

MS-OEH-39  
MS-OEH-38

LPA-RT-001  
LPA-RT-002  
LPA-RT-003

LPA-RT-005  
LPA-RT-006

MS-OEH-42

LPA-RT-004

MS-OEH-40

MS-OEH-41

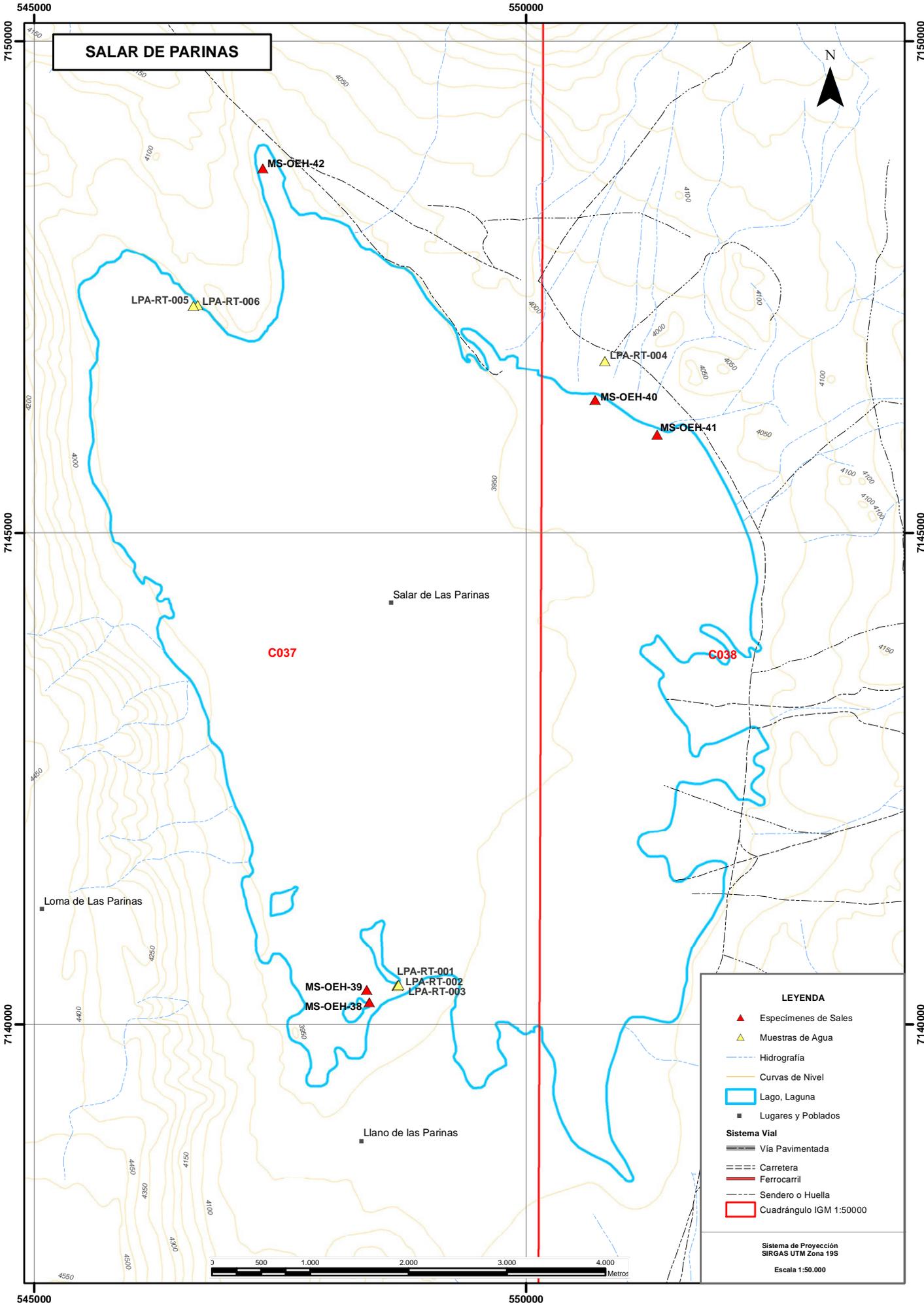
**LEYENDA**

- ▲ Especímenes de Sales
- ▲ Muestras de Agua
- Hidrografía
- Curvas de Nivel
- ▭ Lago, Laguna
- Lugares y Poblados

**Sistema Vial**

- Vía Pavimentada
- Carretera
- Ferrocarril
- Sendero o Huella
- ▭ Cuadrángulo IGM 1:50000

Sistema de Proyección  
SIRGAS UTM Zona 19S  
Escala 1:50.000





Fotografía 63.- Aspecto general del salar mostrando zona de humedales con crecimientos herbáceos y la existencia de una colonia de flamencos.



Fotografía 64.- Lagunas con presencia de flamencos en la zona sur.



Fotografía 65.- Al fondo afloramiento de yeso que separa esta zona del salar principal. En primer término, zona con flujo de agua con depósitos de halita (color blanco).

### 5.2.8 SALAR GRANDE

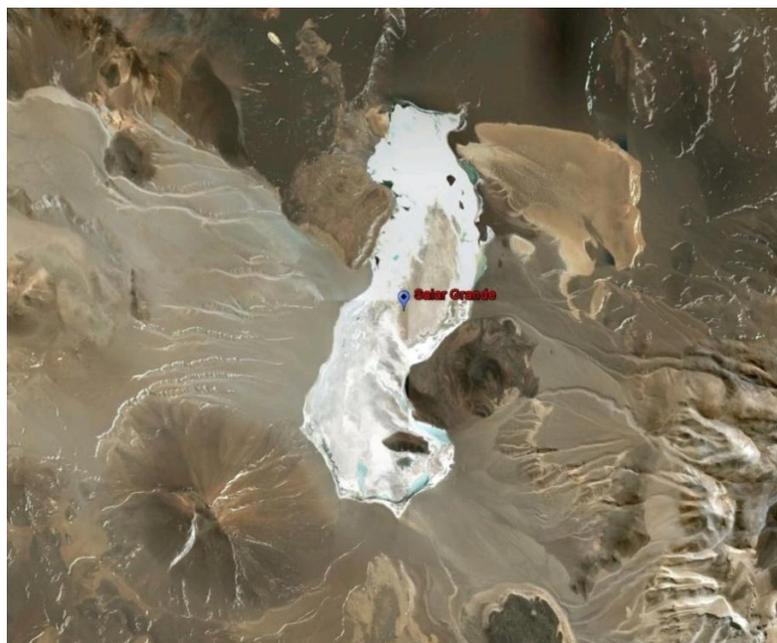


Figura 3.- Vista aérea del Salar Grande (tomado de Google Earth, escala 1:160.000)

**Localización:**  
 25°59` S / 68°42` W  
 529739 E / 77124300 S – Huso  
 19 PSAD56

**Superficie cuenca:** 867 Km<sup>2</sup>  
**Superficie salar:** 29 Km<sup>2</sup>  
**Cota:** 3.950 m s.n.m.

### LOCALIZACIÓN Y ACCESO

El Salar Grande está ubicado en la provincia de Chañaral, Región de Atacama (figuras 1 y 3), situado a 194 Km al este en línea recta de la ciudad de Chañaral, cercano a la frontera Chileno-Argentina al este y la Cordillera de Domeyko al oeste. Al igual que ocurre con los cuatro salares adyacentes a él (Aguilar, Parinas, La Isla y Agua Amarga), no existe un camino que llegue a las cercanías siendo necesario desplazarse hasta el Salar de Pedernales y a partir de este punto tomar diferentes huellas que lleguen hasta el Salar Grande. Todos los salares referidos anteriormente incluyendo el Salar Grande, están cercanos a una serie de complejos volcánicos de diferentes edades y composiciones.

### GEOLOGÍA

El Salar Grande forma parte de los denominados salares andinos, formados en cuencas evaporíticas que se ubican en el Altiplano del norte de Chile, en su mayoría a altitudes variables entre los 4.000 y 4.500 m s.n.m. Estas cuencas pueden tener un control tectónico, haberse formado debido a la acumulación de materiales volcánicos, o estar ubicadas en estructuras volcánicas tipo caldera. Su marco geológico corresponde, casi exclusivamente, a rocas volcánicas de composición andesítica del Terciario Superior-Cuaternario, que sobreyacen a un basamento mesozoico-paleozoico. El salar posee una

costra salina con intercalación de materiales detríticos procedentes de la erosión de los volcanes circundantes, de los cuales también proceden los compuestos químicos presentes en el salar.

## RECURSOS

Existen dos estudios en que se han tomado muestras de salmueras del salar para su análisis. En el estudio de 1999, realizado por DGN-UCN-IRD, tomaron cuatro muestras entre los años 1995 y 1998 cuyos valores indican entre 7 y 123 mg/l de litio; entre 176 y 2.770 mg/l de potasio, y sobre 40.000 mg/l de sodio (Risacher *et al.*, 1999). En el año 2009, la empresa Taiga Consultants Ltda. *in* Carpenter (2009), tomó tres muestras del salar cuyos resultados analíticos mostraron valores entre 41 y 51 mg/l de litio; 791 y 1.107 mg/l de potasio y valores sobre 29.000 mg/l de sodio.

Las muestras tomadas en 1999 proceden de la parte suroeste del salar, y las muestras recogidas en 2009 son del noreste. En ambos casos no se presentan valores altos, salvo la anomalía de una muestra del estudio realizado por Risacher *et al.* (1999).

El caudal superficial entrante en la parte sur del salar, es de unos 10 l/s. sugiere aparentemente, el salar Grande no presenta buenas potencialidades para recursos de agua. Sin embargo, si la alta salinidad de los aportes a la orilla sur se debe efectivamente a una cuña salina, no se puede excluir la existencia de napas diluidas cuenca arriba (Risacher *et al.*, 1999).

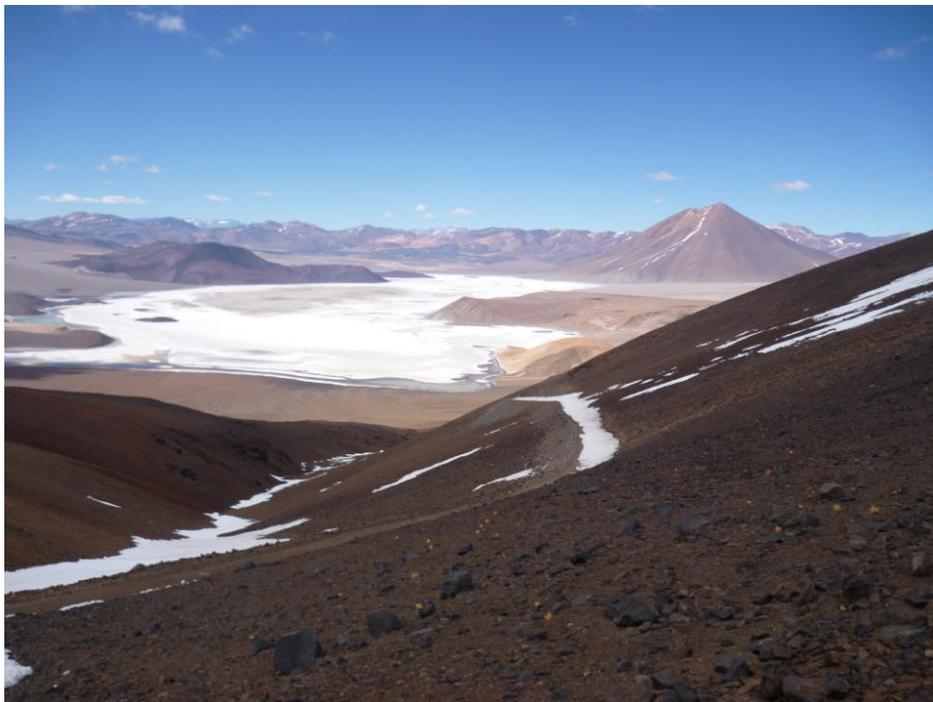
Estos datos indicados anteriormente, como los propios informes referidos, confieren una importancia económica limitada al compararse con los recursos salinos de otros salares.

Las razones Li/K en las aguas de este salar se encuentran entre 0,0004 y 0,02.

## BIBLIOGRAFÍA

**Carpenter, T.H. 2009.** Technical report on the salares 7 property Region III, Chile. 83 p. Calgary, Canada (en línea), consultado el 30 de septiembre de 2013, disponible en [http://www.salareslithium.com/i/pdf/reports/salares\\_7\\_43101.pdf](http://www.salareslithium.com/i/pdf/reports/salares_7_43101.pdf)

**Risacher, F.; Alonso, H.; Salazar, C. 1999.** Geoquímica en Cuencas Cerradas: I, II y III, Convenio de Cooperación DGA-UCN-Orstom.



Fotografía 66.- Vista panorámica del salar Grande en dirección hacia el sur, al fondo a la derecha se observa el volcán Salar Grande.

### 5.2.9 SALAR DE PEDERNALES



Figura 4.- Imagen tomada de Google Earth, ubicación del salar de Pedernales (escala 1:410.000).

**Localización:**  
 26°13` S / 69°09` W  
 484.510 E / 7.099.483 S - HUSO 19  
 PSAD56

**Superficie cuenca:** 3.620 Km<sup>2</sup>  
**Superficie salar:** 338 Km<sup>2</sup>  
**Cota:** 3.370 m s.n.m.

#### LOCALIZACIÓN Y ACCESO

El salar de Pedernales se encuentra en la zona oriental de la provincia de Chañaral, Región de Atacama. Cercano al mismo se encuentra diversos salares como son el de los Infieles al norte y la Laguna, Piedra Parada y Jilguero al este (figuras 1 y 4).

Para llegar hasta el salar, la manera más sencilla es partir desde Chañaral hasta la División El Salvador de CODELCO-Chile, siguiendo la Ruta C-13 y continuando por esta hasta llegar a la Ruta C-173 que alcanza las proximidades del lado oeste del salar.

#### GEOLOGÍA

El salar de Pedernales se emplaza en una cuenca de forma irregular, limitada al norte por el volcán Doña Inés y que se extiende hacia el sur-sureste. En el área predominan rocas volcánicas intrusivas, dacitas y andesitas de edad Cenozoica, las rocas más antiguas corresponden a rocas sedimentarias y volcánicas del Paleozoico-Jurásico medio. Estas corresponden al sustrato impermeable sobre las que se emplazan los depósitos evaporíticos del salar.

CODELCO-Chile, en el año 2011, con su plan de exploración del salar, realizó seis sondeos con una longitud total de 350 m, orientados a obtener muestras de las salmueras del salar. Del estudio del material extraído mediante técnicas sónicas, se

observó la presencia de ocho unidades litológicas diferenciadas hasta la roca basal, situada a 100 m de profundidad.

Las unidades se caracterizan por ser evaporitas de yeso y halita, con la presencia de unidades sedimentarias de arcilla y arenas, pero de escasa importancia. Estas unidades son más potentes en la zona del borde sur del salar. Por otra parte, la proporción de halita frente a sulfatos va siendo mucho mayor hacia las zonas centrales del salar.

En superficie, se reconoce una serie de sedimentos clásticos y evaporíticos que se han depositados desde el Mioceno Superior al presente. Los depósitos evaporíticos muestran una zonación asimétrica que sigue la secuencia de precipitación evaporítica clásica, con depósitos de sulfatos y cloruros en los márgenes y una zona central activa con acumulación de cloruros.

Los aportes hídricos superficiales provienen, principalmente de la sub-cuenca del río Juncalito y río La Ola en el sector sur.

Con los sondajes anteriormente indicados se determinó la formación de al menos tres acuíferos, dos de ellos confinados en capas de halita cristalina y el tercero en la capa basal de unidades evaporíticas, también en halitas cristalinas.

Cabe destacar que la cuenca del salar de Pedernales no es una cuenca cerrada, como ocurre con el resto de salares. Este hecho particular se debe a la acción humana, en concreto, a un túnel perforado en la década de 1930 y que vierta parte de la salmuera al río Salado, que fluye al noroeste del salar en un curso que lo lleva hasta el Océano Pacífico.

El salar sirve como fuente de abastecimiento de agua para la división de El Salvador de CODELCO-Chile. Esta bombea agua de las napas cercanas al salar y aguas diluidas.

## RECURSOS

El estudio realizado por Puig *et al.* (2012) para CODELCO-Chile indica unos valores de recursos para potasio y litio de 230 KT y 20 KT, respectivamente. Estos datos de recursos están determinados a partir de la estratigrafía y los acuíferos definidos en el área con mayor potencial para estos dos elementos, que comprende un área de 25 Km<sup>2</sup>, siendo extrapolado a un área final de 60 Km<sup>2</sup>.

Estos datos indican, como en el propio informe referenciado se comenta, una importancia económica limitada al compararse con los recursos de otros salares a nivel mundial.

## BIBLIOGRAFÍA

**Castro, S. 1982.** Estudio geológico e hidrogeológico del sector norte del salar de Pedernales y de las áreas Cerro Doña Inés, Salar de los infieles y llano de los Vicuñas III región. Universidad de Chile, 129 p. Santiago, Chile.

**Henríquez, H.; Montti, S.; Falcón, E. 1975.** Estudio hidrogeológico de la cuenca del Salar de Pedernales, provincia de Atacama. IIG, COBRESAL, 29 p. Santiago, Chile (Inédito).

**IIG, 1976.** Programa de trabajos hidrogeológicos en el sector sur del salar de Pedernales, IIG, COBRESAL, 6 p. Santiago, Chile.

**Puig, A.; Huete, C. 2012.** Antecedentes geológicos generales, Salar de Pedernales. CODELCO, 13 p. Santiago, Chile (inédito).

### 5.2.10 SALAR DE MARICUNGA



Figura 5.- Imagen tomada de Google Earth, ubicación del Salar de Maricunga (escala 1:318.000).

**Localización:**  
 26°55` S / 69°04` W  
 491.753 E / 7.021.187 S - HUSO 19  
 PSAD56

**Superficie cuenca:** 3.045-2.200 Km<sup>2</sup>  
**Superficie salar:** 145 Km<sup>2</sup>  
**Cota:** 3.760 m s.n.m.

### LOCALIZACIÓN Y ACCESO

El salar de Maricunga se encuentra ubicado al noreste de la provincia de Copiapó, Región de Atacama, en el extremo sur del Altiplano andino y próximo al límite internacional con Argentina (figuras 1 y 5). El acceso más sencillo de llegar es partir desde la ciudad de Copiapó siguiendo la Ruta Ch-31 por 52 Km, posteriormente la C-341 por 18 Km y finalmente la C-601 por 54 Km, llegando hasta el salar.

### GEOLOGÍA

El salar posee una forma ovalada, con una especie de apéndice creciendo hacia el sur hasta una serie de humedales separados unos 13 Km de la estructura central, la cual tiene unos 17 Km de largo de su eje mayor y unos 10 Km de longitud su eje menor.

La geología de la cuenca está dominada por rocas volcánicas tipo dacitas y andesitas del Cenozoico, con representación de secuencias de edad Paleozoica hasta el Jurásico medio, que incluyen rocas plutónicas junto con rocas sedimentarias intercaladas en secuencias volcánicas. En el lado oriental del salar existe un gran depósito sedimentario de edad Cuaternario. Sobre esta secuencia de rocas se acumulan los depósitos evaporíticos del salar.

Los depósitos evaporíticos existentes en el salar se pueden diferenciar en dos principales. En la parte noroeste se concentran depósitos con sales de tipo cloruradas mientras que en la zona sureste del salar las sales presentes son de facies sulfatadas y boratadas. Estas dos zonas están separadas entre sí por una serie de lagunas salobres que se orientan en dirección noreste-suroeste.

Junto a las facies salinas, existe una zona formada por materiales detríticos en el norte y el sureste del salar. Estos depósitos están formados por arcilla, limos y arenas con un cemento compuesto de sales, con una extensión de hasta 250 m de ancho, pero con escaso espesor.

En la zona clorurada se reconocen diferentes zonas por las sales precipitadas. Al este se encuentra una capa de halita (cloruro de sodio) de entre 1,5 a 2 cm de espesor, formada por cristales que no sobrepasan los 2 mm y que se deposita sobre la facies detrítica. Al sur de este depósito existe uno similar, pero que en este caso es surcado por canales que parten desde la salmuera más al occidente y que corre hacia el sureste, hasta encontrarse con el río interior, que nace de la laguna principal del salar. Esta unidad presenta una composición más rica en sulfatos y boratos con respecto a la que se encuentra más al norte, con una cantidad de entre 4 a 6% de yeso y 8% de ulexita.

En la parte noroeste del salar se presenta una costra plana de halita, que limita al este directamente con el basamento volcánico, al norte con la unidad de limos y gradacionalmente con la unidad de bloques de halita en el sur. Está formada por cristales de halita de entre 2 a 5 mm y con algo de yeso (3%) en su composición, formando una costra plana, firme y gruesa, con más de 15 cm de espesor, profundidad a la que se encuentra el nivel freático. Según su distribución se estima que esta capa sufre de procesos de disolución-precipitación estacionales, lo que impide que sea una capa mucho más competente y de bloques mayores.

La parte transicional desde la unidad anterior a la formada por bloques de halita presenta características híbridas entre ambas, con cristales de halita de 2 mm de largo y polígonos que comienzan a despegarse del sustrato salino para formar bloques.

La costra plana de halita en bloques se encuentra en el núcleo del salar. Está formada por cristales de halita de 2 mm de diámetro que forman una costra rugosa de polígonos de hasta 1 m, despegados del sustrato salino de 0,5 a 1 m.

Las facies boratadas y sulfatadas se encuentran en la parte sureste, con una elevación entre 1 a 2 m con respecto a las lagunas salobres y las facies cloruradas. Su composición se diferencia de las facies cloruradas por su mayor contenido de calcio, potasio, magnesio y sulfato, junto con concentraciones altas en boro y arsénico, mientras el litio se mantiene en concentraciones similares a las existentes más al norte.

En el extremo sureste se encuentra la facie boratada con yeso, que limita gradualmente con facies boratadas al sureste y al oeste con el río interno del salar. Está formada por cristales finos de yeso que conforman una capa relativamente gruesa. En ocasiones se presentan montículos de unas decenas de centímetros a 1-1,5 m de diámetro formados por agregados de calcita y material detrítico, rodeados por bolsones de ulexita.

La facie boratada con halita y yeso se encuentra hacia el interior del salar y también se encuentra limitada al oeste por el río y al este por una facies más sulfatada. Se trata de una mezcla de cristales de 0,5 a 1 mm de halita, yeso, y una proporción importante de ulexita, en forma de polvo agregado.

Junto a la laguna central se encuentra una costra boratada con halita y poco yeso, formada por cristales de halita algo de yeso y ulexita. En una sección vertical de 80 cm de espesor, tras los primeros 20 cm de profundidad se encuentra una unidad de 15 cm de ulexita con mezcla de limos y arcillas, 20 cm de limos cementados por sales y una capa de halita en el techo y el resto de la parte inferior (15 cm finales) hay una unidad masiva de ulexita húmeda con esferas de 2 a 10 cm de diámetro.

Las facies con mayor contenido de sulfatos se encuentran al sureste del salar, corresponde a una facie compuesta por halita con 30% de yeso y anhídrita, y al este de la laguna central, forma una costra clorurada de yeso con una proporción de 65/35 a favor del yeso frente a la halita.

El agua que llega al salar procede de las precipitaciones caídas directamente en su superficie (muy escasas) y de la nieve derretida de todas las alturas circundantes al salar, formando una red hidrográfica con más de 2.500 km<sup>2</sup> de superficie.

## RECURSOS

En el año 2010, CODELCO-Chile, realizó una reevaluación de los recursos en litio existentes en el salar de Maricunga. Según lo recogido en Puig *et al.* (2012) se tomaron las concentraciones del sector con mejores resultados para una superficie de 30 Km<sup>2</sup> y al que se le asignó una permeabilidad del 8%, la misma del salar de Atacama, y una columna de 50 m, obteniéndose 174.096 t de litio metálico o 900.000 t de carbonato de litio equivalente.

## BIBLIOGRAFÍA

**Carpenter, T.H. 2009.** Technical report on the salares 7 property Region III, Chile. 83 p. Calgary, Canada (en línea), consultado el 30 de septiembre de 2013, disponible en [http://www.salareslithium.com/i/pdf/reports/salares\\_7\\_43101.pdf](http://www.salareslithium.com/i/pdf/reports/salares_7_43101.pdf)

**CORFO, 1982.** Informe prospección preliminar Salar de Maricunga. CORFO, 33 p. Santiago, Chile.

**Hains, D. 2011.** Technical report on salar de Maricuga lithium project, northern chile prepared for li3 inc. Toronto (Canada). 105 p. Ontario, Canada (en línea), consultado el 30 de septiembre de 2013, disponible en [http://www.li3energy.com/projects/ni-43-101/IVG-LIEG\\_NI\\_43-101\\_Report.pdf](http://www.li3energy.com/projects/ni-43-101/IVG-LIEG_NI_43-101_Report.pdf)

**Hains, D.; Reidel, F. 2012.** Technical report on the Maricunga lithium project region III, Chile. 172 p. Toronto, Canada.

**Puig, A; Huete, C. 2012.** Antecedentes geológicos generales de exploración básica (geología y geoquímica), salar de Maricunga. CODELCO, 13 p. Santiago, Chile.

**Tassara, A. 1997.** Geología Superficial del Salar de Maricunga, Altiplano de Copiapó. III región de Atacama. SERNAGEOMIN, 24 p. Santiago, Chile.

## 6.- PROPIEDAD MINERA

La totalidad de la superficie de los salares comprendidos en este estudio se encuentra cubierto por concesiones mineras, amparadas en los Códigos mineros de 1932 y 1983, sean estos derechos de explotación o exploración. Las propiedades mineras que las instituciones del Estado mantienen en los salares de Atacama, Maricunga, Pedernales y Aguilar, considerando solo la superficie total de los salares incluidos en este estudio, las concesiones explotación del Estado cubren el 51,8% de esta.

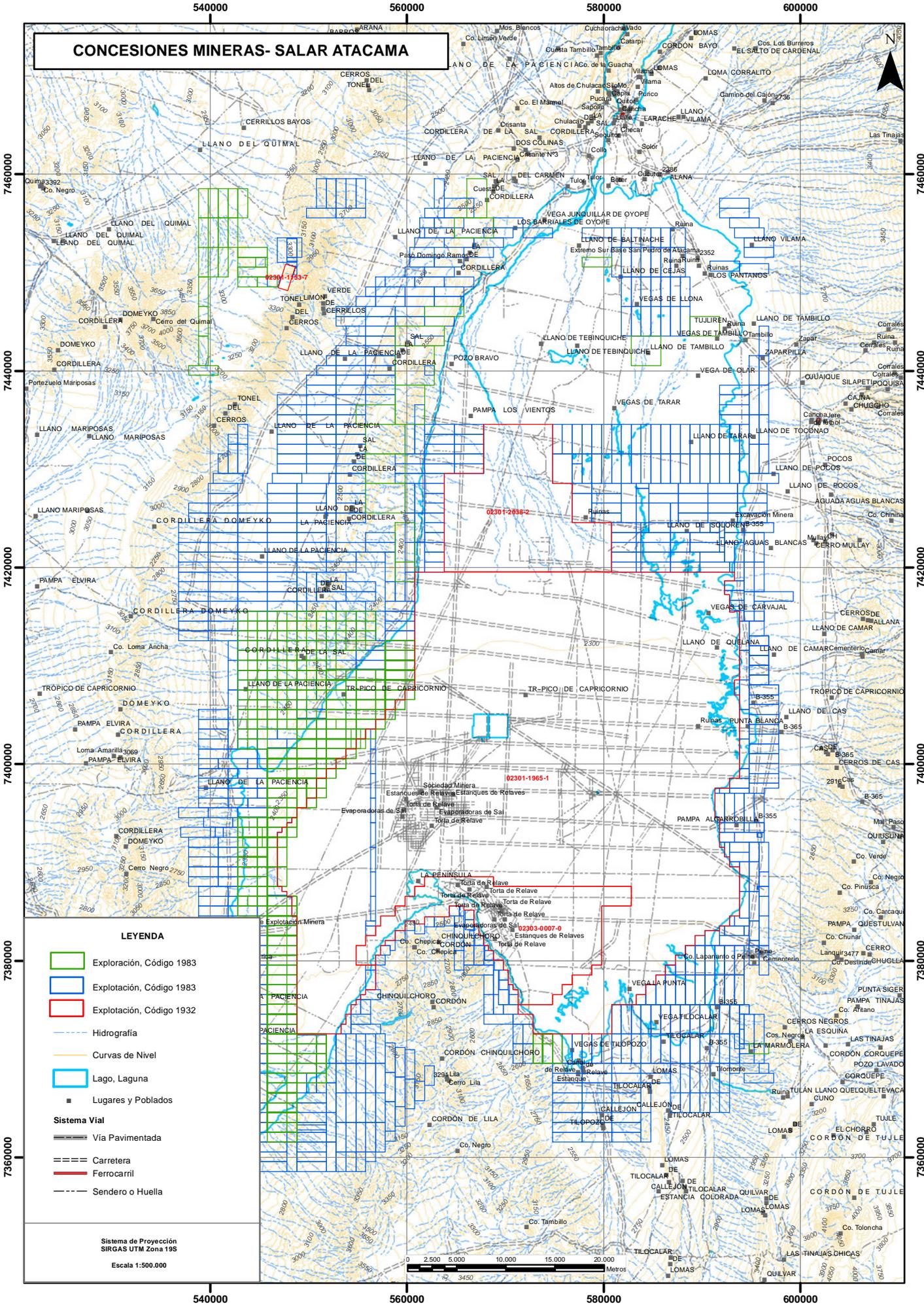
La totalidad de las concesiones de exploración vigentes al año 2013 (414.287 ha) están reguladas por el Código de Minería del año 1983 y de ella, sólo el 0,8% está en manos del Estado (3.200 ha) y corresponden a las concesiones de exploración que CODELCO-CHILE mantiene en el Salar de Pedernales y, en tanto, de las concesiones de explotación vigentes a la fecha, alcanzan a 34,4% (223.103 ha), y han sido otorgado según el Código de Minería del año 1932; y la totalidad de estas pertenecen al Estado Chile.

A continuación, en las figuras siguientes se muestran las concesiones mineras\* en los siguientes salares:

SALARES ZONA NORTE	SALARES ZONA SUR
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atacama</li> <li>• Tara</li> <li>• Aguas Calientes Norte ó 1</li> <li>• Pujsa</li> <li>• Loyoques o Quisquiro</li> <li>• Aguas Calientes Centro ó 2</li> <li>• El Laco</li> <li>• Aguas Caliente Sur ó 3</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aguas Calientes Sur Sur ó 4</li> <li>• Pajonales</li> <li>• Gorbea</li> <li>• Agua Amarga</li> <li>• La Isla</li> <li>• Aguilar</li> <li>• Parinas</li> <li>• Grande</li> <li>• Pedernales</li> <li>• Maricunga</li> </ul>

\* Concesiones mineras obtenidas a septiembre de 2013.

# CONCESIONES MINERAS- SALAR ATACAMA



## LEYENDA

- Exploración, Código 1983
- Explotación, Código 1983
- Explotación, Código 1932
- Hidrografía
- Curvas de Nivel
- Lago, Laguna
- Lugares y Poblados
- Sistema Vial**
- Via Pavimentada
- Carretera
- Ferrocarril
- Sendero o Huella

Sistema de Proyección  
SIRGAS UTM Zona 19S  
Escala 1:500.000



CONCESIONES DE EXPLORACIÓN MÍNERA - SALAR DE ATACAMA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
02206-E852-9	PASCANA 10	BHP CHILE INC	300
02301-C824-8	PURUMA 24	BHP CHILE INC	300
02301-C833-7	PURUMA 15	BHP CHILE INC	300
02301-C834-5	PURUMA 14	BHP CHILE INC	300
02301-D454-K	NEREIDA A 20	MINERA AUREX CHILE LTDA	300
02301-D455-8	NEREIDA A 21	MINERA AUREX CHILE LTDA	300
02301-D456-6	NEREIDA A 22	MINERA AUREX CHILE LTDA	300
02301-D457-4	NEREIDA A 23	MINERA AUREX CHILE LTDA	300
02301-D458-2	NEREIDA A 24	MINERA AUREX CHILE LTDA	300
02301-D460-4	NEREIDA A 26	MINERA AUREX CHILE LTDA	300
02301-D461-2	NEREIDA A 27	MINERA AUREX CHILE LTDA	300
02301-D462-0	NEREIDA A 28	MINERA AUREX CHILE LTDA	300
02301-D463-9	NEREIDA A 29	MINERA AUREX CHILE LTDA	300
02301-D464-7	NEREIDA A 32	MINERA AUREX CHILE LTDA	300
02301-D661-5	CELINDA UNO	DONOSO SILVA JOSE PABLO	100
02301-D727-1	BELEN UNO	SANTIAGO METALS LTD.	300
02301-D728-K	BELEN DOS	SANTIAGO METALS LTD.	300
02303-6738-8	BALTINACHE 128	SQM S.A.	300
02303-7052-4	CONSTANZA 1	SQM S.A.	300
02303-7053-2	CONSTANZA 2	SQM S.A.	300
02303-7054-0	CONSTANZA 3	SQM S.A.	300
02303-7055-9	CONSTANZA 4	SQM S.A.	300
02303-7056-7	CONSTANZA 5	SQM S.A.	300
02303-7057-5	CONSTANZA 6	SQM S.A.	300
02303-7058-3	CONSTANZA 7	SQM S.A.	300
02303-7059-1	CONSTANZA 8	SQM S.A.	300
02303-7060-5	CONSTANZA 9	SQM S.A.	300
02303-7061-3	CONSTANZA 10	SQM S.A.	300
02303-7062-1	CONSTANZA 11	SQM S.A.	300
02303-7063-K	CONSTANZA 12	SQM S.A.	300
02303-7064-8	CONSTANZA 13	SQM S.A.	300
02303-7065-6	CONSTANZA 14	SQM S.A.	300
02303-7066-4	CONSTANZA 15	SQM S.A.	300
02303-7067-2	CONSTANZA 16	SQM S.A.	300
02303-7068-0	CONSTANZA 17	SQM S.A.	300
02303-7069-9	CONSTANZA 18	SQM S.A.	300
02303-7070-2	CONSTANZA 19	SQM S.A.	300
02303-7071-0	CONSTANZA 20	SQM S.A.	300
02303-7072-9	CONSTANZA 21	SQM S.A.	300

CONCESIONES DE EXPLORACIÓN MÍNERA - SALAR DE ATACAMA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
02303-7073-7	CONSTANZA 22	SQM S.A.	300
02303-7074-5	CONSTANZA 23	SQM S.A.	300
02303-7075-3	CONSTANZA 24	SQM S.A.	300
02303-7076-1	CONSTANZA 25	SQM S.A.	300
02303-7077-K	CONSTANZA 26	SQM S.A.	300
02303-7078-8	CONSTANZA 27	SQM S.A.	300
02303-7079-6	CONSTANZA 28	SQM S.A.	300
02303-7080-K	CONSTANZA 29	SQM S.A.	300
02303-7081-8	CONSTANZA 30	SQM S.A.	300
02303-7082-6	CONSTANZA 31	SQM S.A.	300
02303-7083-4	CONSTANZA 32	SQM S.A.	300
02303-7084-2	CONSTANZA 33	SQM S.A.	300
02303-7085-0	CONSTANZA 34	SQM S.A.	300
02303-7086-9	CONSTANZA 35	SQM S.A.	300
02303-7087-7	CONSTANZA 36	SQM S.A.	300
02303-7088-5	CONSTANZA 37	SQM S.A.	300
02303-7089-3	CONSTANZA 38	SQM S.A.	200
02303-7090-7	CONSTANZA 39	SQM S.A.	300
02303-7091-5	CONSTANZA 40	SQM S.A.	200
02303-7092-3	CONSTANZA 41	SQM S.A.	300
02303-7093-1	CONSTANZA 42	SQM S.A.	300
02303-7094-K	CONSTANZA 43	SQM S.A.	300
02303-7095-8	CONSTANZA 44	SQM S.A.	300
02303-7096-6	CONSTANZA 45	SQM S.A.	300
02303-7097-4	CONSTANZA 46	SQM S.A.	300
02303-7098-2	CONSTANZA 47	SQM S.A.	300
02303-7099-0	CONSTANZA 48	SQM S.A.	300
02303-7100-8	CONSTANZA 49	SQM S.A.	300
02303-7101-6	CONSTANZA 50	SQM S.A.	200
02303-7102-4	CONSTANZA 51	SQM S.A.	300
02303-7103-2	CONSTANZA 52	SQM S.A.	300
02303-7104-0	CONSTANZA 53	SQM S.A.	300
02303-7105-9	CONSTANZA 54	SQM S.A.	300
02303-7106-7	CONSTANZA 55	SQM S.A.	300
02303-7107-5	CONSTANZA 56	SQM S.A.	300
02303-7108-3	CONSTANZA 57	SQM S.A.	100
02303-7109-1	CONSTANZA 58	SQM S.A.	200
02303-7110-5	CONSTANZA 59	SQM S.A.	300
02303-7111-3	CONSTANZA 60	SQM S.A.	300

CONCESIONES DE EXPLORACIÓN MÍNERA - SALAR DE ATACAMA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
02303-7112-1	CONSTANZA 61	SQM S.A.	300
02303-7113-K	CONSTANZA 62	SQM S.A.	300
02303-7114-8	CONSTANZA 63	SQM S.A.	300
02303-7115-6	CONSTANZA 64	SQM S.A.	300
02303-7116-4	CONSTANZA 65	SQM S.A.	300
02303-7117-2	CONSTANZA 66	SQM S.A.	300
02303-7118-0	CONSTANZA 67	SQM S.A.	100
02303-7119-9	CONSTANZA 68	SQM S.A.	200
02303-7120-2	CONSTANZA 69	SQM S.A.	300
02303-7121-0	CONSTANZA 70	SQM S.A.	300
02303-7122-9	CONSTANZA 71	SQM S.A.	300
02303-7123-7	CONSTANZA 72	SQM S.A.	300
02303-7124-5	CONSTANZA 73	SQM S.A.	300
02303-7125-3	CONSTANZA 74	SQM S.A.	100
02303-7126-1	CONSTANZA 75	SQM S.A.	200
02303-7127-K	CONSTANZA 76	SQM S.A.	300
02303-7128-8	CONSTANZA 77	SQM S.A.	300
02303-7129-6	CONSTANZA 78	SQM S.A.	300
02303-7130-K	CONSTANZA 79	SQM S.A.	300
02303-7131-8	CONSTANZA 80	SQM S.A.	300
02303-7132-6	CONSTANZA 81	SQM S.A.	300
02303-7133-4	CONSTANZA 82	SQM S.A.	300
02303-7765-0	ATACAMA 113	SCM VIRGINIA	300
02303-7766-9	ATACAMA 114	SCM VIRGINIA	300
02303-7780-4	ATACAMA 115	SCM VIRGINIA	300
02303-7781-2	ATACAMA 116	SCM VIRGINIA	300
02303-7782-0	ATACAMA 117	SCM VIRGINIA	300
02303-7783-9	ATACAMA 118	SCM VIRGINIA	300
02303-7784-7	ATACAMA 119	SCM VIRGINIA	300
02303-7785-5	ATACAMA 120	SCM VIRGINIA	300
02303-7786-3	ATACAMA 121	SCM VIRGINIA	100
02303-7787-1	ATACAMA 178	SCM VIRGINIA	300
02303-7788-K	ATACAMA 179	SCM VIRGINIA	300
02303-7789-8	ATACAMA 180	SCM VIRGINIA	300
02303-7790-1	ATACAMA 181	SCM VIRGINIA	300
02303-7791-K	ATACAMA 182	SCM VIRGINIA	300
02303-7792-8	ATACAMA 183	SCM VIRGINIA	300
02303-7793-6	ATACAMA 184	SCM VIRGINIA	300
02303-7794-4	ATACAMA 185	SCM VIRGINIA	300

CONCESIONES DE EXPLORACIÓN MÍNERA - SALAR DE ATACAMA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
02303-7795-2	ATACAMA 186	SCM VIRGINIA	200
02303-7796-0	ATACAMA 187	SCM VIRGINIA	300
02303-7797-9	ATACAMA 188	SCM VIRGINIA	200
02303-7798-7	ATACAMA 190	SCM VIRGINIA	300
02303-7799-5	ATACAMA 191	SCM VIRGINIA	300
02303-7800-2	ATACAMA 192	SCM VIRGINIA	300
02303-7801-0	ATACAMA 193	SCM VIRGINIA	300
02303-7802-9	ATACAMA 194	SCM VIRGINIA	300
02303-7803-7	ATACAMA 195	SCM VIRGINIA	300
02303-7804-5	ATACAMA 196	SCM VIRGINIA	300
02303-7805-3	ATACAMA 197	SCM VIRGINIA	300
02303-7806-1	ATACAMA 198	SCM VIRGINIA	300
02303-7807-K	ATACAMA 199	SCM VIRGINIA	300
02303-7808-8	ATACAMA 200	SCM VIRGINIA	300
02303-7809-6	ATACAMA 201	SCM VIRGINIA	300
02303-7810-K	ATACAMA 202	SCM VIRGINIA	300
02303-7811-8	ATACAMA 203	SCM VIRGINIA	300
02303-7812-6	ATACAMA 204	SCM VIRGINIA	300
02303-7813-4	ATACAMA 205	SCM VIRGINIA	300
02303-7814-2	ATACAMA 206	SCM VIRGINIA	300
02303-7815-0	ATACAMA 207	SCM VIRGINIA	300
02303-7816-9	ATACAMA 208	SCM VIRGINIA	300
02303-7817-7	ATACAMA 209	SCM VIRGINIA	300
02303-7818-5	ATACAMA 210	SCM VIRGINIA	300
02303-7819-3	ATACAMA 211	SCM VIRGINIA	300
02303-7820-7	ATACAMA 212	SCM VIRGINIA	300
02303-7845-2	ATACAMA 330	SCM VIRGINIA	300
02303-7846-0	ATACAMA 331	SCM VIRGINIA	300
02303-7847-9	ATACAMA 332	SCM VIRGINIA	300
02303-7848-7	ATACAMA 333	SCM VIRGINIA	300
02303-7849-5	ATACAMA 334	SCM VIRGINIA	200
02303-7850-9	ATACAMA 335	SCM VIRGINIA	100
02303-7851-7	ATACAMA 361	SCM VIRGINIA	300
02303-7852-5	ATACAMA 362	SCM VIRGINIA	300
02303-7853-3	ATACAMA 363	SCM VIRGINIA	200
02303-7854-1	ATACAMA 364	SCM VIRGINIA	100
02303-7855-K	ATACAMA 387	SCM VIRGINIA	300
02303-7856-8	ATACAMA 388	SCM VIRGINIA	300
02303-7857-6	ATACAMA 389	SCM VIRGINIA	300

CONCESIONES DE EXPLORACIÓN MÍNERA - SALAR DE ATACAMA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
02303-7858-4	ATACAMA 390	SCM VIRGINIA	300
02303-7859-2	ATACAMA 391	SCM VIRGINIA	300
02303-7860-6	ATACAMA UNO 113	SCM VIRGINIA	300
02303-7861-4	ATACAMA UNO 114	SCM VIRGINIA	300
02303-7862-2	ATACAMA UNO 115	SCM VIRGINIA	300
02303-7863-0	ATACAMA UNO 116	SCM VIRGINIA	300
02303-7864-9	ATACAMA UNO 117	SCM VIRGINIA	300
02303-7865-7	ATACAMA UNO 118	SCM VIRGINIA	300
02303-7866-5	ATACAMA UNO 119	SCM VIRGINIA	300
02303-7867-3	ATACAMA UNO 120	SCM VIRGINIA	300
02303-7868-1	ATACAMA UNO 121	SCM VIRGINIA	100
02303-7869-K	ATACAMA UNO 178	SCM VIRGINIA	300
02303-7870-3	ATACAMA UNO 179	SCM VIRGINIA	300
02303-7871-1	ATACAMA UNO 180	SCM VIRGINIA	300
02303-7872-K	ATACAMA UNO 181	SCM VIRGINIA	300
02303-7873-8	ATACAMA UNO 182	SCM VIRGINIA	300
02303-7874-6	ATACAMA UNO 183	SCM VIRGINIA	300
02303-7875-4	ATACAMA UNO 184	SCM VIRGINIA	300
02303-7876-2	ATACAMA UNO 185	SCM VIRGINIA	300
02303-7877-0	ATACAMA UNO 186	SCM VIRGINIA	200
02303-7878-9	ATACAMA UNO 187	SCM VIRGINIA	300
02303-7879-7	ATACAMA UNO 188	SCM VIRGINIA	200
02303-7880-0	ATACAMA UNO 190	SCM VIRGINIA	300
02303-7881-9	ATACAMA UNO 191	SCM VIRGINIA	300
02303-7882-7	ATACAMA UNO 192	SCM VIRGINIA	300
02303-7883-5	ATACAMA UNO 193	SCM VIRGINIA	300
02303-7884-3	ATACAMA UNO 194	SCM VIRGINIA	300
02303-7885-1	ATACAMA UNO 195	SCM VIRGINIA	300
02303-7886-K	ATACAMA UNO 196	SCM VIRGINIA	300
02303-7887-8	ATACAMA UNO 197	SCM VIRGINIA	300
02303-7888-6	ATACAMA UNO 198	SCM VIRGINIA	300
02303-7889-4	ATACAMA UNO 199	SCM VIRGINIA	300
02303-7890-8	ATACAMA UNO 200	SCM VIRGINIA	300
02303-7891-6	ATACAMA UNO 201	SCM VIRGINIA	300
02303-7892-4	ATACAMA UNO 202	SCM VIRGINIA	300
02303-7893-2	ATACAMA UNO 203	SCM VIRGINIA	300
02303-7894-0	ATACAMA UNO 204	SCM VIRGINIA	300
02303-7895-9	ATACAMA UNO 209	SCM VIRGINIA	300
02303-7896-7	ATACAMA UNO 205	SCM VIRGINIA	300

CONCESIONES DE EXPLORACIÓN MÍNERA - SALAR DE ATACAMA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
02303-7897-5	ATACAMA UNO 206	SCM VIRGINIA	300
02303-7898-3	ATACAMA UNO 207	SCM VIRGINIA	300
02303-7899-1	ATACAMA UNO 208	SCM VIRGINIA	300
02303-7900-9	ATACAMA UNO 210	SCM VIRGINIA	300
02303-7901-7	ATACAMA UNO 211	SCM VIRGINIA	300
02303-7902-5	ATACAMA UNO 212	SCM VIRGINIA	300
02303-7903-3	ATACAMA UNO 213	SCM VIRGINIA	300
02303-7904-1	ATACAMA UNO 244	SCM VIRGINIA	300
02303-7905-K	ATACAMA UNO 245	SCM VIRGINIA	300
02303-7906-8	ATACAMA UNO 246	SCM VIRGINIA	300
02303-7907-6	ATACAMA UNO 247	SCM VIRGINIA	300
02303-7908-4	ATACAMA UNO 248	SCM VIRGINIA	300
02303-7909-2	ATACAMA UNO 249	SCM VIRGINIA	300
02303-7910-6	ATACAMA UNO 250	SCM VIRGINIA	300
02303-7911-4	ATACAMA UNO 251	SCM VIRGINIA	200
02303-7912-2	ATACAMA UNO 252	SCM VIRGINIA	300
02303-7913-0	ATACAMA UNO 253	SCM VIRGINIA	300
02303-7914-9	ATACAMA UNO 254	SCM VIRGINIA	300
02303-7915-7	ATACAMA UNO 255	SCM VIRGINIA	300
02303-7916-5	ATACAMA UNO 287	SCM VIRGINIA	300
02303-7917-3	ATACAMA UNO 288	SCM VIRGINIA	300
02303-7918-1	ATACAMA UNO 289	SCM VIRGINIA	300
02303-7919-K	ATACAMA UNO 290	SCM VIRGINIA	300
02303-7920-3	ATACAMA UNO 291	SCM VIRGINIA	300
02303-7921-1	ATACAMA UNO 292	SCM VIRGINIA	300
02303-7922-K	ATACAMA UNO 293	SCM VIRGINIA	300
02303-7923-8	ATACAMA UNO 294	SCM VIRGINIA	300
02303-7924-6	ATACAMA UNO 295	SCM VIRGINIA	200
02303-7925-4	ATACAMA UNO 296	SCM VIRGINIA	100
02303-7926-2	ATACAMA UNO 329	SCM VIRGINIA	300
02303-7927-0	ATACAMA UNO 330	SCM VIRGINIA	300
02303-7928-9	ATACAMA UNO 331	SCM VIRGINIA	300
02303-7929-7	ATACAMA UNO 332	SCM VIRGINIA	300
02303-7930-0	ATACAMA UNO 333	SCM VIRGINIA	300
02303-7931-9	ATACAMA UNO 334	SCM VIRGINIA	200
02303-7932-7	ATACAMA UNO 335	SCM VIRGINIA	100
02303-7933-5	ATACAMA UNO 362	SCM VIRGINIA	300
02303-7934-3	ATACAMA UNO 363	SCM VIRGINIA	200
02303-7935-1	ATACAMA UNO 364	SCM VIRGINIA	100

CONCESIONES DE EXPLORACIÓN MÍNERA - SALAR DE ATACAMA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
02303-7936-K	ATACAMA UNO 387	SCM VIRGINIA	300
02303-7937-8	ATACAMA UNO 388	SCM VIRGINIA	300
02303-7938-6	ATACAMA UNO 389	SCM VIRGINIA	300
02303-7939-4	ATACAMA UNO 390	SCM VIRGINIA	300
02303-7940-8	ATACAMA UNO 391	SCM VIRGINIA	300
02303-7941-6	ATACAMA DOS 113	SCM VIRGINIA	200
02303-7942-4	ATACAMA DOS 114	SCM VIRGINIA	200
02303-7943-2	ATACAMA DOS 115	SCM VIRGINIA	200
02303-7944-0	ATACAMA DOS 116	SCM VIRGINIA	200
02303-7945-9	ATACAMA DOS 117	SCM VIRGINIA	200
02303-7946-7	ATACAMA DOS 118	SCM VIRGINIA	200
02303-7947-5	ATACAMA DOS 119	SCM VIRGINIA	200
02303-7948-3	ATACAMA DOS 120	SCM VIRGINIA	200
02303-7949-1	ATACAMA DOS 121	SCM VIRGINIA	200
02303-7950-5	ATACAMA DOS 178	SCM VIRGINIA	200
02303-7951-3	ATACAMA DOS 179	SCM VIRGINIA	200
02303-7952-1	ATACAMA DOS 180	SCM VIRGINIA	200
02303-7953-K	ATACAMA DOS 181	SCM VIRGINIA	200
02303-7954-8	ATACAMA DOS 182	SCM VIRGINIA	200
02303-7955-6	ATACAMA DOS 183	SCM VIRGINIA	200
02303-7974-2	ATACAMA DOS 205	SCM VIRGINIA	200
02303-7975-0	ATACAMA DOS 206	SCM VIRGINIA	200
02303-7976-9	ATACAMA DOS 207	SCM VIRGINIA	200
02303-7977-7	ATACAMA DOS 208	SCM VIRGINIA	200
02303-7978-5	ATACAMA DOS 209	SCM VIRGINIA	200
02303-7979-3	ATACAMA DOS 210	SCM VIRGINIA	200
02303-7980-7	ATACAMA DOS 211	SCM VIRGINIA	200
02303-7981-5	ATACAMA DOS 212	SCM VIRGINIA	200
02303-7982-3	ATACAMA DOS 213	SCM VIRGINIA	200
02303-7983-1	ATACAMA DOS 244	SCM VIRGINIA	200
02303-7984-K	ATACAMA DOS 245	SCM VIRGINIA	200
02303-7985-8	ATACAMA DOS 246	SCM VIRGINIA	200
02303-7986-6	ATACAMA DOS 247	SCM VIRGINIA	200
02303-7987-4	ATACAMA DOS 248	SCM VIRGINIA	200
02303-7988-2	ATACAMA DOS 249	SCM VIRGINIA	200
02303-7989-0	ATACAMA DOS 250	SCM VIRGINIA	200
02303-7990-4	ATACAMA DOS 252	SCM VIRGINIA	200
02303-7991-2	ATACAMA DOS 253	SCM VIRGINIA	200
02303-7992-0	ATACAMA DOS 255	SCM VIRGINIA	200

CONCESIONES DE EXPLORACIÓN MÍNERA - SALAR DE ATACAMA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
02303-7993-9	ATACAMA DOS 287	SCM VIRGINIA	200
02303-7994-7	ATACAMA DOS 288	SCM VIRGINIA	200
02303-7995-5	ATACAMA DOS 289	SCM VIRGINIA	200
02303-7996-3	ATACAMA DOS 290	SCM VIRGINIA	200
02303-7997-1	ATACAMA DOS 291	SCM VIRGINIA	200
02303-7998-K	ATACAMA DOS 292	SCM VIRGINIA	200
02303-7999-8	ATACAMA DOS 293	SCM VIRGINIA	200
02303-8000-7	ATACAMA DOS 294	SCM VIRGINIA	200
02303-8001-5	ATACAMA DOS 296	SCM VIRGINIA	200
02303-8002-3	ATACAMA DOS 329	SCM VIRGINIA	200
02303-8003-1	ATACAMA DOS 330	SCM VIRGINIA	200
02303-8004-K	ATACAMA DOS 331	SCM VIRGINIA	200
02303-8005-8	ATACAMA DOS 332	SCM VIRGINIA	200
02303-8006-6	ATACAMA DOS 333	SCM VIRGINIA	200
02303-8015-5	ATACAMA DOS 388	SCM VIRGINIA	200
02303-8016-3	ATACAMA DOS 254	SCM VIRGINIA	200
02303-8017-1	ATACAMA UNO 361	SCM VIRGINIA	300
02303-8018-K	SAN 1	SCM VIRGINIA	200
02303-8019-8	SAN 2	SCM VIRGINIA	200
02303-8021-K	SAN 4	SCM VIRGINIA	200
02303-8022-8	SAN 5	SCM VIRGINIA	200
02303-8023-6	SAN 6	SCM VIRGINIA	200
02303-8024-4	SAN 7	SCM VIRGINIA	200
02303-8025-2	SAN 8	SCM VIRGINIA	200
02303-8026-0	SAN 9	SCM VIRGINIA	200
02303-8027-9	SAN 10	SCM VIRGINIA	200
02303-8028-7	SAN 11	SCM VIRGINIA	200
02303-8029-5	SAN 12	SCM VIRGINIA	200
02303-8030-9	SAN 13	SCM VIRGINIA	200
02303-8031-7	SAN 14	SCM VIRGINIA	200
02303-8032-5	SAN 15	SCM VIRGINIA	200
02303-8033-3	SAN 16	SCM VIRGINIA	200
02303-8034-1	SAN 17	SCM VIRGINIA	200
02303-8035-K	SAN 18	SCM VIRGINIA	200
02303-8036-8	SAN 19	SCM VIRGINIA	200
02303-8037-6	SAN 20	SCM VIRGINIA	200
02303-8038-4	SAN 21	SCM VIRGINIA	200
02303-8039-2	SAN 22	SCM VIRGINIA	200
02303-8040-6	SAN 23	SCM VIRGINIA	200

CONCESIONES DE EXPLORACIÓN MÍNERA - SALAR DE ATACAMA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
02303-8041-4	SAN 24	SCM VIRGINIA	200
02303-8042-2	SAN 25	SCM VIRGINIA	200
02303-8043-0	SAN 26	SCM VIRGINIA	200
02303-8044-9	SAN 27	SCM VIRGINIA	200
02303-8045-7	SAN 28	SCM VIRGINIA	200
02303-8046-5	SAN 29	SCM VIRGINIA	200
02303-8047-3	SAN 30	SCM VIRGINIA	200
02303-8048-1	SAN 31	SCM VIRGINIA	200
02303-8049-K	SAN 32	SCM VIRGINIA	200
02303-8050-3	SAN 33	SCM VIRGINIA	200
02303-8051-1	SAN 34	SCM VIRGINIA	200
02303-8052-K	SAN 35	SCM VIRGINIA	200
02303-8053-8	SAN 36	SCM VIRGINIA	200
02303-8054-6	SAN 37	SCM VIRGINIA	200
02303-8055-4	SAN 38	SCM VIRGINIA	200
02303-8056-2	SAN 39	SCM VIRGINIA	200
02303-8057-0	SAN 40	SCM VIRGINIA	200
02303-8058-9	SAN 41	SCM VIRGINIA	200
02303-8059-7	SAN 42	SCM VIRGINIA	200
02303-8060-0	SAN 43	SCM VIRGINIA	200
02303-8061-9	SAN 44	SCM VIRGINIA	200
02303-8062-7	SAN 45	SCM VIRGINIA	200
02303-8063-5	SAN 46	SCM VIRGINIA	200
02303-8064-3	SAN 47	SCM VIRGINIA	200
02303-8065-1	SAN 48	SCM VIRGINIA	200
02303-8066-K	SAN 49	SCM VIRGINIA	200
02303-8067-8	SAN 50	SCM VIRGINIA	200
02303-8068-6	SAN 51	SCM VIRGINIA	200
02303-8069-4	SAN 52	SCM VIRGINIA	200
02303-8070-8	SAN 53	SCM VIRGINIA	200
02303-8071-6	SAN 54	SCM VIRGINIA	200
02303-8072-4	SAN 55	SCM VIRGINIA	200
02303-8073-2	SAN 56	SCM VIRGINIA	200
02303-8074-0	SAN 57	SCM VIRGINIA	200
02303-8075-9	SAN 58	SCM VIRGINIA	200
02303-8076-7	SAN 59	SCM VIRGINIA	200
02303-8077-5	SAN 60	SCM VIRGINIA	200
02303-8078-3	SAN 61	SCM VIRGINIA	200
02303-8079-1	SAN 62	SCM VIRGINIA	200

CONCESIONES DE EXPLORACIÓN MÍNERA - SALAR DE ATACAMA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
02303-8080-5	SAN 63	SCM VIRGINIA	200
02303-8081-3	SAN 64	SCM VIRGINIA	200
02303-8082-1	SAN 65	SCM VIRGINIA	200
02303-8083-K	SAN 66	SCM VIRGINIA	200
02303-8084-8	SAN 67	SCM VIRGINIA	200
02303-8085-6	SAN 68	SCM VIRGINIA	200
02303-8086-4	SAN 69	SCM VIRGINIA	200
02303-8087-2	SAN 70	SCM VIRGINIA	200
02303-8088-0	SAN 71	SCM VIRGINIA	200
02303-8089-9	SAN 72	SCM VIRGINIA	200
02303-8090-2	SAN 73	SCM VIRGINIA	200
02303-8091-0	SAN 74	SCM VIRGINIA	200
02303-8092-9	SAN 75	SCM VIRGINIA	200
02303-8093-7	SAN 76	SCM VIRGINIA	200
02303-8094-5	SAN 77	SCM VIRGINIA	200
02303-8095-3	SAN 78	SCM VIRGINIA	200
02303-8096-1	SAN 79	SCM VIRGINIA	200
02303-8097-K	SAN 80	SCM VIRGINIA	200
02303-8098-8	SAN 81	SCM VIRGINIA	200
02303-8099-6	SAN 82	SCM VIRGINIA	200
02303-8100-3	SAN 83	SCM VIRGINIA	200
02303-8101-1	SAN 84	SCM VIRGINIA	200
02303-8102-K	SAN 85	SCM VIRGINIA	200
02303-8103-8	SAN 86	SCM VIRGINIA	200
02303-8104-6	SAN 87	SCM VIRGINIA	200
02303-8105-4	SAN 88	SCM VIRGINIA	200
02303-8106-2	SAN 89	SCM VIRGINIA	200
02303-8107-0	SAN 90	SCM VIRGINIA	200
02303-8108-9	SAN 91	SCM VIRGINIA	200
02303-8109-7	SAN 92	SCM VIRGINIA	200
02303-8110-0	SAN 93	SCM VIRGINIA	200
02303-8111-9	SAN 94	SCM VIRGINIA	200
02303-8112-7	SAN 95	SCM VIRGINIA	200
02303-8113-5	SAN 96	SCM VIRGINIA	200
02303-8114-3	SAN 97	SCM VIRGINIA	200
02303-8115-1	SAN 98	SCM VIRGINIA	200
02303-8116-K	SAN 99	SCM VIRGINIA	200
02303-8117-8	SAN 100	SCM VIRGINIA	200
02303-8118-6	SAN 101	SCM VIRGINIA	200

CONCESIONES DE EXPLORACIÓN MÍNERA - SALAR DE ATACAMA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
02303-8120-8	SAN 103	SCM VIRGINIA	200
02303-8121-6	SAN 104	SCM VIRGINIA	200
02303-8122-4	SAN 105	SCM VIRGINIA	200
02303-8123-2	SAN 106	SCM VIRGINIA	200
02303-8124-0	SAN 107	SCM VIRGINIA	200
02303-8125-9	SAN 108	SCM VIRGINIA	200
02303-8126-7	SAN 109	SCM VIRGINIA	200
02303-8127-5	SAN 110	SCM VIRGINIA	200
02303-8128-3	SAN 111	SCM VIRGINIA	200
02303-8129-1	SAN 112	SCM VIRGINIA	200
02303-8130-5	SAN 113	SCM VIRGINIA	200
02303-8131-3	SAN 114	SCM VIRGINIA	200
02303-8132-1	SAN 115	SCM VIRGINIA	200
02303-8133-K	SAN 116	SCM VIRGINIA	200
02303-8134-8	SAN 117	SCM VIRGINIA	200
02303-8135-6	SAN 118	SCM VIRGINIA	200
02303-8136-4	SAN 119	SCM VIRGINIA	200
02303-8137-2	SAN 120	SCM VIRGINIA	200
02303-8138-0	SAN 121	SCM VIRGINIA	200
02303-8139-9	SAN 122	SCM VIRGINIA	200
02303-8671-4	CELINDA 7	GUILLERMO DONOSO SILVA Y OTRO	300
02303-8680-3	LLANO I 12	SQM S.A.	800
02303-8681-1	LLANO I 11	SQM S.A.	800
02303-8682-K	LLANO I 10	SQM S.A.	400
02303-8683-8	LLANO I 9	SQM S.A.	1000
02303-8684-6	LLANO I 8	SQM S.A.	1600
02303-8685-4	LLANO I 7	SQM S.A.	1200
02303-8686-2	LLANO I 6	SQM S.A.	800
02303-8687-0	LLANO I 5	SQM S.A.	1200
02303-8688-9	LLANO I 4	SQM S.A.	1200
02303-8689-7	LLANO I 3	SQM S.A.	1200
02303-8690-0	LLANO I 2	SQM S.A.	400
02303-8691-9	LLANO I 1	SQM S.A.	800
02303-8693-5	PURUMA 34	BHP CHILE INC	300
02303-8695-1	PURUMA 32	BHP CHILE INC	300
02303-8875-K	KOREA 1	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8876-8	KOREA 2	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8877-6	KOREA 3	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-8878-4	KOREA 4	SLM NX UNO DE PEINE	300

CONCESIONES DE EXPLORACIÓN MÍNERA - SALAR DE ATACAMA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
02303-8879-2	KOREA 5	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8880-6	KOREA 6	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-8881-4	KOREA 7	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8882-2	KOREA 8	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8883-0	KOREA 9	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-8884-9	KOREA 10	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8885-7	KOREA 11	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8886-5	KOREA 12	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-8887-3	KOREA 13	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8888-1	KOREA 14	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8889-K	KOREA 15	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-8890-3	KOREA 16	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8891-1	KOREA 17	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8892-K	KOREA 18	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-8893-8	KOREA 19	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8894-6	KOREA 20	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8895-4	KOREA 21	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-8896-2	KOREA 22	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8897-0	KOREA 23	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8898-9	KOREA 24	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-8899-7	KOREA 25	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-8900-4	KOREA 26	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8901-2	KOREA 27	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8902-0	KOREA 28	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-8903-9	KOREA 29	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8904-7	KOREA 30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8905-5	KOREA 31	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-8906-3	KOREA 32	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8907-1	KOREA 33	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8908-K	KOREA 34	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-8909-8	KOREA 35	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8910-1	KOREA 36	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8911-K	KOREA 37	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-8912-8	KOREA 38	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8913-6	KOREA 39	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8914-4	KOREA 40	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-8915-2	KOREA 41	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8916-0	KOREA 42	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8917-9	KOREA 43	SLM NX UNO DE PEINE	200

CONCESIONES DE EXPLORACIÓN MÍNERA - SALAR DE ATACAMA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
02303-8918-7	KOREA 44	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8919-5	KOREA 45	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8920-9	KOREA 46	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-8921-7	KOREA 47	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8922-5	KOREA 48	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8923-3	KOREA 49	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-8924-1	KOREA 50	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-8925-K	KOREA 51	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-8926-8	KOREA 52	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8927-6	KOREA 53	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8928-4	KOREA 54	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-8929-2	KOREA 55	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-8930-6	KOREA 56	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-8931-4	KOREA 57	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8932-2	KOREA 58	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8933-0	KOREA 59	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-8934-9	KOREA 60	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8935-7	KOREA 61	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8936-5	KOREA 62	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-8937-3	KOREA 63	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8938-1	KOREA 64	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8939-K	KOREA 65	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-8940-3	KOREA 66	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8941-1	KOREA 67	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8942-K	KOREA 68	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-8943-8	KOREA 69	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8944-6	KOREA 70	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8945-4	KOREA 71	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-8946-2	KOREA 72	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8947-0	KOREA 73	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8948-9	KOREA 74	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-8949-7	KOREA 75	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8950-0	KOREA 76	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8951-9	KOREA 77	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-8952-7	KOREA 78	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8953-5	KOREA 79	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8954-3	KOREA 80	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-8955-1	KOREA 81	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8956-K	KOREA 82	SLM NX UNO DE PEINE	300

CONCESIONES DE EXPLORACIÓN MÍNERA - SALAR DE ATACAMA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
02303-8957-8	KOREA 83	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-8958-6	KOREA 84	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8959-4	KOREA 85	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8960-8	KOREA 86	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-8961-6	KOREA 87	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8962-4	KOREA 88	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8963-2	KOREA 89	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-8964-0	KOREA 90	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8965-9	KOREA 91	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8966-7	KOREA 92	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-8967-5	KOREA 93	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8968-3	KOREA 94	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8969-1	KOREA 95	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-8970-5	KOREA 96	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8971-3	KOREA 97	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8972-1	KOREA 98	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-8973-K	KOREA 99	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8974-8	KOREA 100	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8975-6	KOREA 101	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-8976-4	KOREA 102	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8977-2	KOREA 103	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8978-0	KOREA 104	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-8979-9	KOREA 105	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8980-2	KOREA 106	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8981-0	KOREA 107	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-8982-9	KOREA 108	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8983-7	KOREA 109	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8984-5	KOREA 110	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-8985-3	KOREA 111	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8986-1	KOREA 112	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8987-K	KOREA 113	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-8988-8	KOREA 114	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8989-6	KOREA 115	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8990-K	KOREA 116	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-8991-8	KOREA 117	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8992-6	KOREA 118	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8993-4	KOREA 119	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-8994-2	KOREA 120	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8995-0	KOREA 121	SLM NX UNO DE PEINE	300

CONCESIONES DE EXPLORACIÓN MÍNERA - SALAR DE ATACAMA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
02303-8996-9	KOREA 122	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-8997-7	KOREA 123	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8998-5	KOREA 124	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-8999-3	KOREA 125	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-9000-2	KOREA 126	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-9001-0	KOREA 127	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-9002-9	KOREA 128	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-9003-7	KOREA 129	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-9004-5	KOREA 130	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-9005-3	KOREA 131	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-9006-1	KOREA 132	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-9007-K	KOREA 133	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-9008-8	KOREA 134	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-9009-6	KOREA 135	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-9010-K	KOREA 136	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-9011-8	KOREA 137	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-9012-6	KOREA 138	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-9013-4	KOREA 139	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-9014-2	KOREA 140	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-9015-0	KOREA 141	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-9016-9	KOREA 142	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-9017-7	KOREA 143	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-9018-5	KOREA 144	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-9019-3	KOREA 145	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-9020-7	KOREA 146	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-9021-5	KOREA 147	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-9022-3	KOREA 148	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-9023-1	KOREA 149	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-9024-K	KOREA 150	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-9025-8	KOREA 151	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-9026-6	KOREA 152	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-9027-4	KOREA 153	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-9028-2	KOREA 154	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-9029-0	KOREA 155	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-9030-4	KOREA 156	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-9031-2	KOREA 157	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-9032-0	KOREA 158	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-9033-9	KOREA 159	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-9034-7	KOREA 160	SLM NX UNO DE PEINE	200

CONCESIONES DE EXPLORACIÓN MÍNERA - SALAR DE ATACAMA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
02303-9035-5	KOREA 161	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-9036-3	KOREA 162	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-9037-1	KOREA 163	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-9038-K	KOREA 164	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-9039-8	KOREA 165	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-9040-1	KOREA 166	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-9041-K	KOREA 167	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-9042-8	KOREA 168	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-9043-6	KOREA 169	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-9044-4	KOREA 170	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-9045-2	KOREA 171	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-9046-0	KOREA 172	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-9047-9	KOREA 173	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-9048-7	KOREA 174	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-9049-5	KOREA 175	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-9050-9	KOREA 176	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-9051-7	KOREA 177	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-9052-5	KOREA 178	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-9053-3	KOREA 179	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-9054-1	KOREA 180	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-9055-K	KOREA 181	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-9056-8	KOREA 182	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-9057-6	KOREA 183	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-9058-4	KOREA 184	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-9059-2	KOREA 185	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-9060-6	KOREA 186	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-9061-4	KOREA 187	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-9062-2	KOREA 188	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-9063-0	KOREA 189	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-9064-9	KOREA 190	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-9065-7	KOREA 191	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-9066-5	KOREA 192	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-9067-3	KOREA 193	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-9068-1	KOREA 194	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-9069-K	KOREA 195	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-9070-3	KOREA 196	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-9071-1	KOREA 197	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-9072-K	KOREA 198	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-9073-8	KOREA 199	SLM NX UNO DE PEINE	200

CONCESIONES DE EXPLORACIÓN MÍNERA - SALAR DE ATACAMA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
02303-9074-6	KOREA 200	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-9075-4	KOREA 201	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-9076-2	KOREA 202	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-9077-0	KOREA 203	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-9078-9	KOREA 204	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-9079-7	KOREA 205	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-9080-0	KOREA 206	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-9081-9	KOREA 207	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-9082-7	KOREA 208	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-9083-5	KOREA 209	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-9084-3	KOREA 210	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-9085-1	KOREA 211	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-9086-K	KOREA 212	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-9087-8	KOREA 213	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-9088-6	KOREA 214	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-9089-4	KOREA 215	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-9090-8	KOREA 216	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-9091-6	KOREA 217	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-9092-4	KOREA 218	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-9093-2	KOREA 219	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-9094-0	KOREA 220	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-9095-9	KOREA 221	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-9096-7	KOREA 222	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-9097-5	KOREA 223	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-9098-3	KOREA 224	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-9099-1	KOREA 225	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-9100-9	KOREA 226	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-9101-7	KOREA 227	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-9102-5	KOREA 228	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-9103-3	KOREA 229	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-9104-1	KOREA 230	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-9105-K	KOREA 231	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-9106-8	KOREA 232	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-9108-4	CELINDA 9	CM VIENTO NORTE	300
02303-9109-2	CELINDA 10	CM VIENTO NORTE	300
02303-9110-6	CELINDA 12	CM VIENTO NORTE	200
02303-9111-4	CELINDA 13	CM VIENTO NORTE	200
02303-9152-1	MAGDALENA 1	SQM S.A.	600
02303-9153-K	MAGDALENA 2	SQM S.A.	600

CONCESIONES DE EXPLORACIÓN MÍNERA - SALAR DE ATACAMA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
02303-9154-8	MAGDALENA 3	SQM S.A.	600
02303-9155-6	MAGDALENA 4	SQM S.A.	600
02303-9156-4	MAGDALENA 5	SQM S.A.	600
02303-9157-2	MAGDALENA 6	SQM S.A.	600
02303-9158-0	MAGDALENA 7	SQM S.A.	600
02303-9159-9	MAGDALENA 8	SQM S.A.	600
02303-9160-2	MAGDALENA 9	SQM S.A.	600
02303-9161-0	MAGDALENA 10	SQM S.A.	600
02303-9162-9	MAGDALENA 11	SQM S.A.	600
02303-9163-7	MAGDALENA 12	SQM S.A.	600
02303-9164-5	MAGDALENA 13	SQM S.A.	600
02303-9165-3	MAGDALENA 14	SQM S.A.	600
02303-9166-1	MAGDALENA 15	SQM S.A.	600
02303-9167-K	MAGDALENA 16	SQM S.A.	600
02303-9168-8	MAGDALENA 17	SQM S.A.	600
02303-9169-6	MAGDALENA 18	SQM S.A.	600
02303-9170-K	MAGDALENA 19	SQM S.A.	600
02303-9171-8	MAGDALENA 20	SQM S.A.	600
02303-9172-6	MAGDALENA 21	SQM S.A.	600
02303-9173-4	MAGDALENA 22	SQM S.A.	600
02303-9174-2	MAGDALENA 23	SQM S.A.	600
02303-9175-0	MAGDALENA 24	SQM S.A.	600
02303-9176-9	MAGDALENA 25	SQM S.A.	600
02303-9177-7	MAGDALENA 26	SQM S.A.	600
02303-9178-5	MAGDALENA 27	SQM S.A.	600
02303-9179-3	MAGDALENA 28	SQM S.A.	600
02303-9180-7	MAGDALENA 29	SQM S.A.	600
02303-9181-5	MAGDALENA 30	SQM S.A.	600
02303-9182-3	MAGDALENA 31	SQM S.A.	600
02303-9183-1	MAGDALENA 32	SQM S.A.	600
02303-9184-K	MAGDALENA 33	SQM S.A.	600
02303-9185-8	MAGDALENA 34	SQM S.A.	600
02303-9186-6	MAGDALENA 35	SQM S.A.	600
02303-9187-4	MAGDALENA 36	SQM S.A.	600
02303-9188-2	MAGDALENA 37	SQM S.A.	600
02303-9189-0	MAGDALENA 38	SQM S.A.	400
02303-9190-4	MAGDALENA 39	SQM S.A.	600
02303-9191-2	MAGDALENA 40	SQM S.A.	400
02303-9192-0	MAGDALENA 41	SQM S.A.	600

CONCESIONES DE EXPLORACIÓN MÍNERA - SALAR DE ATACAMA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
02303-9193-9	MAGDALENA 42	SQM S.A.	600
02303-9194-7	MAGDALENA 43	SQM S.A.	600
02303-9195-5	MAGDALENA 44	SQM S.A.	600
02303-9196-3	MAGDALENA 45	SQM S.A.	600
02303-9197-1	MAGDALENA 46	SQM S.A.	600
02303-9198-K	MAGDALENA 47	SQM S.A.	600
02303-9199-8	MAGDALENA 48	SQM S.A.	600
02303-9200-5	MAGDALENA 49	SQM S.A.	600
02303-9201-3	MAGDALENA 50	SQM S.A.	400
02303-9202-1	MAGDALENA 51	SQM S.A.	600
02303-9203-K	MAGDALENA 52	SQM S.A.	600
02303-9204-8	MAGDALENA 53	SQM S.A.	600
02303-9205-6	MAGDALENA 54	SQM S.A.	600
02303-9206-4	MAGDALENA 55	SQM S.A.	600
02303-9207-2	MAGDALENA 56	SQM S.A.	600
02303-9208-0	MAGDALENA 57	SQM S.A.	200
02303-9209-9	MAGDALENA 58	SQM S.A.	400
02303-9210-2	MAGDALENA 59	SQM S.A.	600
02303-9211-0	MAGDALENA 60	SQM S.A.	600
02303-9212-9	MAGDALENA 61	SQM S.A.	600
02303-9213-7	MAGDALENA 62	SQM S.A.	600
02303-9214-5	MAGDALENA 63	SQM S.A.	600
02303-9215-3	MAGDALENA 64	SQM S.A.	600
02303-9216-1	MAGDALENA 65	SQM S.A.	600
02303-9217-K	MAGDALENA 66	SQM S.A.	600
02303-9218-8	MAGDALENA 67	SQM S.A.	200
02303-9219-6	MAGDALENA 68	SQM S.A.	400
02303-9220-K	MAGDALENA 69	SQM S.A.	600
02303-9221-8	MAGDALENA 70	SQM S.A.	600
02303-9222-6	MAGDALENA 71	SQM S.A.	600
02303-9223-4	MAGDALENA 82	SQM S.A.	600
02303-9224-2	MAGDALENA 81	SQM S.A.	600
02303-9225-0	MAGDALENA 80	SQM S.A.	600
02303-9226-9	MAGDALENA 79	SQM S.A.	600
02303-9227-7	MAGDALENA 78	SQM S.A.	600
02303-9228-5	MAGDALENA 77	SQM S.A.	600
02303-9229-3	MAGDALENA 76	SQM S.A.	600
02303-9230-7	MAGDALENA 75	SQM S.A.	400
02303-9231-5	MAGDALENA 74	SQM S.A.	200

CONCESIONES DE EXPLORACIÓN MÍNERA - SALAR DE ATACAMA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
02303-9232-3	MAGDALENA 73	SQM S.A.	600
02303-9233-1	MAGDALENA 72	SQM S.A.	600
02303-9250-1	BALTINACHE I 90	SQM S.A.	600
02303-9251-K	BALTINACHE I 62	SQM S.A.	900
02303-9252-8	PELCA 1	SEGURA OVALLE CLAUDIO	200
02303-9334-6	PAZ 1	SQM S.A.	600
02303-9335-4	PAZ 2	SQM S.A.	600
02303-9336-2	PAZ 3	SQM S.A.	600
02303-9337-0	PAZ 4	SQM S.A.	600
02303-9338-9	PAZ 5	SQM S.A.	600
02303-9339-7	PAZ 6	SQM S.A.	600
02303-9340-0	PAZ 7	SQM S.A.	600
02303-9341-9	PAZ 8	SQM S.A.	600
02303-9342-7	PAZ 9	SQM S.A.	600
02303-9343-5	PAZ 10	SQM S.A.	600
02303-9344-3	PAZ 11	SQM S.A.	600
02303-9345-1	PAZ 12	SQM S.A.	600
02303-9346-K	PAZ 13	SQM S.A.	600
02303-9347-8	PAZ 14	SQM S.A.	600
02303-9348-6	PAZ 15	SQM S.A.	600
02303-9349-4	PAZ 16	SQM S.A.	600
02303-9350-8	PAZ 17	SQM S.A.	600
02303-9351-6	PAZ 18	SQM S.A.	600
02303-9352-4	PAZ 19	SQM S.A.	600
02303-9353-2	PAZ 20	SQM S.A.	600
02303-9354-0	PAZ 21	SQM S.A.	600
02303-9355-9	PAZ 22	SQM S.A.	600
02303-9356-7	PAZ 23	SQM S.A.	600
02303-9357-5	PAZ 24	SQM S.A.	600
02303-9358-3	PAZ 25	SQM S.A.	600
02303-9359-1	PAZ 26	SQM S.A.	600
02303-9360-5	PAZ 27	SQM S.A.	600
02303-9361-3	PAZ 28	SQM S.A.	600
02303-9362-1	PAZ 29	SQM S.A.	600
02303-9363-K	PAZ 30	SQM S.A.	600
02303-9364-8	PAZ 31	SQM S.A.	600
02303-9365-6	PAZ 32	SQM S.A.	600
02303-9366-4	PAZ 33	SQM S.A.	600
02303-9367-2	PAZ 34	SQM S.A.	600

CONCESIONES DE EXPLORACIÓN MÍNERA - SALAR DE ATACAMA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
02303-9368-0	PAZ 35	SQM S.A.	600
02303-9369-9	PAZ 36	SQM S.A.	400
02303-9370-2	PAZ 37	SQM S.A.	600
02303-9371-0	PAZ 38	SQM S.A.	400
02303-9372-9	PAZ 39	SQM S.A.	600
02303-9373-7	PAZ 40	SQM S.A.	400
02303-9374-5	PAZ 41	SQM S.A.	600
02303-9375-3	PAZ 42	SQM S.A.	600
02303-9376-1	PAZ 43	SQM S.A.	600
02303-9377-K	PAZ 44	SQM S.A.	600
02303-9378-8	PAZ 45	SQM S.A.	600
02303-9379-6	PAZ 46	SQM S.A.	600
02303-9380-K	PAZ 47	SQM S.A.	600
02303-9381-8	PAZ 48	SQM S.A.	600
02303-9382-6	PAZ 49	SQM S.A.	600
02303-9383-4	PAZ 50	SQM S.A.	400
02303-9384-2	PAZ 51	SQM S.A.	600
02303-9385-0	PAZ 52	SQM S.A.	600
02303-9386-9	PAZ 53	SQM S.A.	600
02303-9387-7	PAZ 54	SQM S.A.	600
02303-9388-5	PAZ 55	SQM S.A.	600
02303-9389-3	PAZ 56	SQM S.A.	600
02303-9390-7	PAZ 57	SQM S.A.	200
02303-9391-5	PAZ 58	SQM S.A.	400
02303-9392-3	PAZ 59	SQM S.A.	600
02303-9393-1	PAZ 60	SQM S.A.	600
02303-9394-K	PAZ 61	SQM S.A.	600
02303-9395-8	PAZ 62	SQM S.A.	600
02303-9396-6	PAZ 63	SQM S.A.	600
02303-9397-4	PAZ 64	SQM S.A.	600
02303-9398-2	PAZ 65	SQM S.A.	600
02303-9399-0	PAZ 66	SQM S.A.	600
02303-9400-8	PAZ 67	SQM S.A.	200
02303-9401-6	PAZ 68	SQM S.A.	400
02303-9402-4	PAZ 69	SQM S.A.	600
02303-9403-2	PAZ 70	SQM S.A.	600
02303-9404-0	PAZ 71	SQM S.A.	600
02303-9405-9	PAZ 72	SQM S.A.	600
02303-9406-7	PAZ 73	SQM S.A.	600

CONCESIONES DE EXPLORACIÓN MÍNERA - SALAR DE ATACAMA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
02303-9407-5	PAZ 74	SQM S.A.	200
02303-9408-3	PAZ 75	SQM S.A.	400
02303-9409-1	PAZ 76	SQM S.A.	600
02303-9410-5	PAZ 77	SQM S.A.	600
02303-9411-3	PAZ 78	SQM S.A.	600
02303-9412-1	PAZ 79	SQM S.A.	600
02303-9413-K	PAZ 80	SQM S.A.	600
02303-9414-8	PAZ 81	SQM S.A.	600
02303-9415-6	PAZ 82	SQM S.A.	600

CONCESIONES EXPLOTACIÓN - CÓDIGO 1983 - SALAR DE ATACAMA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
02303-0064-K	ATACAMA 1 1/25	SQM S.A.	250
02303-0065-8	ATACAMA 2 1/25	SQM S.A.	250
02303-0066-6	ATACAMA 3 1/25	SQM S.A.	250
02303-0067-4	ATACAMA 4 1/25	SQM S.A.	250
02303-0068-2	ATACAMA 5 1/25	SQM S.A.	250
02303-0069-0	ATACAMA 6 1/30	SQM S.A.	300
02303-0070-4	ATACAMA 7 1/30	SQM S.A.	300
02303-0071-2	ATACAMA 8 1/30	SQM S.A.	300
02303-0072-0	ATACAMA 9 1/30	SQM S.A.	300
02303-0073-9	ATACAMA 10 1/30	SQM S.A.	300
02303-0074-7	ATACAMA 11 1/30	SQM S.A.	300
02303-0075-5	ATACAMA 12 1/20	SQM S.A.	200
02303-0076-3	ATACAMA 13 1/20	SQM S.A.	200
02303-0078-K	ATACAMA 15 1/5	SQM S.A.	50
02303-0079-8	ATACAMA 16 1/5	SQM S.A.	50
02303-0080-1	ATACAMA 17 1/5	SQM S.A.	50
02303-0081-K	ATACAMA 18 1/5	SQM S.A.	50
02303-0082-8	ATACAMA 19 1/5	SQM S.A.	50
02303-0083-6	ATACAMA 21 1/39	SQM S.A.	195
02303-0087-9	ATACAMA 25 1/30	SQM S.A.	300
02303-0088-7	ATACAMA 26 1/30	SQM S.A.	300
02303-0089-5	ATACAMA 27 1/30	SQM S.A.	300
02303-0090-9	ATACAMA 28 1/30	SQM S.A.	300
02303-0091-7	ATACAMA 29 1/30	SQM S.A.	300
02303-0092-5	ATACAMA 30 1/30	SQM S.A.	300
02303-0093-3	ATACAMA 31 1/30	SQM S.A.	300
02303-0094-1	ATACAMA 32 1/30	SQM S.A.	300

CONCESIONES EXPLOTACIÓN - CÓDIGO 1983 - SALAR DE ATACAMA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
02303-0095-K	ATACAMA 33 1/30	SQM S.A.	300
02303-0096-8	ATACAMA 34 1/30	SQM S.A.	300
02303-0097-6	ATACAMA 35 1/30	SQM S.A.	300
02303-0100-K	ATACAMA 38 1/10	SQM S.A.	100
02303-0101-8	ATACAMA 39 1/30	SQM S.A.	300
02303-0103-4	ATACAMA 42 1/13	SQM S.A.	65
02303-0104-2	ATACAMA 44 1/22	SQM S.A.	220
02303-0111-5	ATACAMA 51 1/8	SQM S.A.	80
02303-0116-6	ATACAMA 20 1/26	SQM S.A.	260
02303-0117-4	ATACAMA 40 1/30	SQM S.A.	300
02303-0118-2	ATACAMA 43 1/44	SQM S.A.	440
02303-0128-K	SALAR I 1/5	MINSAL LTDA	50
02303-0129-8	SALAR II 1/5	MINSAL LTDA	50
02303-0130-1	SALAR III 1/25	MINSAL LTDA	125
02303-0131-K	SALAR IV 1/25	MINSAL LTDA	125
02303-0132-8	SALAR V 1/25	MINSAL LTDA	125
02303-0133-6	SALAR VI 1/25	MINSAL LTDA	125
02303-0134-4	SALAR VII 1/25	MINSAL LTDA	125
02303-0135-2	SALAR VIII 1/25	MINSAL LTDA	125
02303-0136-0	SALAR IX 1/25	MINSAL LTDA	125
02303-0137-9	SALAR X 1/10	MINSAL LTDA	100
02303-0138-7	POTASIO 1 1/30	SQM POTASIO SA	300
02303-0139-5	POTASIO 2 1/30	SQM POTASIO SA	300
02303-0140-9	POTASIO 3 1/30	SQM POTASIO SA	300
02303-0141-7	POTASIO 4 1/30	SQM POTASIO SA	300
02303-0142-5	POTASIO 5 1/30	SQM POTASIO SA	300
02303-0144-1	POTASIO 7 1/30	SQM POTASIO SA	50
02303-0145-K	POTASIO 8 1/15	SQM POTASIO SA	150
02303-0196-4	SAMIN 1 1/30	SOC MRA SALAR DE ATACAMA SA.	300
02303-0197-2	SAMIN 1 31/60	SOC MRA SALAR DE ATACAMA SA.	300
02303-0198-0	SAMIN 1 61/90	SOC MRA SALAR DE ATACAMA SA.	300
02303-0199-9	SAMIN 1 91/120	SOC MRA SALAR DE ATACAMA SA.	300
02303-0204-9	SAMIN 3 1/10	SOC MRA SALAR DE ATACAMA SA.	100
02303-0206-5	NELLY 15 1/30	SQM S.A.	300
02303-0207-3	NELLY 15 31/60	SQM S.A.	300
02303-0208-1	NELLY 15 61/90	SQM S.A.	300
02303-0209-K	NELLY 15 91/120	SQM S.A.	300
02303-0210-3	NELLY 15 121/150	SQM S.A.	300
02303-0211-1	NELLY 16 1/30	SQM S.A.	300

CONCESIONES EXPLOTACIÓN - CÓDIGO 1983 - SALAR DE ATACAMA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
02303-0212-K	NELLY 16 31/60	SQM S.A.	300
02303-0213-8	NELLY 16 61/90	SQM S.A.	300
02303-0214-6	NELLY 16 91/120	SQM S.A.	300
02303-0215-4	NELLY 16 121/150	SQM S.A.	300
02303-0216-2	NELLY 30 1/20	SQM S.A.	200
02303-0217-0	NELLY 30 21/40	SQM S.A.	200
02303-0218-9	NELLY 30 41/60	SQM S.A.	200
02303-0219-7	NELLY 30 61/80	SQM S.A.	200
02303-0220-0	NELLY 30 81/100	SQM S.A.	200
02303-0221-9	NELLY 32 1/20	SQM S.A.	200
02303-0222-7	NELLY 32 21/40	SQM S.A.	200
02303-0223-5	NELLY 32 41/60	SQM S.A.	200
02303-0224-3	NELLY 32 61/80	SQM S.A.	200
02303-0225-1	NELLY 32 81/100	SQM S.A.	200
02303-0226-K	NELLY 34 1/30	SQM S.A.	300
02303-0227-8	NELLY 34 31/60	SQM S.A.	300
02303-0228-6	NELLY 34 61/90	SQM S.A.	300
02303-0229-4	NELLY 34 91/120	SQM S.A.	300
02303-0230-8	NELLY 34 121/150	SQM S.A.	300
02303-0231-6	NELLY 35 1/30	SQM S.A.	300
02303-0232-4	NELLY 35 31/60	SQM S.A.	300
02303-0233-2	NELLY 35 61/90	SQM S.A.	300
02303-0234-0	NELLY 35 91/120	SQM S.A.	300
02303-0235-9	NELLY 35 121/150	SQM S.A.	300
02303-0236-7	SAL 1 1/20	SOC MRA SALAR DE ATACAMA SA.	200
02303-0237-5	SAL 2 1/10	SOC MRA SALAR DE ATACAMA SA.	100
02303-0275-8	SUSANA 1 1/20	BHP CHILE INC	200
02303-0276-6	SUSANA 2 1/20	BHP CHILE INC	200
02303-0277-4	SUSANA 3 1/20	BHP CHILE INC	200
02303-0278-2	SUSANA 4 1/20	BHP CHILE INC	200
02303-0279-0	SUSANA 5 1/20	BHP CHILE INC	200
02303-0280-4	SUSANA 6 1/20	BHP CHILE INC	200
02303-0281-2	SUSANA 7 1/30	BHP CHILE INC	300
02303-0282-0	SUSANA 8 1/30	BHP CHILE INC	300
02303-0283-9	SUSANA 9 1/30	BHP CHILE INC	300
02303-0284-7	SUSANA 10 1/30	BHP CHILE INC	300
02303-0285-5	SUSANA 11 1/30	BHP CHILE INC	300
02303-0286-3	SUSANA 12 1/30	BHP CHILE INC	300
02303-0287-1	SUSANA 13 1/30	BHP CHILE INC	300

CONCESIONES EXPLOTACIÓN - CÓDIGO 1983 - SALAR DE ATACAMA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
02303-0288-K	SUSANA 14 1/45	BHP CHILE INC	450
02303-0293-6	SOCAIRE 1 1/30	SQM S.A.	300
02303-0294-4	SOCAIRE 1 31/60	SQM S.A.	300
02303-0295-2	SOCAIRE 1 61/90	SQM S.A.	300
02303-0296-0	SOCAIRE 1 91/120	SQM S.A.	300
02303-0297-9	SOCAIRE 1 121/150	SQM S.A.	300
02303-0298-7	SOCAIRE 2 1/30	SQM S.A.	300
02303-0299-5	SOCAIRE 2 31/60	SQM S.A.	300
02303-0300-2	SOCAIRE 2 61/90	SQM S.A.	300
02303-0301-0	SOCAIRE 2 91/120	SQM S.A.	300
02303-0302-9	SOCAIRE 2 121/143	SQM S.A.	225
02303-0331-2	VALESKA 3 1/30	BHP CHILE INC	300
02303-0332-0	VALESKA 4 1/30	BHP CHILE INC	300
02303-0333-9	VALESKA 5 1/30	BHP CHILE INC	300
02303-0334-7	VALESKA 6 1/30	BHP CHILE INC	300
02303-0335-5	VALESKA 7 1/30	BHP CHILE INC	300
02303-0336-3	VALESKA 8 1/30	BHP CHILE INC	300
02303-0337-1	VALESKA 9 1/30	BHP CHILE INC	300
02303-0338-K	VALESKA 12 1/30	BHP CHILE INC	300
02303-0339-8	VALESKA 13 1/30	BHP CHILE INC	300
02303-0340-1	VALESKA 14 1/30	BHP CHILE INC	300
02303-0341-K	VALESKA 15 1/30	BHP CHILE INC	300
02303-0342-8	VALESKA 16 1/30	BHP CHILE INC	300
02303-0343-6	VALESKA 17 1/30	BHP CHILE INC	300
02303-0344-4	VALESKA 18 1/30	BHP CHILE INC	300
02303-0349-5	ALGARROBILLA 8	SQM S.A.	2
02303-0351-7	ATACAMA 61 1/20	SQM SALAR S.A.	200
02303-0352-5	ATACAMA 62 1/20	SQM SALAR S.A.	200
02303-0360-6	PEINE 1 1/20	SQM S.A.	200
02303-0361-4	PEINE 2 1/30	SQM S.A.	300
02303-0366-5	ATACAMA 60 II 1/60	SQM S.A.	600
02303-0367-3	ATACAMA 63 II 1/60	SQM S.A.	600
02303-0372-K	CAPEL 2 1/30	DELFIN S.A.	300
02303-0373-8	CAPEL 7 1/20	DELFIN S.A.	200
02303-0374-6	RENATA SP4 1/4	SQM SALAR S.A.	16
02303-0376-2	CAPEL 1 1/30	DELFIN S.A.	300
02303-0377-0	DELFIN 3 1/10	DELFIN S.A.	100
02303-0378-9	DELFIN 4 1/30	DELFIN S.A.	300
02303-0381-9	CASEME 1 1/100	SOCIEDAD CHILENA DE LITIO LTDA	100

CONCESIONES EXPLOTACIÓN - CÓDIGO 1983 - SALAR DE ATACAMA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
02303-0382-7	CASEME 2 1/100	SOCIEDAD CHILENA DE LITIO LTDA	100
02303-0383-5	CASEME 3 1/75	SOCIEDAD CHILENA DE LITIO LTDA	75
02303-0384-3	CASEME 4 1/100	SOCIEDAD CHILENA DE LITIO LTDA	100
02303-0385-1	CASEME 5 1/97	SOCIEDAD CHILENA DE LITIO LTDA	97
02303-0386-K	CASEME 6 1/100	SOCIEDAD CHILENA DE LITIO LTDA	100
02303-0387-8	CASEME 11 1/46	SOCIEDAD CHILENA DE LITIO LTDA	46
02303-0388-6	CASEME 9 1/95	SOCIEDAD CHILENA DE LITIO LTDA	95
02303-0389-4	CASEME 10 1/100	SOCIEDAD CHILENA DE LITIO LTDA	100
02303-0390-8	CASEME 12 1/90	SOCIEDAD CHILENA DE LITIO LTDA	90
02303-0391-6	CASEME 13 1/90	SOCIEDAD CHILENA DE LITIO LTDA	90
02303-0811-K	NXDOSB 43 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0812-8	NXDOSB 44 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0813-6	NXDOSB 45 1/10	SLM NX UNO DE PEINE	100
02303-0814-4	NXDOSB 46 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-0815-2	NXDOSB 47 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0816-0	NXDOSM 48 1/15	SLM NX UNO DE PEINE	100
02303-0817-9	NXDOSB 48 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0818-7	NXDOSB 49 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0819-5	NXDOSB 50 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0820-9	NXDOSB 51 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0821-7	NXDOSB 52 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0822-5	NXDOSM 31 1/10	SLM NX UNO DE PEINE	55
02303-0824-1	CUNA 22 1/30	SQM S.A.	300
02303-0825-K	CUNA 30 1/30	SQM S.A.	270
02303-0826-8	CUNA 31 1/30	SQM S.A.	300
02303-0827-6	CUNA 32 1/30	SQM S.A.	300
02303-0828-4	CUNA 49 1/20	SQM S.A.	200
02303-0829-2	CUNA 50 1/10	SQM S.A.	90
02303-0830-6	CUNA 56 1/30	SQM S.A.	300
02303-0831-4	CUNA 59 1/10	SQM S.A.	100
02303-0832-2	CUNA 60 1/30	SQM S.A.	300
02303-0833-0	CUNA 63 1/30	SQM S.A.	300
02303-0834-9	CUNA 65 1/10	SQM S.A.	100
02303-0835-7	CUNA 66 1/30	SQM S.A.	300
02303-0836-5	CUNA 67 1/30	SQM S.A.	300
02303-0837-3	CUNA 68 1/10	SQM S.A.	100
02303-0838-1	CUNA 71 1/20	SQM S.A.	200
02303-0839-K	CUNA 73 1/30	SQM S.A.	270
02303-0840-3	CUNA 75 1/5	SQM S.A.	50

CONCESIONES EXPLOTACIÓN - CÓDIGO 1983 - SALAR DE ATACAMA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
02303-0392-4	CASEME 14 1/65	SOCIEDAD CHILENA DE LITIO LTDA	65
02303-0393-2	CASEME 15 1/90	SOCIEDAD CHILENA DE LITIO LTDA	90
02303-0394-0	CASEME 16 1/20	SOCIEDAD CHILENA DE LITIO LTDA	20
02303-0395-9	CASEME 17 1/90	SOCIEDAD CHILENA DE LITIO LTDA	90
02303-0396-7	CASEME 18 1/90	SOCIEDAD CHILENA DE LITIO LTDA	90
02303-0397-5	CASEME 19 1/90	SOCIEDAD CHILENA DE LITIO LTDA	90
02303-0398-3	CASEME 20 1/90	SOCIEDAD CHILENA DE LITIO LTDA	90
02303-0399-1	CASEME 21 1/65	SOCIEDAD CHILENA DE LITIO LTDA	65
02303-0400-9	CASEME 22 1/90	SOCIEDAD CHILENA DE LITIO LTDA	90
02303-0401-7	CASEME 7 1/100	SOCIEDAD CHILENA DE LITIO LTDA	100
02303-0402-5	CASEME 8 1/100	SOCIEDAD CHILENA DE LITIO LTDA	100
02303-0424-6	NX 1 1/45	SLM NX UNO DE PEINE	225
02303-0425-4	NX 2 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0426-2	NX 3 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0427-0	NX 4 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0428-9	NX 5 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0430-0	NX 7 1/15	SLM NX UNO DE PEINE	75
02303-0431-9	NX 8 1/20	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-0432-7	NX 10 1/5	SLM NX UNO DE PEINE	25
02303-0434-3	NX 12 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	275
02303-0435-1	NX 13 1/20	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-0436-K	NX 14 1/20	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-0437-8	NX 15 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0438-6	NX 16 1/27	SLM NX UNO DE PEINE	270
02303-0439-4	NX 17 1/5	SLM NX UNO DE PEINE	25
02303-0440-8	NX 18 1/15	SLM NX UNO DE PEINE	75
02303-0441-6	NX 19 1/10	SLM NX UNO DE PEINE	50
02303-0443-2	NX 32 1/11	SLM NX UNO DE PEINE	55
02303-0444-0	NX 33 1/45	SLM NX UNO DE PEINE	225
02303-0445-9	NX 40 1/15	SLM NX UNO DE PEINE	150
02303-0446-7	NX 45 1/5	SLM NX UNO DE PEINE	50
02303-0447-5	NX 47 1/15	SLM NX UNO DE PEINE	75
02303-0448-3	NX 48 1/15	SLM NX UNO DE PEINE	75
02303-0449-1	NX 49 1/10	SLM NX UNO DE PEINE	50
02303-0450-5	NX 50 1/20	SLM NX UNO DE PEINE	100
02303-0472-6	SALINA 22 1/6	SQM S.A.	50
02303-0473-4	SALINA 23 1/6	SQM S.A.	50
02303-0534-K	SALINA 84 1/10	SQM S.A.	100
02303-0555-2	NX 54 1/15	SLM NX UNO DE PEINE	150

CONCESIONES EXPLOTACIÓN - CÓDIGO 1983 - SALAR DE ATACAMA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
02303-0556-0	NX 55 1/20	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-0557-9	NX 56 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0558-7	RUTA 1 1/30	JORDAN ASTABURUAGA LUZ MARIA	300
02303-0559-5	RUTA 2 1/30	JORDAN ASTABURUAGA LUZ MARIA	300
02303-0567-6	NX 41 1/40	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-0568-4	NX 42 1/60	SLM NX UNO DE PEINE	294
02303-0569-2	NX 43 1/60	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0570-6	NX 44 1/40	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-0572-2	NX 53 1/60	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0573-0	BELEN 54 1/20	SLM NX UNO DE PEINE	100
02303-0574-9	BELEN 55 1/60	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0575-7	BELEN 56 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	130
02303-0576-5	BELEN 57 1/40	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-0578-1	NX 61 6/10-16/20 Y OTRAS	SLM NX UNO DE PEINE	150
02303-0579-K	NX 62 56/60-66/70 Y OTRAS	SLM NX UNO DE PEINE	125
02303-0580-3	NX 63 (6/20-26/40 Y OTRAS)	SLM NX UNO DE PEINE	175
02303-0581-1	BELEN 1 1/20	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-0582-K	BELEN 2 1/20	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-0583-8	BELEN 3 1/20	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-0584-6	BELEN 4 1/20	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-0585-4	BELEN 5 1/20	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-0586-2	BELEN 6 1/20	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-0587-0	BELEN 7 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0588-9	BELEN 8 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0589-7	BELEN 9 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0590-0	BELEN 10 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0591-9	BELEN 11 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0592-7	BELEN 12 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0593-5	BELEN 13 1/10	SLM NX UNO DE PEINE	100
02303-0594-3	BELEN 14 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0595-1	BELEN 15 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0596-K	BELEN 16 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0597-8	BELEN 17 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0598-6	BELEN 18 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0599-4	BELEN 19 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0600-1	BELEN 20 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0601-K	BELEN 21 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0602-8	BELEN 22 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0603-6	BELEN 23 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300

CONCESIONES EXPLOTACIÓN - CÓDIGO 1983 - SALAR DE ATACAMA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
02303-0604-4	BELEN 24 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0605-2	BELEN 25 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0606-0	BELEN 26 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0607-9	BELEN 27 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0608-7	BELEN 28 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0609-5	BELEN 29 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0610-9	BELEN 30 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0611-7	BELEN 31 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0612-5	BELEN 32 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0613-3	BELEN 33 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0614-1	BELEN 34 1/10	SLM NX UNO DE PEINE	100
02303-0615-K	BELEN 35 1/20	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-0616-8	BELEN 36 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0617-6	BELEN 37 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0618-4	BELEN 38 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0619-2	BELEN 39 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0620-6	BELEN 40 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0621-4	BELEN 41 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0622-2	BELEN 42 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0623-0	BELEN 43 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0624-9	BELEN 44 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0625-7	BELEN 45 1/10	SLM NX UNO DE PEINE	100
02303-0626-5	BELEN 46 1/20	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-0627-3	BELEN 47 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0628-1	BELEN 48 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0629-K	BELEN 49 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0630-3	BELEN 50 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0631-1	BELEN 51 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0632-K	BELEN 52 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0642-7	CAMI 21 1/10	SEGURA PASTINE MARCELO	100
02303-0643-5	CAMI 22 1/15	SEGURA PASTINE MARCELO	150
02303-0649-4	NX 20 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0650-8	NX 21 1/20	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-0651-6	NX 22 1/20	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-0652-4	NX 23 1/20	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-0653-2	NX 24 1/20	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-0654-0	NX 25 1/19	SLM NX UNO DE PEINE	190
02303-0655-9	NX 26 1/20	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-0656-7	NX 27 1/20	SLM NX UNO DE PEINE	170

CONCESIONES EXPLOTACIÓN - CÓDIGO 1983 - SALAR DE ATACAMA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
02303-0657-5	NX 28 1/15	SLM NX UNO DE PEINE	150
02303-0658-3	NX 29 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0659-1	NX 30 1/20	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-0660-5	NX 34 1/20	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-0661-3	NX 35 1/20	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-0662-1	NX 37 1/20	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-0663-K	NX 38 1/20	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-0664-8	NX 39 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0665-6	NX 46 1/10	SLM NX UNO DE PEINE	100
02303-0666-4	NX 51 1/10	SLM NX UNO DE PEINE	100
02303-0667-2	NX 36 1/20	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-0668-0	POTASIO 9 1/5	SQM S.A.	5
02303-0669-9	SALINA 101 1/30	SQM S.A.	300
02303-0670-2	SALINA 102 1/30	SQM S.A.	300
02303-0671-0	SALINA 103 1/30	SQM S.A.	300
02303-0672-9	SALINA 104 1/30	SQM S.A.	300
02303-0673-7	SALINA 105 1/30	SQM S.A.	300
02303-0674-5	SALINA 106 1/30	SQM S.A.	300
02303-0675-3	SALINA 107 1/30	SQM S.A.	300
02303-0676-1	SALINA 108 1/30	SQM S.A.	300
02303-0677-K	SALINA 109 1/30	SQM S.A.	300
02303-0678-8	SALINA 110 1/30	SQM S.A.	300
02303-0679-6	SALINA 111 1/30	SQM S.A.	300
02303-0680-K	SALINA 112 1/30	SQM S.A.	300
02303-0681-8	SALINA 113 1/30	SQM S.A.	300
02303-0682-6	SALINA 114 1/30	SQM S.A.	300
02303-0683-4	SALINA 115 1/30	SQM S.A.	300
02303-0684-2	SALINA 116 1/30	SQM S.A.	300
02303-0685-0	SALINA 117 1/30	SQM S.A.	300
02303-0686-9	SALINA 118 1/30	SQM S.A.	300
02303-0687-7	SALINA 119 1/30	SQM S.A.	300
02303-0688-5	SALINA 120 1/15	SQM S.A.	150
02303-0689-3	SALINA 121 1/15	SQM S.A.	150
02303-0690-7	SALINA 122 1/25	SQM S.A.	125
02303-0691-5	SALINA 123 1/5	SQM S.A.	50
02303-0692-3	SALINA 124 1/20	SQM S.A.	200
02303-0693-1	SALINA 125 1/10	SQM S.A.	100
02303-0694-K	SALINA 126 1/30	SQM S.A.	300
02303-0695-8	ORIENTE 113 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300

CONCESIONES EXPLOTACIÓN - CÓDIGO 1983 - SALAR DE ATACAMA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
02303-0696-6	ORIENTE 114 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0697-4	ORIENTE 115 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0698-2	ORIENTE 116 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0699-0	ORIENTE 117 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0700-8	ORIENTE 118 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0701-6	ORIENTE 119 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0702-4	ORIENTE 120 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0703-2	ORIENTE 121 1/10	SLM NX UNO DE PEINE	100
02303-0704-0	ORIENTE 178 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0705-9	ORIENTE 179 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0706-7	ORIENTE 180 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0707-5	ORIENTE 181 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0708-3	ORIENTE 182 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0709-1	ORIENTE 183 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0710-5	ORIENTE 184 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0711-3	ORIENTE 185 1/25	SLM NX UNO DE PEINE	225
02303-0712-1	ORIENTE 186 1/15	SLM NX UNO DE PEINE	125
02303-0713-K	ORIENTE 187 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0714-8	ORIENTE 188 1/20	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-0715-6	ORIENTE 190 1/25	SLM NX UNO DE PEINE	245
02303-0716-4	ORIENTE 191 1/25	SLM NX UNO DE PEINE	250
02303-0717-2	ORIENTE 192 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	295
02303-0718-0	ORIENTE 193 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0719-9	ORIENTE 194 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0720-2	ORIENTE 195 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0721-0	ORIENTE 196 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0722-9	ORIENTE 197 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0723-7	ORIENTE 198 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0724-5	ORIENTE 199 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0725-3	ORIENTE 200 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0726-1	ORIENTE 201 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0727-K	ORIENTE 202 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0728-8	ORIENTE 203 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0729-6	ORIENTE 204 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0730-K	ORIENTE 205 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0731-8	ORIENTE 206 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0732-6	ORIENTE 207 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0733-4	ORIENTE 208 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0734-2	ORIENTE 209 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300

CONCESIONES EXPLOTACIÓN - CÓDIGO 1983 - SALAR DE ATACAMA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
02303-0735-0	ORIENTE 210 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0736-9	ORIENTE 211 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0737-7	ORIENTE 212 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0738-5	ORIENTE 213 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0739-3	ORIENTE 244 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0740-7	ORIENTE 245 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0741-5	ORIENTE 246 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0742-3	ORIENTE 247 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0743-1	ORIENTE 248 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0744-K	ORIENTE 249 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0745-8	ORIENTE 250 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0746-6	ORIENTE 251 1/20	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-0747-4	ORIENTE 252 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	270
02303-0748-2	ORIENTE 253 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0749-0	ORIENTE 254 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0750-4	ORIENTE 255 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0751-2	ORIENTE 287 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0752-0	ORIENTE 288 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0753-9	ORIENTE 289 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0754-7	ORIENTE 290 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0755-5	ORIENTE 291 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0756-3	ORIENTE 292 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0757-1	ORIENTE 293 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0758-K	ORIENTE 294 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0759-8	ORIENTE 295 1/20	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-0760-1	ORIENTE 296 1/10	SLM NX UNO DE PEINE	100
02303-0761-K	ORIENTE 329 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0762-8	ORIENTE 330 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0763-6	ORIENTE 331 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0764-4	ORIENTE 332 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0765-2	ORIENTE 333 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0766-0	ORIENTE 334 1/20	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-0767-9	ORIENTE 335 1/10	SLM NX UNO DE PEINE	100
02303-0768-7	ORIENTE 361 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0769-5	ORIENTE 362 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0770-9	ORIENTE 363 1/20	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-0771-7	ORIENTE 364 1/10	SLM NX UNO DE PEINE	100
02303-0772-5	ORIENTE 387 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0773-3	ORIENTE 388 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300

CONCESIONES EXPLOTACIÓN - CÓDIGO 1983 - SALAR DE ATACAMA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
02303-0774-1	ORIENTE 389 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0775-K	ORIENTE 390 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0776-8	ORIENTE 391 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0780-6	NX 72 1/10	SLM NX UNO DE PEINE	100
02303-0781-4	NXDOS 30 1/20	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-0782-2	NXDOS 34 1/20	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-0783-0	NXDOS 35 1/20	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-0784-9	NXDOS 36 1/20	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-0785-7	NXDOS 37 1/20	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-0786-5	NXDOS 38 1/20	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-0787-3	NXDOS 39 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0788-1	NXDOS 46 1/10	SLM NX UNO DE PEINE	100
02303-0789-K	NXDOSB 21 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0790-3	NXDOSB 22 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0791-1	NXDOSB 23 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0792-K	NXDOSB 24 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0793-8	NXDOSB 25 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0794-6	NXDOSB 26 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0795-4	NXDOSB 27 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0796-2	NXDOSB 28 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0797-0	NXDOSB 29 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0798-9	NXDOSB 30 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0799-7	NXDOSB 31 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0800-4	NXDOSB 32 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0801-2	NXDOSB 33 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0802-0	NXDOSB 34 1/10	SLM NX UNO DE PEINE	100
02303-0803-9	NXDOSB 35 1/20	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-0804-7	NXDOSB 36 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0805-5	NXDOSB 37 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0806-3	NXDOSB 38 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0807-1	NXDOSB 39 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0808-K	NXDOSB 40 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0809-8	NXDOSB 41 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0810-1	NXDOSB 42 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-0841-1	CUNA 77 1/15	SQM S.A.	150
02303-0842-K	CUNA 79 1/20	SQM S.A.	200
02303-0843-8	CUNA 80 1/20	SQM S.A.	200
02303-0844-6	CUNA 83 1/20	SQM S.A.	200
02303-0845-4	CUNA 85 1/20	SQM S.A.	200

CONCESIONES EXPLOTACIÓN - CÓDIGO 1983 - SALAR DE ATACAMA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
02303-0846-2	CUNA 87 1/20	SQM S.A.	200
02303-0847-0	CUNA 88 1/18	SQM S.A.	155
02303-0851-9	CUNA 89 1/10	SQM S.A.	100
02303-0852-7	CUNA 91 1/10	SQM S.A.	100
02303-0853-5	CUNA 92 1/10	SQM S.A.	100
02303-0854-3	CUNA 93 1/10	SQM S.A.	100
02303-0855-1	CUNA 94 1/10	SQM S.A.	100
02303-0856-K	CUNA 95 1/10	SQM S.A.	100
02303-0857-8	CUNA 96 1/10	SQM S.A.	100
02303-0858-6	CUNA 97 1/10	SQM S.A.	100
02303-0859-4	CUNA 98 1/10	SQM S.A.	100
02303-0860-8	CUNA 99 1/10	SQM S.A.	100
02303-0861-6	CUNA 100 1/10	SQM S.A.	100
02303-0862-4	CUNA 101 1/10	SQM S.A.	100
02303-0863-2	CUNA 102 1/10	SQM S.A.	100
02303-0864-0	CUNA 103 1/10	SQM S.A.	100
02303-0865-9	CUNA 104 1/10	SQM S.A.	100
02303-0866-7	CUNA 105 1/10	SQM S.A.	100
02303-0867-5	CUNA 106 1/10	SQM S.A.	100
02303-0868-3	CUNA 107 1/10	SQM S.A.	100
02303-0869-1	CUNA 108 1/30	SQM S.A.	300
02303-0870-5	CUNA 109 1/30	SQM S.A.	300
02303-0871-3	CUNA 110 1/30	SQM S.A.	300
02303-0872-1	CUNA 111 1/30	SQM S.A.	300
02303-0873-K	CUNA 112 1/30	SQM S.A.	300
02303-0874-8	CUNA 113 1/30	SQM S.A.	300
02303-0875-6	CUNA 114 1/30	SQM S.A.	300
02303-0876-4	CUNA 115 1/30	SQM S.A.	300
02303-0877-2	CUNA 116 1/30	SQM S.A.	300
02303-0878-0	CUNA 117 1/30	SQM S.A.	300
02303-0879-9	CUNA 118 1/30	SQM S.A.	300
02303-0880-2	CUNA 119 1/30	SQM S.A.	300
02303-0881-0	CUNA 120 1/30	SQM S.A.	300
02303-0882-9	CUNA 121 1/30	SQM S.A.	300
02303-0883-7	CUNA 132 1/30	SQM S.A.	300
02303-0884-5	CUNA 133 1/20	SQM S.A.	200
02303-0885-3	CUNA 152 1/20	SQM S.A.	200
02303-0886-1	CUNA 153 1/20	SQM S.A.	200
02303-0888-8	CUNA 173 1/30	SQM S.A.	300

CONCESIONES EXPLOTACIÓN - CÓDIGO 1983 - SALAR DE ATACAMA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
02303-0889-6	CUNA 174 1/30	SQM S.A.	300
02303-0890-K	CUNA 175 1/30	SQM S.A.	300
02303-0891-8	CUNA 176 1/30	SQM S.A.	300
02303-0892-6	CUNA 177 1/30	SQM S.A.	300
02303-0893-4	CUNA 178 1/30	SQM S.A.	300
02303-0894-2	CUNA 179 1/30	SQM S.A.	300
02303-0895-0	CUNA 180 1/30	SQM S.A.	300
02303-0896-9	CUNA 181 1/30	SQM S.A.	300
02303-0897-7	CUNA 182 1/30	SQM S.A.	300
02303-0898-5	CUNA 183 1/30	SQM S.A.	300
02303-0899-3	CUNA 184 1/30	SQM S.A.	300
02303-0900-0	CUNA 185 1/30	SQM S.A.	300
02303-0901-9	CUNA 186 1/30	SQM S.A.	300
02303-0902-7	CUNA 187 1/30	SQM S.A.	300
02303-0903-5	CUNA 188 1/30	SQM S.A.	300
02303-0904-3	CUNA 189 1/30	SQM S.A.	300
02303-0905-1	CUNA 190 1/30	SQM S.A.	300
02303-0906-K	CUNA 191 1/30	SQM S.A.	300
02303-0907-8	CUNA 192 1/30	SQM S.A.	300
02303-0908-6	CUNA 193 1/30	SQM S.A.	300
02303-0909-4	CUNA 251 1/30	SQM S.A.	300
02303-0910-8	CUNA 252 1/40	SQM S.A.	400
02303-0944-2	CUNA 287 1/30	SQM S.A.	300
02303-0945-0	CUNA 288 1/30	SQM S.A.	300
02303-0946-9	CUNA 289 1/30	SQM S.A.	300
02303-0947-7	CUNA 290 1/30	SQM S.A.	300
02303-0948-5	CUNA 291 1/30	SQM S.A.	300
02303-0949-3	CUNA 292 1/30	SQM S.A.	300
02303-0950-7	CUNA 293 1/30	SQM S.A.	296
02303-0951-5	CUNA 294 1/18	SQM S.A.	145
02303-0952-3	CUNA 294 19/30	SQM S.A.	82
02303-0953-1	CUNA 295 1/30	SQM S.A.	300
02303-0954-K	CUNA 296 1/30	SQM S.A.	300
02303-0955-8	CUNA 297 1/10	SQM S.A.	100
02303-0956-6	CUNA 298 1/10	SQM S.A.	100
02303-0957-4	CUNA 299 1/30	SQM S.A.	300
02303-0958-2	CUNA 300 1/30	SQM S.A.	300
02303-0959-0	CUNA 301 1/30	SQM S.A.	300
02303-0960-4	CUNA 302 1/30	SQM S.A.	300

CONCESIONES EXPLOTACIÓN - CÓDIGO 1983 - SALAR DE ATACAMA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
02303-0961-2	CUNA 303 1/10	SQM S.A.	100
02303-0962-0	CUNA 304 1/30	SQM S.A.	300
02303-0963-9	CUNA 305 1/10	SQM S.A.	100
02303-0964-7	CUNA 306 1/10	SQM S.A.	100
02303-0965-5	CUNA 307 1/30	SQM S.A.	280
02303-0966-3	CUNA 308 1/20	SQM S.A.	200
02303-0967-1	CUNA 309 1/20	SQM S.A.	200
02303-0968-K	CUNA 310 1/30	SQM S.A.	270
02303-0969-8	CUNA 311 1/30	SQM S.A.	300
02303-0970-1	CUNA 312 1/30	SQM S.A.	300
02303-0971-K	CUNA 313 1/30	SQM S.A.	300
02303-0972-8	CUNA 314 1/20	SQM S.A.	200
02303-0981-7	CUNA 391 1/10	SQM S.A.	100
02303-0982-5	CUNA 393 1/30	SQM S.A.	300
02303-0986-8	CUNA 433 1/30	SQM S.A.	300
02303-0987-6	CUNA 435 1/30	SQM S.A.	300
02303-0995-7	CUNA 194 1/30	SQM S.A.	300
02303-0996-5	CUNA 195 1/30	SQM S.A.	300
02303-0997-3	CUNA 196 1/30	SQM S.A.	300
02303-0998-1	CUNA 197 1/30	SQM S.A.	300
02303-0999-K	CUNA 198 1/30	SQM S.A.	300
02303-1000-9	CUNA 37 1/10	SQM S.A.	100
02303-1001-7	CUNA 38 1/20	SQM S.A.	200
02303-1002-5	CUNA 43 1/20	SQM S.A.	180
02303-1003-3	CUNA 199 1/30	SQM S.A.	300
02303-1004-1	CUNA 200 1/30	SQM S.A.	300
02303-1005-K	CUNA 201 1/30	SQM S.A.	300
02303-1006-8	CUNA 202 1/25	SQM S.A.	250
02303-1007-6	CUNA 203 1/30	SQM S.A.	300
02303-1008-4	CUNA 204 1/15	SQM S.A.	75
02303-1009-2	CUNA 204 16/30	SQM S.A.	75
02303-1010-6	CUNA 205 1/10	SQM S.A.	100
02303-1011-4	CUNA 206 1/5	SQM S.A.	50
02303-1012-2	CUNA 211 1/30	SQM S.A.	300
02303-1013-0	CUNA 212 1/30	SQM S.A.	300
02303-1014-9	CUNA 213 1/30	SQM S.A.	300
02303-1015-7	CUNA 214 1/30	SQM S.A.	300
02303-1016-5	CUNA 216 1/30	SQM S.A.	300
02303-1019-K	CUNA 219 1/30	SQM S.A.	300

CONCESIONES EXPLOTACIÓN - CÓDIGO 1983 - SALAR DE ATACAMA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
02303-1020-3	CUNA 220 1/30	SQM S.A.	300
02303-1023-8	CUNA 223 1/30	SQM S.A.	300
02303-1024-6	CUNA 224 1/30	SQM S.A.	300
02303-1025-4	CUNA 225 1/30	SQM S.A.	300
02303-1026-2	CUNA 226 1/30	SQM S.A.	300
02303-1029-7	CUNA 229 1/30	SQM S.A.	300
02303-1030-0	CUNA 230 1/30	SQM S.A.	300
02303-1031-9	CUNA 231 1/30	SQM S.A.	300
02303-1033-5	CUNA 233 1/30	SQM S.A.	300
02303-1034-3	CUNA 234 1/30	SQM S.A.	300
02303-1035-1	CUNA 235 1/30	SQM S.A.	300
02303-1036-K	CUNA 236 1/30	SQM S.A.	300
02303-1040-8	CUNA 240 1/30	SQM S.A.	300
02303-1042-4	CUNA 242 1/30	SQM S.A.	300
02303-1043-2	CUNA 243 1/30	SQM S.A.	300
02303-1050-5	CUNA 250 1/30	SQM S.A.	300
02303-1051-3	CUNA 1 1/30	SQM S.A.	300
02303-1052-1	CUNA 2 1/30	SQM S.A.	300
02303-1053-K	CUNA 3 1/30	SQM S.A.	300
02303-1054-8	CUNA 4 1/30	SQM S.A.	300
02303-1055-6	CUNA 5 1/30	SQM S.A.	300
02303-1056-4	CUNA 6 1/30	SQM S.A.	300
02303-1057-2	CUNA 7 1/30	SQM S.A.	300
02303-1058-0	CUNA 8 1/30	SQM S.A.	300
02303-1059-9	CUNA 11 1/30	SQM S.A.	300
02303-1060-2	CUNA 13 1/30	SQM S.A.	300
02303-1061-0	CUNA 14 1/30	SQM S.A.	300
02303-1062-9	CUNA 16 1/30	SQM S.A.	300
02303-1063-7	CUNA 17 1/20	SQM S.A.	200
02303-1064-5	CUNA 19 1/30	SQM S.A.	300
02303-1065-3	CUNA 20 1/30	SQM S.A.	300
02303-1066-1	CUNA 18 1/10	SQM S.A.	100
02303-1067-K	CUNA 10 1/30	SQM S.A.	300
02303-1069-6	NX 74 1/10	SLM NX UNO DE PEINE	50
02303-1071-8	ORIENTE 399 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-1072-6	ORIENTE 400 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-1073-4	ORIENTE 401 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-1074-2	ORIENTE 402 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-1075-0	ORIENTE 403 1/20	SLM NX UNO DE PEINE	200

CONCESIONES EXPLOTACIÓN - CÓDIGO 1983 - SALAR DE ATACAMA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
02303-1076-9	ORIENTE 404 1/20	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-1079-3	CUNA 215 1/30	SQM S.A.	300
02303-1080-7	CUNA 21 1/30	SQM S.A.	300
02303-1091-2	CUNA 294 I 31/33	SQM S.A.	3
02303-1092-0	CUNA 294 I 34/36	SQM S.A.	3
02303-1096-3	BELEN 58 1/25	SLM NX UNO DE PEINE	250
02303-1097-1	BELEN 59 1/20	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-1126-9	ORIENTE 405 1/25	SOC CONTRACTUAL MRA COPIAPO	250
02303-1127-7	ORIENTE 406 1/20	SOC CONTRACTUAL MRA COPIAPO	200
02303-1128-5	ORIENTE 407 1/20	SOC CONTRACTUAL MRA COPIAPO	200
02303-1129-3	ORIENTE 408 1/20	SOC CONTRACTUAL MRA COPIAPO	200
02303-1130-7	ORIENTE 409 1/30	SOC CONTRACTUAL MRA COPIAPO	300
02303-1131-5	ORIENTE 410 1/20	SOC CONTRACTUAL MRA COPIAPO	200
02303-1132-3	ORIENTE 411 1/20	SOC CONTRACTUAL MRA COPIAPO	200
02303-1133-1	ORIENTE 412 1/20	SOC CONTRACTUAL MRA COPIAPO	150
02303-1134-K	ORIENTE 413 1/30	SOC CONTRACTUAL MRA COPIAPO	300
02303-1135-8	ORIENTE 414 1/20	SOC CONTRACTUAL MRA COPIAPO	200
02303-1136-6	ORIENTE 415 1/20	SOC CONTRACTUAL MRA COPIAPO	200
02303-1137-4	ORIENTE 416 1/20	SOC CONTRACTUAL MRA COPIAPO	200
02303-1138-2	ORIENTE 417 1/20	SOC CONTRACTUAL MRA COPIAPO	200
02303-1139-0	ORIENTE 418 1/20	SOC CONTRACTUAL MRA COPIAPO	200
02303-1140-4	ORIENTE 419 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	150
02303-1141-2	ORIENTE 420 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-1142-0	ORIENTE 421 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-1143-9	ORIENTE 422 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-1146-3	ORIENTE 425 1/20	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-1147-1	ORIENTE 426 1/20	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-1149-8	ORIENTE 428 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-1150-1	ORIENTE 476 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-1164-1	FORTUNATO 1/20	HAOJINTAR MINERAL S.A.	200
02303-1167-6	CUNA 480 1/30	SQM S.A.	300
02303-1168-4	CUNA 481 1/30	SQM S.A.	300
02303-1169-2	CUNA 482 1/30	SQM S.A.	300
02303-1170-6	CUNA 483 1/30	SQM S.A.	300
02303-1171-4	CUNA 484 1/30	SQM S.A.	300
02303-1172-2	CUNA 485 1/30	SQM S.A.	300
02303-1173-0	CUNA 486 1/30	SQM S.A.	300
02303-1174-9	CUNA 487 1/30	SQM S.A.	300
02303-1175-7	CUNA 488 1/30	SQM S.A.	300

CONCESIONES EXPLOTACIÓN - CÓDIGO 1983 - SALAR DE ATACAMA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
02303-1176-5	CUNA 489 1/30	SQM S.A.	300
02303-1177-3	CUNA 490 1/30	SQM S.A.	300
02303-1178-1	CUNA 491 1/30	SQM S.A.	300
02303-1179-K	CUNA 492 1/30	SQM S.A.	300
02303-1180-3	CUNA 493 1/30	SQM S.A.	300
02303-1181-1	CUNA 494 1/30	SQM S.A.	300
02303-1182-K	CUNA 495 1/30	SQM S.A.	300
02303-1183-8	CUNA 496 1/30	SQM S.A.	300
02303-1184-6	CUNA 497 1/30	SQM S.A.	300
02303-1185-4	CUNA 498 1/30	SQM S.A.	300
02303-1186-2	CUNA 499 1/30	SQM S.A.	300
02303-1226-5	ORIENTE 429 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-1227-3	ORIENTE 430 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-1228-1	ORIENTE 431 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-1229-K	ORIENTE 432 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-1230-3	ORIENTE 433 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-1231-1	ORIENTE 434 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-1232-K	ORIENTE 435 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-1233-8	ORIENTE 436 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-1234-6	ORIENTE 437 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-1235-4	ORIENTE 438 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-1236-2	ORIENTE 439 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-1237-0	ORIENTE 440 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-1238-9	ORIENTE 441 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-1239-7	ORIENTE 442 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-1240-0	ORIENTE 443 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-1241-9	ORIENTE 444 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-1242-7	ORIENTE 445 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-1243-5	ORIENTE 446 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-1244-3	ORIENTE 447 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-1245-1	ORIENTE 448 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-1246-K	ORIENTE 449 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-1247-8	ORIENTE 450 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-1248-6	ORIENTE 451 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-1249-4	ORIENTE 452 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-1250-8	ORIENTE 453 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-1251-6	ORIENTE 454 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-1252-4	ORIENTE 455 1/20	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-1253-2	ORIENTE 456 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	200

CONCESIONES EXPLOTACIÓN - CÓDIGO 1983 - SALAR DE ATACAMA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
02303-1254-0	ORIENTE 457 1/20	SLM NX UNO DE PEINE	200
02303-1255-9	ORIENTE 458 1/19	SLM NX UNO DE PEINE	190
02303-1258-3	ORIENTE 461 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-1259-1	ORIENTE 462 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-1260-5	ORIENTE 463 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-1261-3	ORIENTE 464 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-1264-8	ORIENTE 467 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
02303-1274-5	ISIDORA 1/10	INVERSIONES CONSTANZA LIMITADA	50
02303-1373-3	CUNITA 1/3	CAYO FUENTES MIGUEL	3
02303-1435-7	LLANO 1 1/30	SQM S.A.	300
02303-1436-5	LLANO 2 1/30	SQM S.A.	300
02303-1437-3	LLANO 3 1/30	SQM S.A.	300
02303-1438-1	LLANO 4 1/30	SQM S.A.	300
02303-1439-K	LLANO 5 1/30	SQM S.A.	300
02303-1440-3	LLANO 6 1/30	SQM S.A.	300
02303-1441-1	LLANO 7 1/20	SQM S.A.	200
02303-1442-K	LLANO 8 1/30	SQM S.A.	300
02303-1443-8	LLANO 9 1/30	SQM S.A.	300
02303-1444-6	LLANO 10 1/30	SQM S.A.	300
02303-1445-4	LLANO 11 1/30	SQM S.A.	300
02303-1446-2	LLANO 12 1/20	SQM S.A.	200
02303-1447-0	LLANO 13 1/30	SQM S.A.	300
02303-1448-9	LLANO 14 1/30	SQM S.A.	300
02303-1449-7	LLANO 15 1/30	SQM S.A.	300
02303-1450-0	LLANO 16 1/30	SQM S.A.	300
02303-1451-9	LLANO 17 1/30	SQM S.A.	300
02303-1452-7	LLANO 18 1/20	SQM S.A.	200
02303-1453-5	LLANO 19 1/30	SQM S.A.	300
02303-1454-3	LLANO 20 1/30	SQM S.A.	300
02303-1455-1	LLANO 21 1/30	SQM S.A.	300
02303-1456-K	LLANO 22 1/30	SQM S.A.	300
02303-1457-8	LLANO 23 1/10	SQM S.A.	100
02303-1458-6	LLANO 24 1/30	SQM S.A.	300
02303-1459-4	LLANO 25 1/30	SQM S.A.	300
02303-1460-8	LLANO 26 1/30	SQM S.A.	300
02303-1461-6	LLANO 27 1/30	SQM S.A.	300
02303-1462-4	LLANO 28 1/30	SQM S.A.	300
02303-1463-2	LLANO 29 1/30	SQM S.A.	300
02303-1464-0	LLANO 30 1/30	SQM S.A.	300

CONCESIONES EXPLOTACIÓN - CÓDIGO 1983 - SALAR DE ATACAMA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
02303-1465-9	LLANO 31 1/10	SQM S.A.	100
02303-1466-7	LLANO 32 1/30	SQM S.A.	300
02303-1467-5	LLANO 33 1/30	SQM S.A.	300
02303-1468-3	LLANO 34 1/20	SQM S.A.	200
02303-1469-1	LLANO 35 1/30	SQM S.A.	300
02303-1470-5	LLANO 36 1/30	SQM S.A.	300
02303-1472-1	LLANO 38 1/20	SQM S.A.	200
02303-1473-K	LLANO 39 1/20	SQM S.A.	200
02303-1474-8	LLANO 40 1/30	SQM S.A.	300
02303-1475-6	LLANO 41 1/20	SQM S.A.	200
02303-1476-4	LLANO 42 1/15	SQM S.A.	150
02303-1477-2	LLANO 43 1/30	SQM S.A.	300
02303-1478-0	LLANO 44 1/30	SQM S.A.	300
02303-1479-9	LLANO 45 1/30	SQM S.A.	300
02303-1480-2	LLANO 46 1/30	SQM S.A.	300
02303-1507-8	LLANO 150 1/30	SQM S.A.	300
02303-1508-6	LLANO 151 1/30	SQM S.A.	300
02303-1509-4	LLANO 152 1/30	SQM S.A.	300
02303-1510-8	LLANO 153 1/30	SQM S.A.	300
02303-1511-6	LLANO 154 1/30	SQM S.A.	300
02303-1512-4	LLANO 155 1/30	SQM S.A.	300
02303-1513-2	LLANO 156 1/30	SQM S.A.	300
02303-1514-0	LLANO 157 1/30	SQM S.A.	300
02303-1515-9	LLANO 158 1/30	SQM S.A.	300
02303-1516-7	LLANO 159 1/30	SQM S.A.	300
02303-1517-5	LLANO 160 1/30	SQM S.A.	300
02303-1518-3	LLANO 161 1/30	SQM S.A.	300
02303-1519-1	LLANO 162 1/30	SQM S.A.	300
02303-1520-5	LLANO 163 1/30	SQM S.A.	300
02303-1521-3	LLANO 164 1/30	SQM S.A.	300
02303-1522-1	LLANO 165 1/30	SQM S.A.	300
02303-1523-K	LLANO 166 1/30	SQM S.A.	300
02303-1524-8	LLANO 167 1/30	SQM S.A.	300
02303-1525-6	LLANO 168 1/30	SQM S.A.	300
02303-1526-4	LLANO 169 1/30	SQM S.A.	300
02303-1527-2	LLANO 170 1/30	SQM S.A.	300
02303-1528-0	LLANO 171 1/30	SQM S.A.	300
02303-1529-9	LLANO 172 1/30	SQM S.A.	300
02303-1530-2	LLANO 173 1/30	SQM S.A.	300

CONCESIONES EXPLOTACIÓN - CÓDIGO 1983 - SALAR DE ATACAMA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
02303-1531-0	LLANO 174 1/30	SQM S.A.	300
02303-1532-9	LLANO 175 1/30	SQM S.A.	300
02303-1533-7	LLANO 176 1/30	SQM S.A.	300
02303-1534-5	LLANO 177 1/30	SQM S.A.	300
02303-1535-3	LLANO 178 1/30	SQM S.A.	300
02303-1550-7	LLANO 193 1/30	SQM S.A.	300
02303-1551-5	LLANO 194 1/30	SQM S.A.	300
02303-1552-3	LLANO 195 1/30	SQM S.A.	300
02303-1553-1	LLANO 196 1/30	SQM S.A.	300
02303-1554-K	LLANO 197 1/30	SQM S.A.	300
02303-1558-2	LLANO 201 1/10	SQM S.A.	100
02303-1559-0	LLANO 202 1/20	SQM S.A.	200
02303-1560-4	LLANO 203 1/30	SQM S.A.	300
02303-1561-2	LLANO 204 1/30	SQM S.A.	300
02303-1562-0	LLANO 205 1/8	SQM S.A.	80
02303-1563-9	LLANO 206 1/30	SQM S.A.	300
02303-1567-1	LLANO 210 1/30	SQM S.A.	300
02303-1576-0	LLANO 219 1/30	SQM S.A.	300
02303-1577-9	LLANO 220 1/30	SQM S.A.	300
02303-1578-7	LLANO 221 1/30	SQM S.A.	300
02303-1579-5	LLANO 222 1/30	SQM S.A.	300
02303-1580-9	LLANO 223 1/20	SQM S.A.	200
02303-1593-0	LLANO 236 1/30	SQM S.A.	300
02303-1594-9	LLANO 237 1/30	SQM S.A.	300
02303-1595-7	LLANO 238 1/30	SQM S.A.	300
02303-1596-5	LLANO 239 1/30	SQM S.A.	300
02303-1597-3	LLANO 240 1/30	SQM S.A.	300
02303-1598-1	LLANO 241 1/30	SQM S.A.	300
02303-1601-5	LLANO 244 1/30	SQM S.A.	300
02303-1602-3	LLANO 245 1/30	SQM S.A.	300
02303-1603-1	LLANO 246 1/30	SQM S.A.	300
02303-1604-K	LLANO 247 1/30	SQM S.A.	300
02303-1605-8	LLANO 248 1/30	SQM S.A.	300
02303-1606-6	LLANO 249 1/30	SQM S.A.	300
02303-1607-4	LLANO 250 1/30	SQM S.A.	300
02303-1608-2	LLANO 251 1/30	SQM S.A.	300
02303-1609-0	LLANO 252 1/30	SQM S.A.	300
02303-1610-4	LLANO 253 1/30	SQM S.A.	300
02303-1611-2	LLANO 254 1/30	SQM S.A.	300

CONCESIONES EXPLOTACIÓN - CÓDIGO 1983 - SALAR DE ATACAMA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
02303-1612-0	LLANO 255 1/30	SQM S.A.	300
02303-1613-9	LLANO 256 1/30	SQM S.A.	300
02303-1614-7	LLANO 257 1/30	SQM S.A.	300
02303-1615-5	LLANO 258 1/30	SQM S.A.	300
02303-1616-3	LLANO 259 1/30	SQM S.A.	300
02303-1617-1	LLANO 260 1/30	SQM S.A.	300
02303-1618-K	LLANO 261 1/30	SQM S.A.	300
02303-1619-8	LLANO 262 1/30	SQM S.A.	300
02303-1620-1	LLANO 263 1/30	SQM S.A.	300
02303-1621-K	LLANO 264 1/30	SQM S.A.	300
02303-1622-8	LLANO 265 1/30	SQM S.A.	300
02303-1623-6	LLANO 266 1/30	SQM S.A.	300
02303-1624-4	LLANO 267 1/30	SQM S.A.	300
02303-1625-2	LLANO 268 1/30	SQM S.A.	300
02303-1626-0	LLANO 269 1/30	SQM S.A.	300
02303-1627-9	LLANO 270 1/30	SQM S.A.	300
02303-1628-7	LLANO 271 1/30	SQM S.A.	300
02303-1629-5	LLANO 272 1/30	SQM S.A.	300
02303-1630-9	LLANO 273 1/30	SQM S.A.	300
02303-1631-7	LLANO 274 1/30	SQM S.A.	300
02303-1632-5	LLANO 275 1/30	SQM S.A.	300
02303-1633-3	LLANO 276 1/30	SQM S.A.	300
02303-1634-1	LLANO 277 1/30	SQM S.A.	300
02303-1635-K	LLANO 278 1/30	SQM S.A.	300
02303-1636-8	LLANO 279 1/30	SQM S.A.	300
02303-1637-6	LLANO 280 1/30	SQM S.A.	300
02303-1638-4	LLANO 281 1/30	SQM S.A.	300
02303-1639-2	LLANO 282 1/30	SQM S.A.	300
02303-1640-6	LLANO 283 1/30	SQM S.A.	300
02303-1641-4	LLANO 284 1/30	SQM S.A.	300
02303-1642-2	LLANO 285 1/30	SQM S.A.	300
02303-1643-0	LLANO 286 1/30	SQM S.A.	300
02303-1644-9	LLANO 287 1/30	SQM S.A.	300
02303-1645-7	LLANO 289 1/30	SQM S.A.	300
02303-1646-5	LLANO 290 1/30	SQM S.A.	300
02303-1647-3	LLANO 291 1/30	SQM S.A.	300
02303-1648-1	LLANO 292 1/30	SQM S.A.	300
02303-1649-K	LLANO 293 1/30	SQM S.A.	300
02303-1650-3	LLANO 294 1/30	SQM S.A.	300

CONCESIONES EXPLOTACIÓN - CÓDIGO 1983 - SALAR DE ATACAMA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
02303-1651-1	LLANO 295 1/30	SQM S.A.	300
02303-1652-K	LLANO 296 1/30	SQM S.A.	300
02303-1653-8	LLANO 297 1/30	SQM S.A.	300
02303-1654-6	LLANO 298 1/10	SQM S.A.	100
02303-1655-4	LLANO 299 1/30	SQM S.A.	300
02303-1656-2	LLANO 301 1/20	SQM S.A.	200
02303-1657-0	LLANO 302 1/20	SQM S.A.	200
02303-1658-9	LLANO 303 1/30	SQM S.A.	300
02303-1659-7	LLANO 304 1/30	SQM S.A.	300
02303-1660-0	LLANO 305 1/30	SQM S.A.	300
02303-1661-9	LLANO 306 1/30	SQM S.A.	300
02303-1662-7	LLANO 307 1/30	SQM S.A.	300
02303-1663-5	LLANO 308 1/20	SQM S.A.	200
02303-1664-3	LLANO 309 1/20	SQM S.A.	200
02303-1665-1	LLANO 310 1/10	SQM S.A.	100
02303-1666-K	LLANO 311 1/30	SQM S.A.	300
02303-1667-8	LLANO 312 1/30	SQM S.A.	300
02303-1668-6	LLANO 313 1/10	SQM S.A.	100
02303-1669-4	LLANO 314 1/30	SQM S.A.	300
02303-1670-8	LLANO 319 1/30	SQM S.A.	300
02303-1671-6	LLANO 320 1/30	SQM S.A.	300
02303-1672-4	LLANO 321 1/30	SQM S.A.	300
02303-1673-2	LLANO 322 1/30	SQM S.A.	300
02303-1674-0	LLANO 323 1/30	SQM S.A.	300
02303-1675-9	LLANO 324 1/30	SQM S.A.	300
02303-1676-7	LLANO 325 1/30	SQM S.A.	300
02303-1677-5	LLANO 326 1/30	SQM S.A.	300
02303-1678-3	LLANO 327 1/30	SQM S.A.	300
02303-1679-1	LLANO 328 1/30	SQM S.A.	300
02303-1680-5	LLANO 329 1/30	SQM S.A.	300
02303-1681-3	LLANO 330 1/30	SQM S.A.	300
02303-1682-1	LLANO 331 1/30	SQM S.A.	300
02303-1683-K	LLANO 332 1/30	SQM S.A.	300
02303-1684-8	LLANO 333 1/30	SQM S.A.	300
02303-1685-6	LLANO 334 1/30	SQM S.A.	300
02303-1686-4	LLANO 335 1/30	SQM S.A.	300
02303-1688-0	LLANO 337 1/20	SQM S.A.	200
02303-1689-9	LLANO 338 1/30	SQM S.A.	300
02303-1690-2	LLANO 339 1/30	SQM S.A.	300

CONCESIONES EXPLOTACIÓN - CÓDIGO 1983 - SALAR DE ATACAMA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
02303-1691-0	LLANO 340 1/30	SQM S.A.	300
02303-1692-9	LLANO 342 1/30	SQM S.A.	300
02303-1693-7	LLANO 416 1/30	SQM S.A.	300
02303-1694-5	LLANO 344 1/30	SQM S.A.	300
02303-1695-3	LLANO 345 1/10	SQM S.A.	100
02303-1696-1	LLANO 346 1/30	SQM S.A.	300
02303-1697-K	LLANO 347 1/30	SQM S.A.	300
02303-1698-8	LLANO 348 1/30	SQM S.A.	300
02303-1699-6	LLANO 349 1/20	SQM S.A.	200
02303-1700-3	LLANO 350 1/30	SQM S.A.	300
02303-1702-K	LLANO 352 1/25	SQM S.A.	250
02303-1703-8	LLANO 353 1/30	SQM S.A.	300
02303-1705-4	LLANO 355 1/25	SQM S.A.	250
02303-1707-0	LLANO 357 1/30	SQM S.A.	300
02303-1708-9	LLANO 358 1/30	SQM S.A.	300
02303-1709-7	LLANO 360 1/30	SQM S.A.	300
02303-1710-0	LLANO 361 1/5	SQM S.A.	50
02303-1711-9	LLANO 362 1/30	SQM S.A.	300
02303-1713-5	LLANO 364 1/30	SQM S.A.	300
02303-1714-3	LLANO 366 1/30	SQM S.A.	300
02303-1715-1	LLANO 365 1/15	SQM S.A.	150
02303-1717-8	LLANO 368 1/30	SQM S.A.	300
02303-1718-6	LLANO 369 1/20	SQM S.A.	200
02303-1719-4	LLANO 370 1/30	SQM S.A.	300
02303-1722-4	LLANO 373 1/30	SQM S.A.	300
02303-1723-2	LLANO 374 1/30	SQM S.A.	300
02303-1744-5	LLANO 397 1/30	SQM S.A.	300
02303-1745-3	LLANO 398 1/30	SQM S.A.	300
02303-1747-K	LLANO 401 1/30	SQM S.A.	300
02303-1749-6	LLANO 403 1/30	SQM S.A.	300
02303-1750-K	LLANO 404 1/30	SQM S.A.	300
02303-1751-8	LLANO 405 1/30	SQM S.A.	300
02303-1753-4	LLANO 407 1/30	SQM S.A.	300
02303-1755-0	LLANO 409 1/30	SQM S.A.	300
02303-1756-9	LLANO 410 1/30	SQM S.A.	300
02303-1757-7	LLANO 411 1/30	SQM S.A.	300
02303-1759-3	LLANO 413 1/30	SQM S.A.	300
02303-1760-7	LLANO 414 1/30	SQM S.A.	300
02303-1765-8	LLANO 420 1/30	SQM S.A.	300

CONCESIONES EXPLOTACIÓN - CÓDIGO 1983 - SALAR DE ATACAMA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
02303-1767-4	LLANO 422 1/30	SQM S.A.	300
02303-1769-0	LLANO 424 1/30	SQM S.A.	300
02303-1772-0	LLANO 430 1/30	SQM S.A.	300
02303-1774-7	LLANO 432 1/30	SQM S.A.	300
02303-1776-3	LLANO 434 1/30	SQM S.A.	300
02303-1778-K	LLANO 436 1/30	SQM S.A.	300
02303-1780-1	LLANO 438 1/30	SQM S.A.	300
02303-1782-8	LLANO 440 1/30	SQM S.A.	300
02303-1785-2	LLANO 443 1/30	SQM S.A.	300
02303-1786-0	LLANO 444 1/30	SQM S.A.	300
02303-1788-7	LLANO 446 1/30	SQM S.A.	300
02303-1789-5	LLANO 447 1/30	SQM S.A.	300
02303-1791-7	LLANO 343 1/30	SQM S.A.	300
02303-1792-5	LLANO 449 1/30	SQM S.A.	300
02303-1793-3	LLANO 450 1/30	SQM S.A.	300
02303-1794-1	LLANO 451 1/30	SQM S.A.	300
02303-1797-6	LLANO 454 1/30	SQM S.A.	300
02303-1798-4	LLANO 455 1/30	SQM S.A.	300
02303-1799-2	LLANO 456 1/30	SQM S.A.	300
02303-1800-K	LLANO 457 1/30	SQM S.A.	300
02303-1801-8	LLANO 458 1/30	SQM S.A.	300
02303-1802-6	LLANO 459 1/30	SQM S.A.	300
02303-1803-4	LLANO 460 1/20	SQM S.A.	200
02303-1804-2	LLANO 461 1/30	SQM S.A.	300
02303-1805-0	LLANO 462 1/30	SQM S.A.	300
02303-1809-3	LLANO 466 1/10	SQM S.A.	100
02303-1810-7	LLANO 467 1/30	SQM S.A.	300
02303-1811-5	LLANO 468 1/30	SQM S.A.	300
02303-1812-3	LLANO 469 1/30	SQM S.A.	300
02303-1813-1	LLANO 470 1/30	SQM S.A.	300
02303-1814-K	LLANO 471 1/20	SQM S.A.	200
02303-1815-8	LLANO 472 1/30	SQM S.A.	300
02303-1820-4	LLANO 477 1/30	SQM S.A.	300
02303-1821-2	LLANO 478 1/20	SQM S.A.	200
02303-1822-0	LLANO 479 1/30	SQM S.A.	300
02303-1827-1	LLANO 502 1/30	SQM S.A.	300
02303-1828-K	LLANO 503 1/30	SQM S.A.	300
02303-1829-8	LLANO 504 1/30	SQM S.A.	300
02303-1830-1	LLANO 505 1/30	SQM S.A.	300

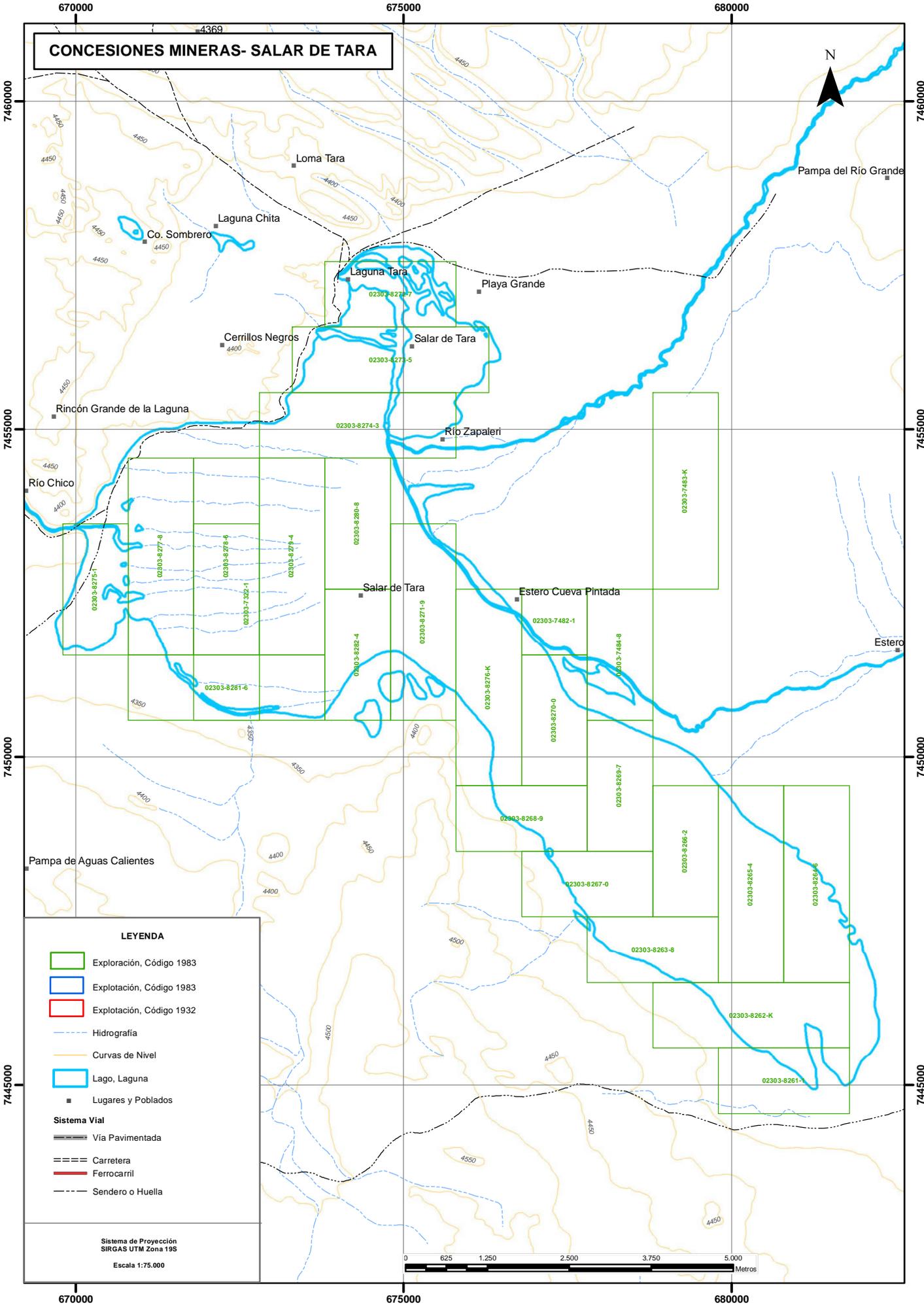
CONCESIONES EXPLOTACIÓN - CÓDIGO 1983 - SALAR DE ATACAMA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
02303-1831-K	LLANO 506 1/30	SQM S.A.	300
02303-1832-8	LLANO 507 1/10	SQM S.A.	100
02303-1833-6	LLANO 508 1/20	SQM S.A.	200
02303-1834-4	LLANO 509 1/30	SQM S.A.	300
02303-1835-2	LLANO 510 1/30	SQM S.A.	300
02303-1836-0	LLANO 511 1/10	SQM S.A.	100
02303-1837-9	LLANO 512 1/20	SQM S.A.	200
02303-1838-7	LLANO 513 1/30	SQM S.A.	300
02303-1839-5	LLANO 514 1/30	SQM S.A.	300
02303-1840-9	LLANO 515 1/30	SQM S.A.	300
02303-1841-7	LLANO 516 1/30	SQM S.A.	300
02303-1842-5	LLANO 517 1/30	SQM S.A.	300
02303-1846-8	LLANO 521 1/20	SQM S.A.	200
02303-1847-6	LLANO 522 1/20	SQM S.A.	200
02303-1848-4	LLANO 523 1/20	SQM S.A.	200
02303-1849-2	LLANO 524 1/20	SQM S.A.	200
02303-1850-6	LLANO 525 1/20	SQM S.A.	200
02303-1851-4	LLANO 526 1/20	SQM S.A.	200
02303-1852-2	LLANO 527 1/20	SQM S.A.	200
02303-1853-0	LLANO 528 1/20	SQM S.A.	200
02303-1854-9	LLANO 529 1/20	SQM S.A.	200
02303-1855-7	LLANO 530 1/20	SQM S.A.	200
02303-1860-3	LLANO 535 1/20	SQM S.A.	200
02303-1862-K	LLANO 537 1/20	SQM S.A.	200
02303-1863-8	LLANO 539 1/30	SQM S.A.	300
02303-1864-6	LLANO 540 1/20	SQM S.A.	200
02303-1865-4	LLANO 541 1/20	SQM S.A.	200
02303-1866-2	LLANO 542 1/20	SQM S.A.	200
02303-1867-0	LLANO 543 1/20	SQM S.A.	200
02303-1868-9	LLANO 544 1/20	SQM S.A.	200
02303-1869-7	LLANO 545 1/20	SQM S.A.	200
02303-1870-0	LLANO 546 1/20	SQM S.A.	200
02303-1872-7	LLANO 548 1/20	SQM S.A.	200
02303-1873-5	LLANO 549 1/20	SQM S.A.	200
02303-1874-3	LLANO 550 1/20	SQM S.A.	200
02303-1875-1	LLANO 551 1/20	SQM S.A.	200
02303-1876-K	LLANO 552 1/20	SQM S.A.	200
02303-1877-8	LLANO 553 1/20	SQM S.A.	200
02303-1878-6	LLANO 554 1/20	SQM S.A.	200

CONCESIONES EXPLOTACIÓN - CÓDIGO 1983 - SALAR DE ATACAMA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
02303-1879-4	LLANO 555 1/30	SQM S.A.	300
02303-1880-8	LLANO 556 1/20	SQM S.A.	200
02303-1881-6	LLANO 557 1/30	SQM S.A.	300
02303-1882-4	LLANO 558 1/30	SQM S.A.	300
02303-1883-2	LLANO 559 1/30	SQM S.A.	300
02303-1884-0	LLANO 560 1/20	SQM S.A.	200
02303-1888-3	LLANO 564 1/20	SQM S.A.	200
02303-1889-1	LLANO 565 1/30	SQM S.A.	300
02303-1890-5	LLANO 566 1/13	SQM S.A.	125
02303-1891-3	LLANO 567 1/23	SQM S.A.	225
02303-1892-1	LLANO 568 1/30	SQM S.A.	300
02303-1897-2	LLANO 573 1/20	SQM S.A.	200
02303-1898-0	LLANO 574 1/20	SQM S.A.	200
02303-1900-6	LLANO 576 1/20	SQM S.A.	200
02303-1901-4	LLANO 577 1/20	SQM S.A.	200
02303-1902-2	LLANO 578 1/20	SQM S.A.	200
02303-1903-0	LLANO 579 1/20	SQM S.A.	200
02303-1904-9	LLANO 580 1/20	SQM S.A.	200
02303-1905-7	LLANO 581 1/20	SQM S.A.	200
02303-1906-5	LLANO 582 1/20	SQM S.A.	200
02303-1907-3	LLANO 583 1/20	SQM S.A.	200
02303-1909-K	LLANO 538 1/20	SQM S.A.	200
02303-1929-4	PURICKUTA 1/20	CHANDIA VALENZUELA PABLO ANDRE	160
02303-1930-8	LLANO 482 1/30	SQM S.A.	300
02303-1931-6	LLANO 483 1/30	SQM S.A.	300
02303-1932-4	LLANO 484 1/30	SQM S.A.	300
02303-1933-2	LLANO 485 1/30	SQM S.A.	300
02303-1934-0	LLANO 486 1/20	SQM S.A.	200
02303-1939-1	LLANO 491 1/30	SQM S.A.	300
02303-1940-5	LLANO 492 1/30	SQM S.A.	300
02303-1941-3	LLANO 493 1/30	SQM S.A.	300
02303-1942-1	LLANO 494 1/30	SQM S.A.	300
02303-1966-9	LLANO 712 1/7	SQM S.A.	70
02303-1967-7	LLANO 713 1/5	SQM S.A.	50
02303-2009-8	LLANO 359 1/30	SQM S.A.	300
02303-2010-1	LLANO 288 1/30	SQM S.A.	300
02303-2012-8	LLANO 316 1/30	SQM S.A.	300
02303-2013-6	LLANO 317 1/30	SQM S.A.	300
02303-2014-4	LLANO 318 1/30	SQM S.A.	300

CONCESIONES EXPLOTACIÓN - CÓDIGO 1983 - SALAR DE ATACAMA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
02303-2015-2	LLANO 341 1/10	SQM S.A.	100
02303-2028-4	LLANO 400 1/30	SQM S.A.	300
02303-2029-2	LLANO 427 1/30	SQM S.A.	300
02303-2096-9	SALAR 347 1/30	SQM S.A.	300
02303-2097-7	SALAR 348 1/30	SQM S.A.	300
02303-2098-5	SALAR 358 1/30	SQM S.A.	300
02303-2099-3	SALAR 359 1/30	SQM S.A.	300
02303-2100-0	SALAR 360 1/30	SQM S.A.	300
02303-2101-9	SALAR 361 1/30	SQM S.A.	300
02303-2102-7	SALAR 362 1/30	SQM S.A.	300
02303-2152-3	SALAR 955 1/30	SQM S.A.	300
02303-2153-1	SALAR 961 1/30	SQM S.A.	300
02303-2154-K	SALAR 967 1/30	SQM S.A.	300
02303-2155-8	SALAR 973 1/30	SQM S.A.	300
02303-2156-6	SALAR 978 1/30	SQM S.A.	300
02303-2157-4	SALAR 983 1/30	SQM S.A.	300
02303-2170-1	SALAR 1023 1/30	SQM S.A.	300
02303-2175-2	SALAR 1037 1/30	SQM S.A.	300
02303-2261-9	SALAR II 305 1/14	SQM S.A.	123
02303-2262-7	SALAR II 312 1/20	SQM S.A.	70
02303-2284-8	FORTUNATO 1/4	HAOJINTAR MINERAL S.A.	40
02303-2293-7	FORTUNATO II 1/37	HAOJINTAR MINERAL S.A.	370

CONCESIONES EXPLOTACIÓN - CÓDIGO 1932- SALAR DE ATACAMA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
02301-1153-7	LUIS 1/50	URDANGARIN ESCOBAR ERNESTO	250
02301-1965-1	OMA 1/59820	CORFO	147115
02301-2038-2	RIGO 1/3660	MINSAL LTDA	18299
02303-0004-6	CHILE	TEJADA FLORES MARIA	50
02303-0007-0	OMA 1/59820	SOCIEDAD CHILENA DE LITIO LTDA	16719

# CONCESIONES MINERAS- SALAR DE TARA



## LEYENDA

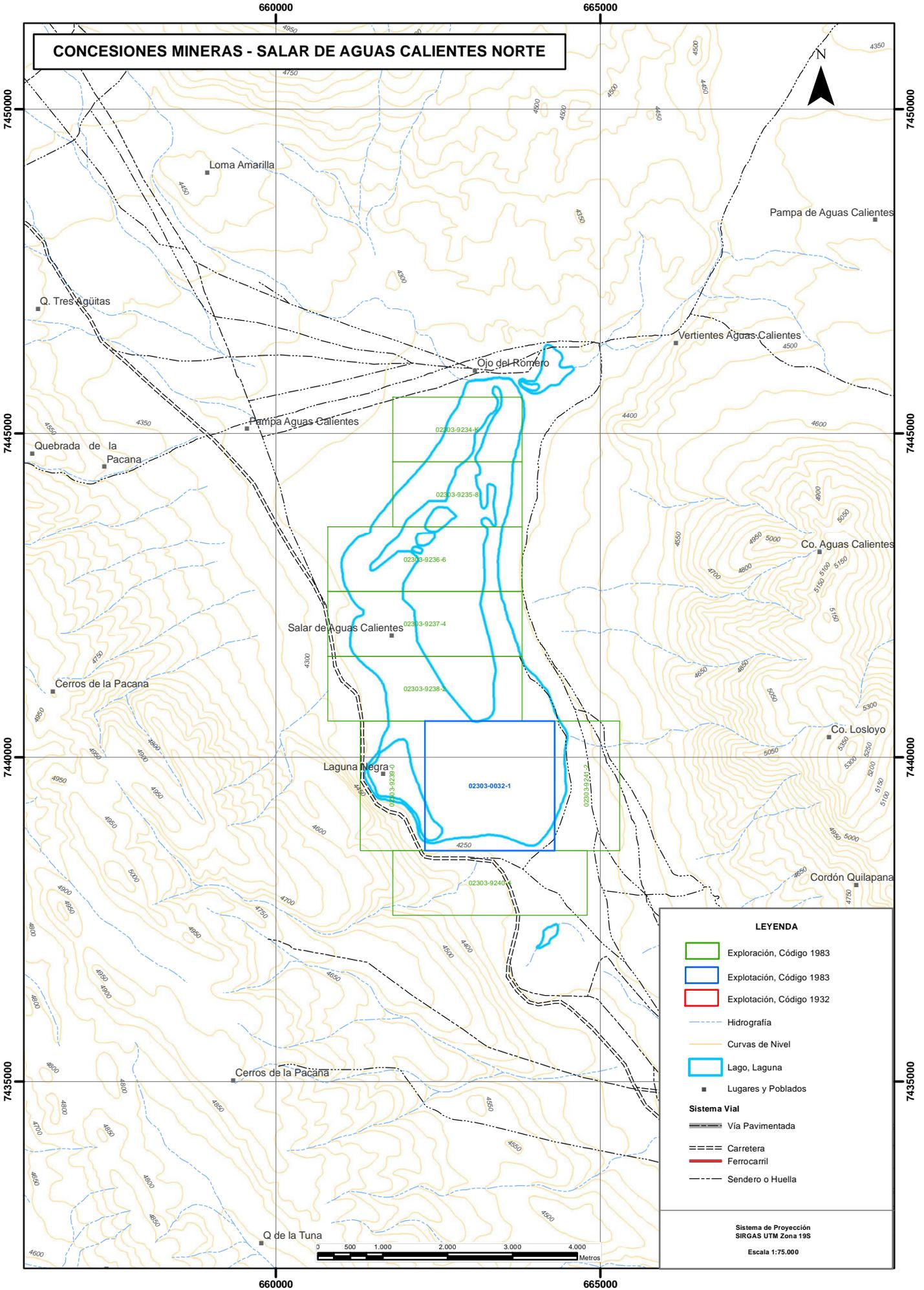
- Exploración, Código 1983
- Explotación, Código 1983
- Explotación, Código 1932
- Hidrografía
- Curvas de Nivel
- Lago, Laguna
- Lugares y Poblados
- Sistema Vial**
- Vía Pavimentada
- Carretera
- Ferrocarril
- Sendero o Huella

Sistema de Proyección  
SIRGAS UTM Zona 19S  
Escala 1:75.000



CONCESIONES DE EXPLORACIÓN MÍNERA - SALAR DE TARA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	AREA (ha)
02303-7322-1	LOA A-2	SILVA FUENZALIDA IVAN JAIME	300
02303-7482-1	LOA A-27	SILVA FUENZALIDA IVAN JAIME	100
02303-7483-K	LOA A-26	SILVA FUENZALIDA IVAN JAIME	300
02303-7484-8	LOA A-28	SILVA FUENZALIDA IVAN JAIME	200
02303-8261-1	SANTA ELIANA 22	GAONA VELASCO CARLOS ROBERTO	200
02303-8262-K	SANTA ELIANA 21	GAONA VELASCO CARLOS ROBERTO	300
02303-8263-8	SANTA ELIANA 20	GAONA VELASCO CARLOS ROBERTO	200
02303-8264-6	SANTA ELIANA 19	GAONA VELASCO CARLOS ROBERTO	300
02303-8265-4	SANTA ELIANA 18	GAONA VELASCO CARLOS ROBERTO	300
02303-8266-2	SANTA ELIANA 17	GAONA VELASCO CARLOS ROBERTO	200
02303-8267-0	SANTA ELIANA 16	GAONA VELASCO CARLOS ROBERTO	200
02303-8268-9	SANTA ELIANA 15	GAONA VELASCO CARLOS ROBERTO	200
02303-8269-7	SANTA ELIANA 14	GAONA VELASCO CARLOS ROBERTO	200
02303-8270-0	SANTA ELIANA 13	GAONA VELASCO CARLOS ROBERTO	200
02303-8271-9	SANTA ELIANA 11	GAONA VELASCO CARLOS ROBERTO	300
02303-8272-7	SANTA ELIANA 1	GAONA VELASCO CARLOS ROBERTO	200
02303-8273-5	SANTA ELIANA 2	GAONA VELASCO CARLOS ROBERTO	300
02303-8274-3	SANTA ELIANA 3	GAONA VELASCO CARLOS ROBERTO	300
02303-8275-1	SANTA ELIANA 4	GAONA VELASCO CARLOS ROBERTO	200
02303-8276-K	SANTA ELIANA 12	GAONA VELASCO CARLOS ROBERTO	300
02303-8277-8	SANTA ELIANA 5	GAONA VELASCO CARLOS ROBERTO	300
02303-8278-6	SANTA ELIANA 6	GAONA VELASCO CARLOS ROBERTO	300
02303-8279-4	SANTA ELIANA 7	GAONA VELASCO CARLOS ROBERTO	300
02303-8280-8	SANTA ELIANA 8	GAONA VELASCO CARLOS ROBERTO	200
02303-8281-6	SANTA ELIANA 9	GAONA VELASCO CARLOS ROBERTO	300
02303-8282-4	SANTA ELIANA 10	GAONA VELASCO CARLOS ROBERTO	200

# CONCESIONES MINERAS - SALAR DE AGUAS CALIENTES NORTE



## LEYENDA

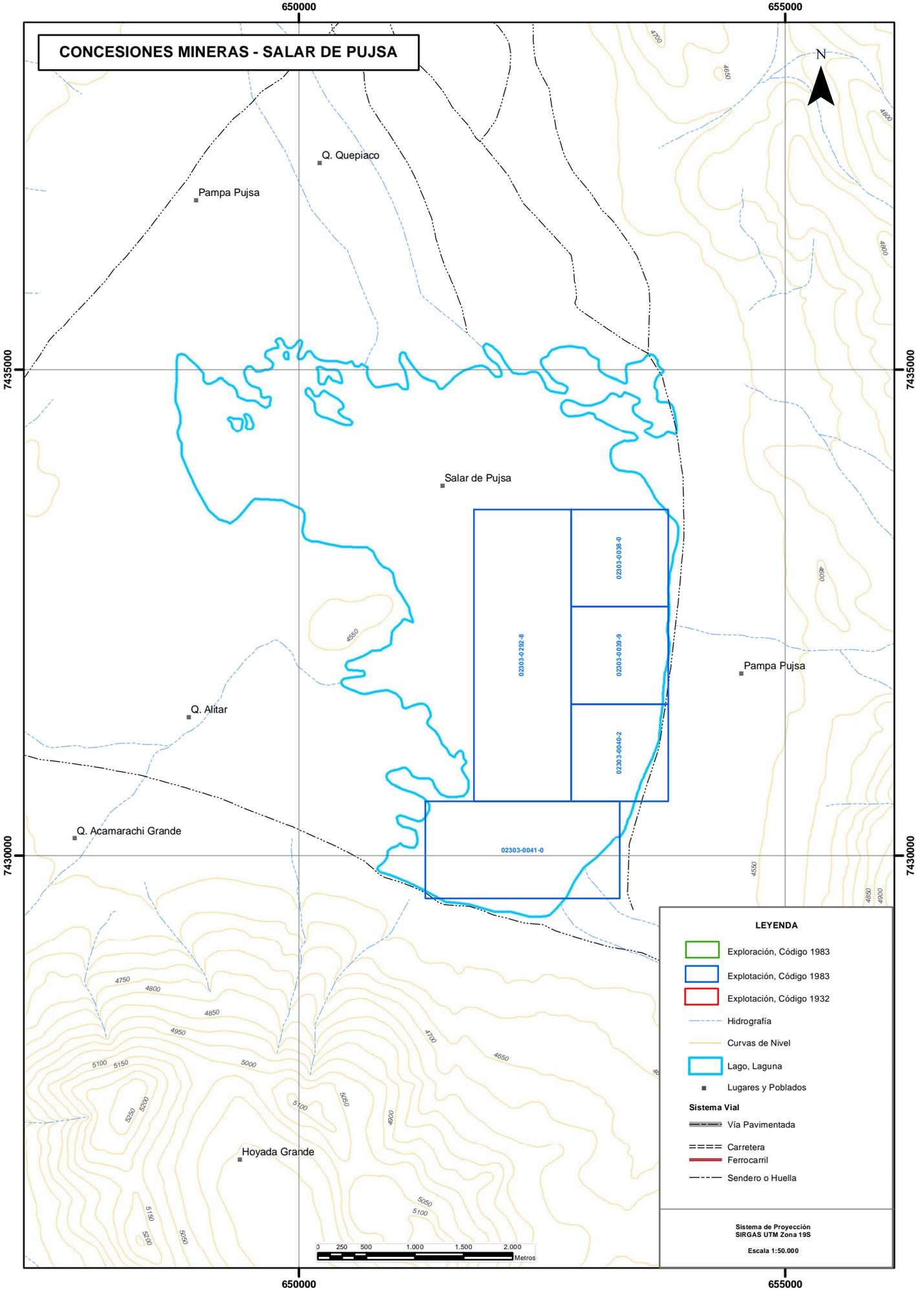
- Exploración, Código 1983
- Explotación, Código 1983
- Explotación, Código 1932
- Hidrografía
- Curvas de Nivel
- Lago, Laguna
- Lugares y Poblados
- Sistema Vial
  - Via Pavimentada
  - Carretera
  - Ferrocarril
  - Sendero o Huella

Sistema de Proyección  
SIRGAS UTM Zona 19S  
Escala 1:75.000

<b>CONCESIONES DE EXPLORACIÓN MÍNERA - SALAR DE AGUAS CALIENTES NORTE</b>			
<b>RUT NACIONAL</b>	<b>NOMBRE CONCESION</b>	<b>TITULAR</b>	<b>ÁREAS (ha)</b>
02303-9234-K	PURITAMA 1	VIRTUD MINERALS SPA	200
02303-9235-8	PURITAMA 2	VIRTUD MINERALS SPA	200
02303-9236-6	PURITAMA 3	VIRTUD MINERALS SPA	300
02303-9237-4	PURITAMA 4	VIRTUD MINERALS SPA	300
02303-9238-2	PURITAMA 5	VIRTUD MINERALS SPA	300
02303-9239-0	PURITAMA 6	VIRTUD MINERALS SPA	200
02303-9240-4	PURITAMA 7	VIRTUD MINERALS SPA	300
02303-9241-2	PURITAMA 8	VIRTUD MINERALS SPA	200

<b>CONCESIONES EXPLOTACIÓN - CÓDIGO 1983 - SALAR DE AGUAS CALIENTES NORTE</b>			
<b>RUT NACIONAL</b>	<b>NOMBRE CONCESION</b>	<b>TITULAR</b>	<b>ÁREA (ha)</b>
02303-0032-1	EVA 1/80	SQM S.A.	400

# CONCESIONES MINERAS - SALAR DE PUJSA



## LEYENDA

- Exploración, Código 1983
- Explotación, Código 1983
- Explotación, Código 1932
- Hidrografía
- ~~~~~ Curvas de Nivel
- Lago, Laguna
- Lugares y Poblados
- Sistema Vial**
- Via Pavimentada
- Carretera
- Ferrocarril
- Sendero o Huella

Sistema de Proyección  
SIRGAS UTM Zona 19S  
Escala 1:50.000

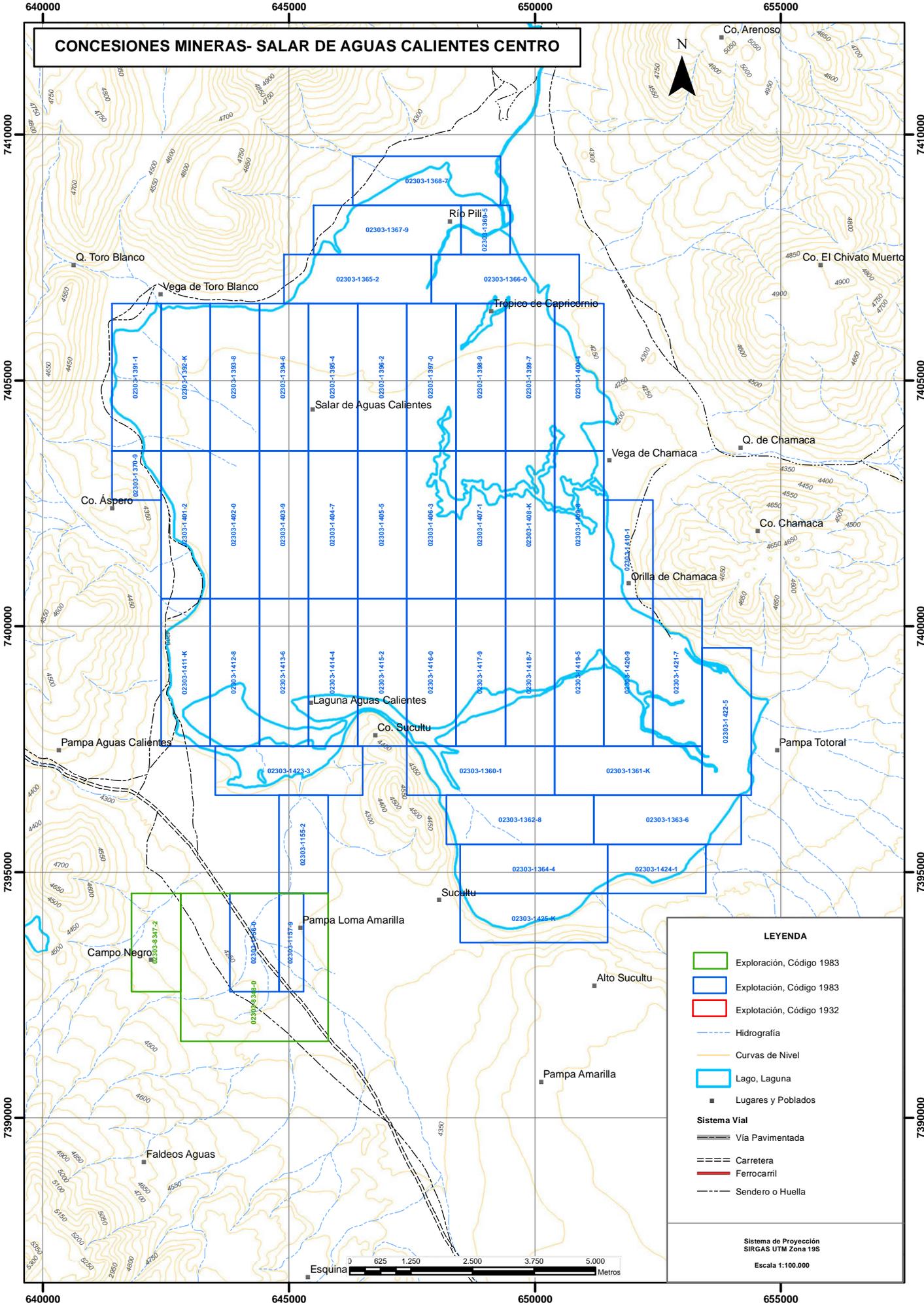


CONCESIONES EXPLOTACIÓN - CÓDIGO 1983 - SALAR DE PUJSA			
RUT NACIONAL	NOMBRER CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
02303-0038-0	PAO III 1/10	SLM PAO III 1 DL SALAR D PUJSA	100
02303-0039-9	PAO VI 1/10	SLM PAO VI 1 DL SALAR D PUJSA	100
02303-0040-2	PAO VIII 1/10	SLM PAO VIII 1 DL SALAR PUJSA	100
02303-0041-0	PAO II 1/20	VIDAL CEPEDA MARTA Y OTROS	200
02303-0292-8	JOSEFA 1/30	UNDURRAGA LEON MARIA IGNACIA	300



CONCESIONES EXPLOTACIÓN - CÓDIGO 1983 - SALAR DE LOYOQUES			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
02303-0013-5	ARNO 1/80	SQM S.A.	800
02303-0120-4	QUISQUIRO 1 1/30	SQM S.A.	300
02303-0121-2	QUISQUIRO 2 1/20	SQM S.A.	200
02303-0122-0	QUISQUIRO 3 1/20	SQM S.A.	200
02303-0123-9	QUISQUIRO 4 1/16	SQM S.A.	150
02303-0127-1	QUISQUIRO 5 1/16	SQM S.A.	150
02303-0421-1	HAIKU 2 1/30	SQM S.A.	300
02303-0565-K	KUHAI 1 1/30	SQM S.A.	300
02303-0566-8	KUHAI 3 1/10	SQM S.A.	100
02303-1095-5	MIGUEL 1 II 1/12	SQM S.A.	12
02303-1332-6	QUISQUIRO 6 1/30	SQM S.A.	300
02303-1333-4	QUISQUIRO 7 1/30	SQM S.A.	300
02303-1334-2	QUISQUIRO 8 1/30	SQM S.A.	300
02303-1335-0	QUISQUIRO 9 1/30	SQM S.A.	300
02303-1336-9	QUISQUIRO 10 1/20	SQM S.A.	200
02303-1337-7	QUISQUIRO 11 1/20	SQM S.A.	200
02303-1338-5	QUISQUIRO 12 1/20	SQM S.A.	200
02303-1339-3	QUISQUIRO 13 1/30	SQM S.A.	300
02303-1340-7	QUISQUIRO 14 1/30	SQM S.A.	300
02303-1341-5	QUISQUIRO 15 1/30	SQM S.A.	300
02303-1342-3	QUISQUIRO 16 1/20	SQM S.A.	200
02303-1343-1	QUISQUIRO 17 1/30	SQM S.A.	300
02303-1344-K	QUISQUIRO 18 1/30	SQM S.A.	300
02303-1345-8	QUISQUIRO 19 1/30	SQM S.A.	300
02303-1346-6	QUISQUIRO 20 1/30	SQM S.A.	300
02303-1347-4	QUISQUIRO 21 1/30	SQM S.A.	300
02303-1348-2	QUISQUIRO 22 1/30	SQM S.A.	300
02303-1349-0	QUISQUIRO 23 1/30	SQM S.A.	294
02303-1350-4	QUISQUIRO 24 1/20	SQM S.A.	200
02303-1351-2	QUISQUIRO 25 1/30	SQM S.A.	300
02303-1352-0	QUISQUIRO 26 1/10	SQM S.A.	100
02303-1353-9	QUISQUIRO 27 1/4	SQM S.A.	40
02303-1354-7	QUISQUIRO 28 1/10	SQM S.A.	100
02303-1355-5	QUISQUIRO 29 1/6	SQM S.A.	60
02303-1356-3	QUISQUIRO 30 1/10	SQM S.A.	100
02303-1357-1	QUISQUIRO 31 1/10	SQM S.A.	100
02303-1358-K	QUISQUIRO 32 1/30	SQM S.A.	300
02303-1359-8	QUISQUIRO 33 1/30	SQM S.A.	300
02303-1825-5	GATOR 1/5	SERRI CORDOVA NINO ALCIBIADE	50
02303-1826-3	SIESTA 1/9	SERRI CORDOVA NINO ALCIBIADE	90

# CONCESIONES MINERAS- SALAR DE AGUAS CALIENTES CENTRO



- LEYENDA**
- Exploración, Código 1983
  - Explotación, Código 1983
  - Explotación, Código 1932
  - Hidrografía
  - Curvas de Nivel
  - Lago, Laguna
  - Lugares y Poblados

- Sistema Vial**
- Via Pavimentada
  - Carretera
  - Ferrocarril
  - Sendero o Huella

Sistema de Proyección  
SIRGAS UTM Zona 19S  
Escala 1:100.000



CONCESIONES DE EXPLORACIÓN MÍNERA - SALAR DE AGUAS CALIENTES CENTRO			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
02303-8347-2	CHILI 1	CIA MRA DEL PACIFICO SA	200
02303-8348-0	CHILI 2	CIA MRA DEL PACIFICO SA	900

CONCESIONES EXPLOTACIÓN - CÓDIGO 1983 - SALAR DE AGUAS CALIENTES CENTRO			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
02303-1155-2	PAMPA 3 1/20	EXPLOR.INV.Y ASES.PACHINGO SA.	200
02303-1156-0	PAMPA 4 1/20	EXPLOR.INV.Y ASES.PACHINGO SA.	200
02303-1157-9	PAMPA 5 1/10	EXPLOR.INV.Y ASES.PACHINGO SA.	100
02303-1360-1	DON SEGUNDO II 50 1/30	SQM S.A.	300
02303-1361-K	DON SEGUNDO II 51 1/30	SQM S.A.	300
02303-1362-8	DON SEGUNDO II 52 1/30	SQM S.A.	300
02303-1363-6	DON SEGUNDO II 53 1/30	SQM S.A.	300
02303-1364-4	DON SEGUNDO II 54 1/30	SQM S.A.	300
02303-1365-2	DON SEGUNDO II 57 1/30	SQM S.A.	300
02303-1366-0	DON SEGUNDO II 58 1/30	SQM S.A.	300
02303-1367-9	DON SEGUNDO II 59 1/30	SQM S.A.	300
02303-1368-7	DON SEGUNDO II 60 1/30	SQM S.A.	300
02303-1369-5	DON SEGUNDO II 61 1/10	SQM S.A.	100
02303-1370-9	DON SEGUNDO II 62 1/10	SQM S.A.	100
02303-1391-1	DON SEGUNDO II 17 1/30	SQM S.A.	300
02303-1392-K	DON SEGUNDO II 18 1/30	SQM S.A.	300
02303-1393-8	DON SEGUNDO II 19 1/30	SQM S.A.	300
02303-1394-6	DON SEGUNDO II 20 1/30	SQM S.A.	300
02303-1395-4	DON SEGUNDO II 21 1/30	SQM S.A.	300
02303-1396-2	DON SEGUNDO II 22 1/30	SQM S.A.	300
02303-1397-0	DON SEGUNDO II 23 1/30	SQM S.A.	300
02303-1398-9	DON SEGUNDO II 24 1/30	SQM S.A.	300
02303-1399-7	DON SEGUNDO II 25 1/30	SQM S.A.	300
02303-1400-4	DON SEGUNDO II 26 1/30	SQM S.A.	300
02303-1401-2	DON SEGUNDO II 27 1/30	SQM S.A.	300
02303-1402-0	DON SEGUNDO II 28 1/30	SQM S.A.	300
02303-1403-9	DON SEGUNDO II 29 1/30	SQM S.A.	300
02303-1404-7	DON SEGUNDO II 30 1/30	SQM S.A.	300
02303-1405-5	DON SEGUNDO II 31 1/30	SQM S.A.	300
02303-1406-3	DON SEGUNDO II 32 1/30	SQM S.A.	300
02303-1407-1	DON SEGUNDO II 33 1/30	SQM S.A.	300
02303-1408-K	DON SEGUNDO II 34 1/30	SQM S.A.	300
02303-1409-8	DON SEGUNDO II 35 1/30	SQM S.A.	300
02303-1410-1	DON SEGUNDO II 36 1/20	SQM S.A.	200

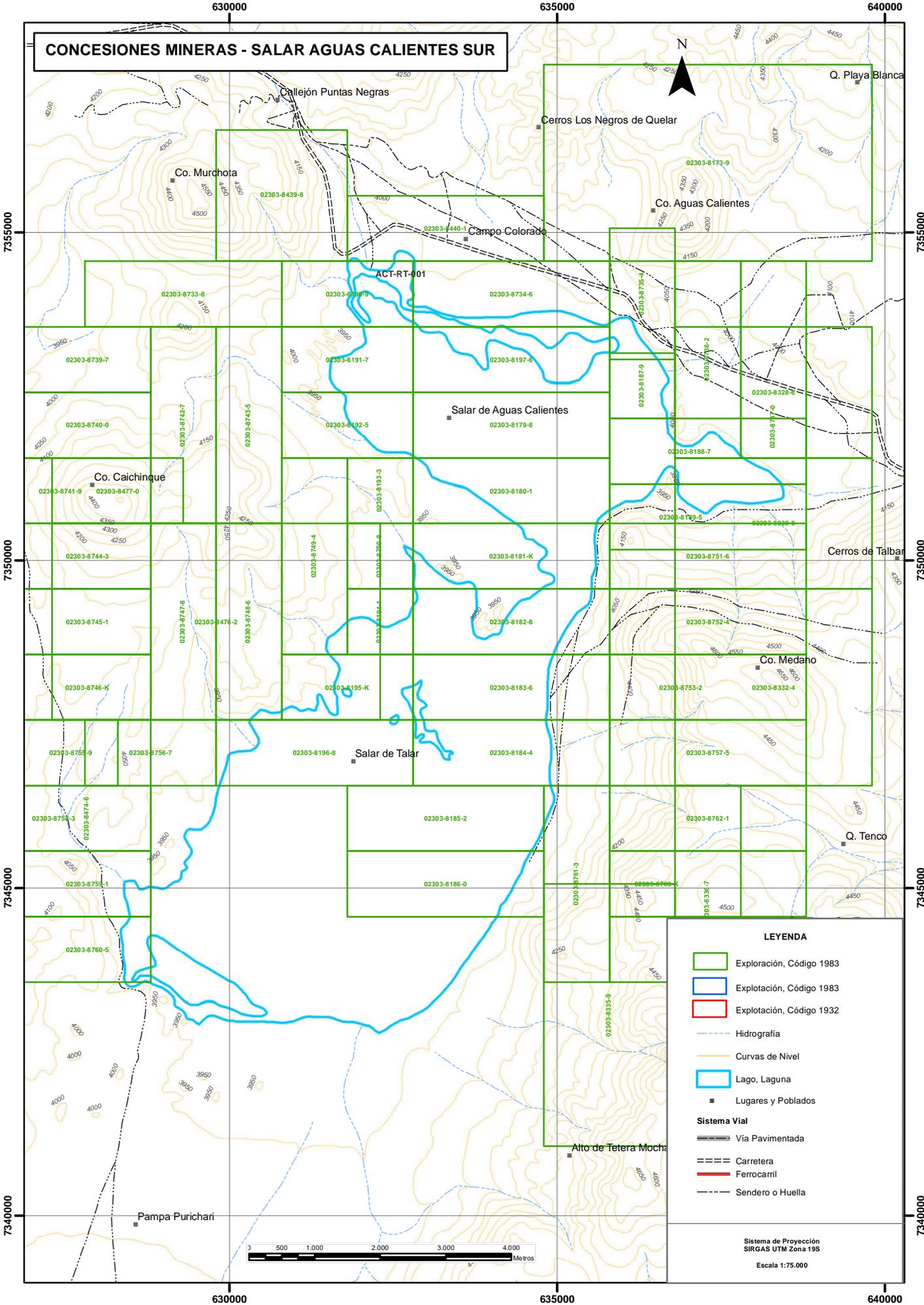
CONCESIONES EXPLOTACIÓN - CÓDIGO 1983 - SALAR DE AGUAS CALIENTES CENTRO			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
02303-1411-K	DON SEGUNDO II 37 1/30	SQM S.A.	300
02303-1412-8	DON SEGUNDO II 38 1/30	SQM S.A.	300
02303-1413-6	DON SEGUNDO II 39 1/30	SQM S.A.	300
02303-1414-4	DON SEGUNDO II 40 1/30	SQM S.A.	300
02303-1415-2	DON SEGUNDO II 41 1/30	SQM S.A.	300
02303-1416-0	DON SEGUNDO II 42 1/30	SQM S.A.	300
02303-1417-9	DON SEGUNDO II 43 1/30	SQM S.A.	300
02303-1418-7	DON SEGUNDO II 44 1/30	SQM S.A.	300
02303-1419-5	DON SEGUNDO II 45 1/30	SQM S.A.	300
02303-1420-9	DON SEGUNDO II 46 1/30	SQM S.A.	300
02303-1421-7	DON SEGUNDO II 47 1/30	SQM S.A.	300
02303-1422-5	DON SEGUNDO II 48 1/30	SQM S.A.	300
02303-1423-3	DON SEGUNDO II 49 1/30	SQM S.A.	300
02303-1424-1	DON SEGUNDO II 55 1/20	SQM S.A.	200
02303-1425-K	DON SEGUNDO II 56 1/30	SQM S.A.	300



CONCESIONES DE EXPLORACIÓN MÍNERA - SALAR EL LACO			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
02303-8383-9	TECAS 4	CIA MRA DEL PACIFICO SA	600

CONCESIONES EXPLOTACIÓN - CÓDIGO 1983 - SALAR DE EL LACO			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
02303-0052-6	PARINA 1/5	CIA MRA DEL PACIFICO SA	25
02303-1279-6	IMAN 1 1/60	LACO SPA	300
02303-1280-K	IMAN 2 1/60	LACO SPA	300
02303-1281-8	IMAN 3 1/60	LACO SPA	300
02303-1282-6	IMAN 4 1/60	LACO SPA	300
02303-1283-4	IMAN 5 1/60	LACO SPA	300
02303-1289-3	IMAN 11 1/60	LACO SPA	300
02303-1382-2	DON SEGUNDO II 8 1/20	SQM S.A.	200
02303-1383-0	DON SEGUNDO II 9 1/30	SQM S.A.	300
02303-1384-9	DON SEGUNDO II 10 1/30	SQM S.A.	300
02303-1385-7	DON SEGUNDO II 11 1/30	SQM S.A.	300
02303-1386-5	DON SEGUNDO II 12 1/30	SQM S.A.	300
02303-1387-3	DON SEGUNDO II 13 1/30	SQM S.A.	300
02303-1388-1	DON SEGUNDO II 14 1/20	SQM S.A.	200
02303-1389-K	DON SEGUNDO II 15 1/20	SQM S.A.	200
02303-1390-3	DON SEGUNDO II 16 1/10	SQM S.A.	100
02303-1429-2	LACO 6 1/60	LACO SPA	300
02303-1430-6	LACO 7 1/60	LACO SPA	300
02303-1431-4	LACO 8 1/60	LACO SPA	300
02303-1432-2	LACO 9 1/60	LACO SPA	230
02303-1433-0	LACO 10 1/46	LACO SPA	230
02303-1434-9	LACO 11 1/60	LACO SPA	300
02303-1922-7	PARINA 3 1/200	CIA MRA DEL PACIFICO SA	600
02303-1969-3	LACO 59 1/58	LACO SPA	259
02303-1970-7	LACO 60 1/47	LACO SPA	209
02303-1986-3	LACO 51 1/60	LACO SPA	300
02303-1989-8	LACO 54 1/60	LACO SPA	300
02303-1992-8	LACO 57 1/60	LACO SPA	300
02303-1994-4	IMAN 13 1/40	LACO SPA	200
02303-1995-2	IMAN 14 1/40	LACO SPA	200
02303-1996-0	IMAN 15 1/40	LACO SPA	200
02303-1997-9	IMAN 16 1/60	LACO SPA	300
02303-1998-7	IMAN 17 1/60	LACO SPA	300
02303-1999-5	IMAN 18 1/60	LACO SPA	300
02303-2722-K	LACO 64 1/60	LACO SPA	300

# CONCESIONES MINERAS - SALAR AGUAS CALIENTES SUR



## LEYENDA

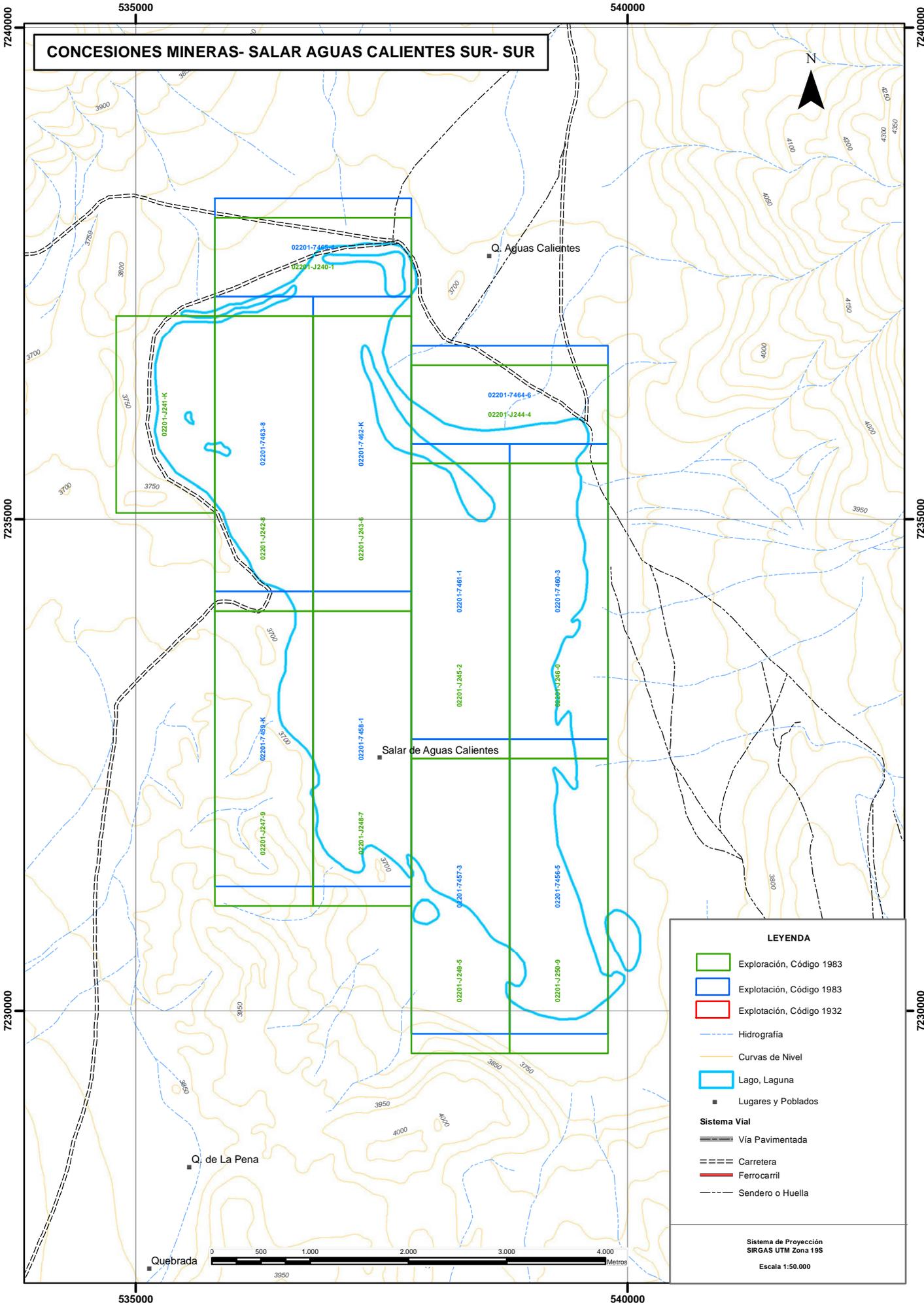
- Exploración, Código 1983
- Explotación, Código 1983
- Explotación, Código 1932
- Hidrografía
- Curvas de Nivel
- Lago, Laguna
- Lugares y Poblados
- Sistema Vial**
- Via Pavimentada
- Carretera
- Ferrocarril
- Sendero o Huella

Sistema de Proyección  
SIRGAS UTM Zona 19S  
Escala 1:75.000

CONCESIONES DE EXPLORACIÓN MÍNERA - SALAR DE AGUAS CALIENTES SUR			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
02303-8173-9	LLAMA 6 A	CIA MRA DEL PACIFICO SA	1500
02303-8179-8	NERO 9B	MINERA FUEGO LTDA	300
02303-8180-1	NERO 10B	MINERA FUEGO LTDA	300
02303-8181-K	NERO 11B	MINERA FUEGO LTDA	300
02303-8182-8	NERO 12B	MINERA FUEGO LTDA	300
02303-8183-6	NERO 13B	MINERA FUEGO LTDA	300
02303-8184-4	NERO 14B	MINERA FUEGO LTDA	300
02303-8185-2	NERO 15B	MINERA FUEGO LTDA	300
02303-8186-0	NERO 16B	MINERA FUEGO LTDA	300
02303-8187-9	NERO 17B	MINERA FUEGO LTDA	100
02303-8188-7	NERO 18B	MINERA FUEGO LTDA	300
02303-8189-5	NERO 19B	MINERA FUEGO LTDA	300
02303-8190-9	NERO 1B	MINERA FUEGO LTDA	200
02303-8191-7	NERO 2B	MINERA FUEGO LTDA	200
02303-8192-5	NERO 3B	MINERA FUEGO LTDA	200
02303-8193-3	NERO 4B	MINERA FUEGO LTDA	100
02303-8194-1	NERO 5B	MINERA FUEGO LTDA	100
02303-8195-K	NERO 6B	MINERA FUEGO LTDA	200
02303-8196-8	NERO 7B	MINERA FUEGO LTDA	300
02303-8197-6	NERO 8B	MINERA FUEGO LTDA	300
02303-8328-6	CACO 4	CIA MRA DEL PACIFICO SA	600
02303-8330-8	CACO 6	CIA MRA DEL PACIFICO SA	600
02303-8332-4	CACO 8	CIA MRA DEL PACIFICO SA	900
02303-8335-9	CACO 11	CIA MRA DEL PACIFICO SA	800
02303-8336-7	CACO 12	CIA MRA DEL PACIFICO SA	300
02303-8340-5	CACO 16	CIA MRA DEL PACIFICO SA	600
02303-8439-8	QUELAR 10	CIA MRA DEL PACIFICO SA	400
02303-8440-1	QUELAR 11	CIA MRA DEL PACIFICO SA	300
02303-8474-6	HIPI 5	CIA MRA DEL PACIFICO SA	600
02303-8476-2	HIPI 7	CIA MRA DEL PACIFICO SA	1500
02303-8477-0	HIPI 8	CIA MRA DEL PACIFICO SA	200
02303-8733-8	CAPUR 2	MINERA FUEGO LTDA	300
02303-8734-6	CAPUR 3	MINERA FUEGO LTDA	300
02303-8735-4	CAPUR 4	MINERA FUEGO LTDA	200
02303-8736-2	CAPUR 5	MINERA FUEGO LTDA	300
02303-8737-0	CAPUR 6	MINERA FUEGO LTDA	300
02303-8739-7	CAPUR 8	MINERA FUEGO LTDA	300
02303-8740-0	CAPUR 9	MINERA FUEGO LTDA	300
02303-8741-9	CAPUR 10	MINERA FUEGO LTDA	300

CONCESIONES DE EXPLORACIÓN MÍNERA - SALAR DE AGUAS CALIENTES SUR			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
02303-8742-7	CAPUR 11	MINERA FUEGO LTDA	300
02303-8743-5	CAPUR 12	MINERA FUEGO LTDA	300
02303-8744-3	CAPUR 13	MINERA FUEGO LTDA	300
02303-8745-1	CAPUR 14	MINERA FUEGO LTDA	300
02303-8746-K	CAPUR 15	MINERA FUEGO LTDA	300
02303-8747-8	CAPUR 16	MINERA FUEGO LTDA	300
02303-8748-6	CAPUR 17	MINERA FUEGO LTDA	300
02303-8749-4	CAPUR 18	MINERA FUEGO LTDA	300
02303-8750-8	CAPUR 19	MINERA FUEGO LTDA	100
02303-8751-6	CAPUR 20	MINERA FUEGO LTDA	300
02303-8752-4	CAPUR 21	MINERA FUEGO LTDA	300
02303-8753-2	CAPUR 22	MINERA FUEGO LTDA	300
02303-8755-9	CAPUR 24	MINERA FUEGO LTDA	200
02303-8756-7	CAPUR 25	MINERA FUEGO LTDA	200
02303-8757-5	CAPUR 26	MINERA FUEGO LTDA	300
02303-8758-3	CAPUR 28	MINERA FUEGO LTDA	300
02303-8759-1	CAPUR 29	MINERA FUEGO LTDA	300
02303-8760-5	CAPUR 30	MINERA FUEGO LTDA	300
02303-8761-3	CAPUR 35	MINERA FUEGO LTDA	300
02303-8762-1	CAPUR 36	MINERA FUEGO LTDA	300
02303-8763-K	CAPUR 37	MINERA FUEGO LTDA	300
02303-8764-8	CAPUR 38	MINERA FUEGO LTDA	300

# CONCESIONES MINERAS- SALAR AGUAS CALIENTES SUR- SUR



## LEYENDA

- Exploración, Código 1983
- Explotación, Código 1983
- Explotación, Código 1932
- Hidrografía
- Curvas de Nivel
- Lago, Laguna
- Lugares y Poblados
- Sistema Vial**
- Vía Pavimentada
- Carretera
- Ferrocarril
- Sendero o Huella

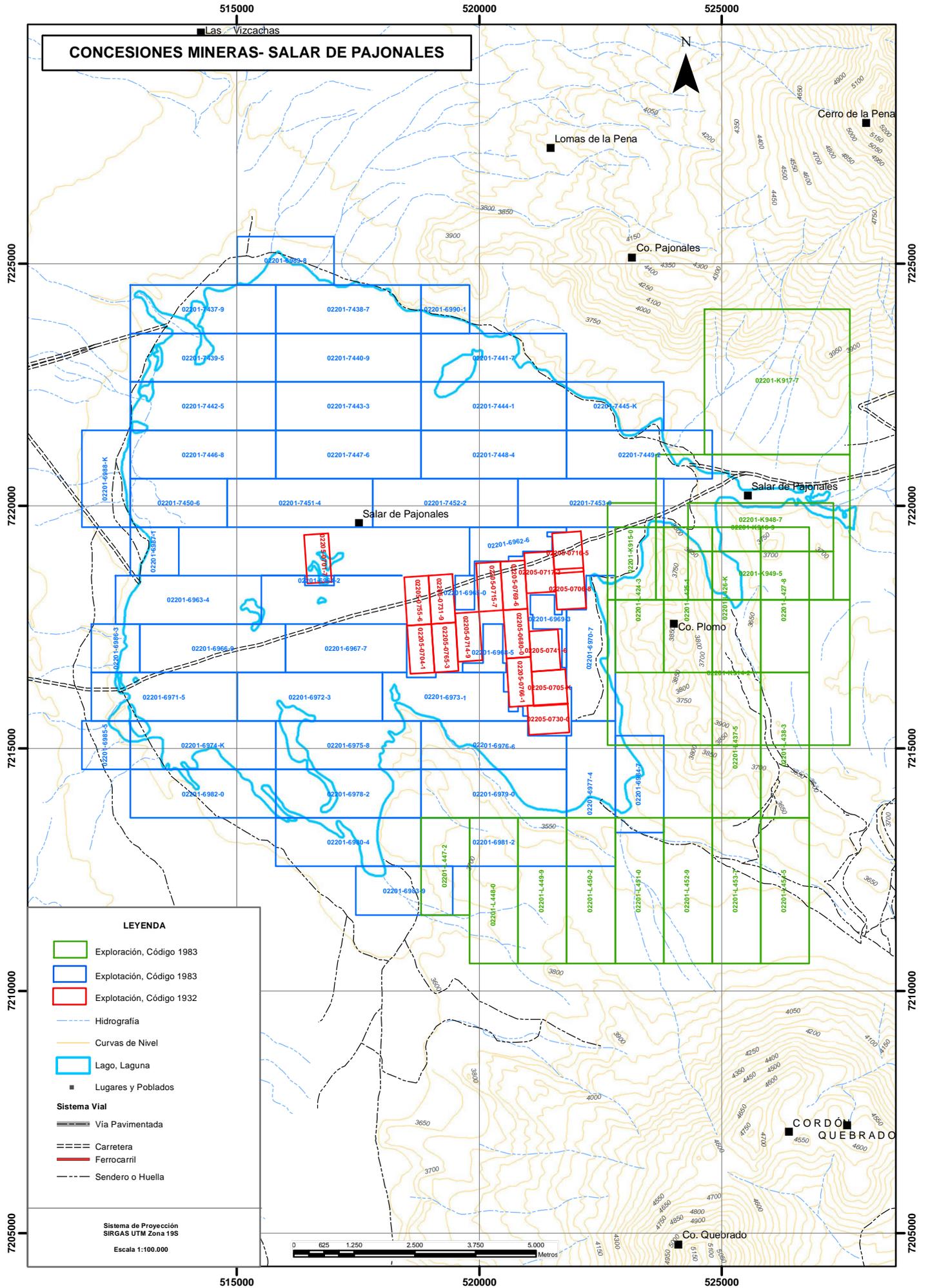
Sistema de Proyección  
 SRGAS UTM Zona 19S  
 Escala 1:50.000



CONCESIONES DE EXPLORACIÓN MÍNERA - SALAR DE AGUAS CALIENTES SUR SUR			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
02201-J240-1	ROSA 1	BITRAN CARRENO CLAUDIO	200
02201-J241-K	ROSA 2	BITRAN CARRENO CLAUDIO	200
02201-J242-8	ROSA 3	BITRAN CARRENO CLAUDIO	300
02201-J243-6	ROSA 4	BITRAN CARRENO CLAUDIO	300
02201-J244-4	ROSA 5	BITRAN CARRENO CLAUDIO	200
02201-J245-2	ROSA 6	BITRAN CARRENO CLAUDIO	300
02201-J246-0	ROSA 7	BITRAN CARRENO CLAUDIO	300
02201-J247-9	ROSA 8	BITRAN CARRENO CLAUDIO	300
02201-J248-7	ROSA 9	BITRAN CARRENO CLAUDIO	300
02201-J249-5	ROSA 10	BITRAN CARRENO CLAUDIO	300
02201-J250-9	ROSA 11	BITRAN CARRENO CLAUDIO	300

CONCESIONES EXPLOTACIÓN - CÓDIGO 1983 - SALAR DE AGUAS CALIENTES SUR- SUR			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
02201-7456-5	LLULLAILLACO II 1 1/30	SQM S.A.	300
02201-7457-3	LLULLAILLACO II 2 1/30	SQM S.A.	300
02201-7458-1	LLULLAILLACO II 3 1/30	SQM S.A.	300
02201-7459-K	LLULLAILLACO II 4 1/30	SQM S.A.	300
02201-7460-3	LLULLAILLACO II 5 1/30	SQM S.A.	300
02201-7461-1	LLULLAILLACO II 6 1/30	SQM S.A.	300
02201-7462-K	LLULLAILLACO II 7 1/30	SQM S.A.	300
02201-7463-8	LLULLAILLACO II 8 1/30	SQM S.A.	300
02201-7464-6	LLULLAILLACO II 9 1/20	SQM S.A.	200
02201-7465-4	LLULLAILLACO II 10 1/20	SQM S.A.	200

# CONCESIONES MINERAS- SALAR DE PAJONALES



## LEYENDA

- Exploración, Código 1983
- Explotación, Código 1983
- Explotación, Código 1932
- Hidrografia
- Curvas de Nivel
- Lago, Laguna
- Lugares y Poblados
- Sistema Vial**
- Via Pavimentada
- Carretera
- Ferrocarril
- Sendero o Huella

Sistema de Proyección  
SIRGAS UTM Zona 19S  
Escala 1:100,000



CONCESIONES DE EXPLORACIÓN MÍNERA - SALAR DE PAJONALES			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
02201-K914-2	MIO 5A	MUNOZ URBINA RODRIGO	1500
02201-K915-0	MIO 4A	MUNOZ URBINA RODRIGO	200
02201-K916-9	MIO 3A	MUNOZ URBINA RODRIGO	1200
02201-K917-7	MIO 2A	MUNOZ URBINA RODRIGO	900
02201-K948-7	PAJONALES 1	PAN PACIFIC COPPER EXP CHILE L	300
02201-K949-5	PAJONALES 2	PAN PACIFIC COPPER EXP CHILE L	300
02201-L424-3	MVN 2	MINERA FUEGO LTDA	300
02201-L425-1	MVN 3	MINERA FUEGO LTDA	300
02201-L426-K	MVN 4	MINERA FUEGO LTDA	300
02201-L427-8	MVN 5	MINERA FUEGO LTDA	300
02201-L437-5	MVN 20	MINERA FUEGO LTDA	300
02201-L438-3	MVN 21	MINERA FUEGO LTDA	300
02201-L447-2	MVN 30	MINERA FUEGO LTDA	200
02201-L448-0	MVN 31	MINERA FUEGO LTDA	300
02201-L449-9	MVN 32	MINERA FUEGO LTDA	300
02201-L450-2	MVN 33	MINERA FUEGO LTDA	300
02201-L451-0	MVN 34	MINERA FUEGO LTDA	300
02201-L452-9	MVN 35	MINERA FUEGO LTDA	300
02201-L453-7	MVN 36	MINERA FUEGO LTDA	300
02201-L454-5	MVN 37	MINERA FUEGO LTDA	300

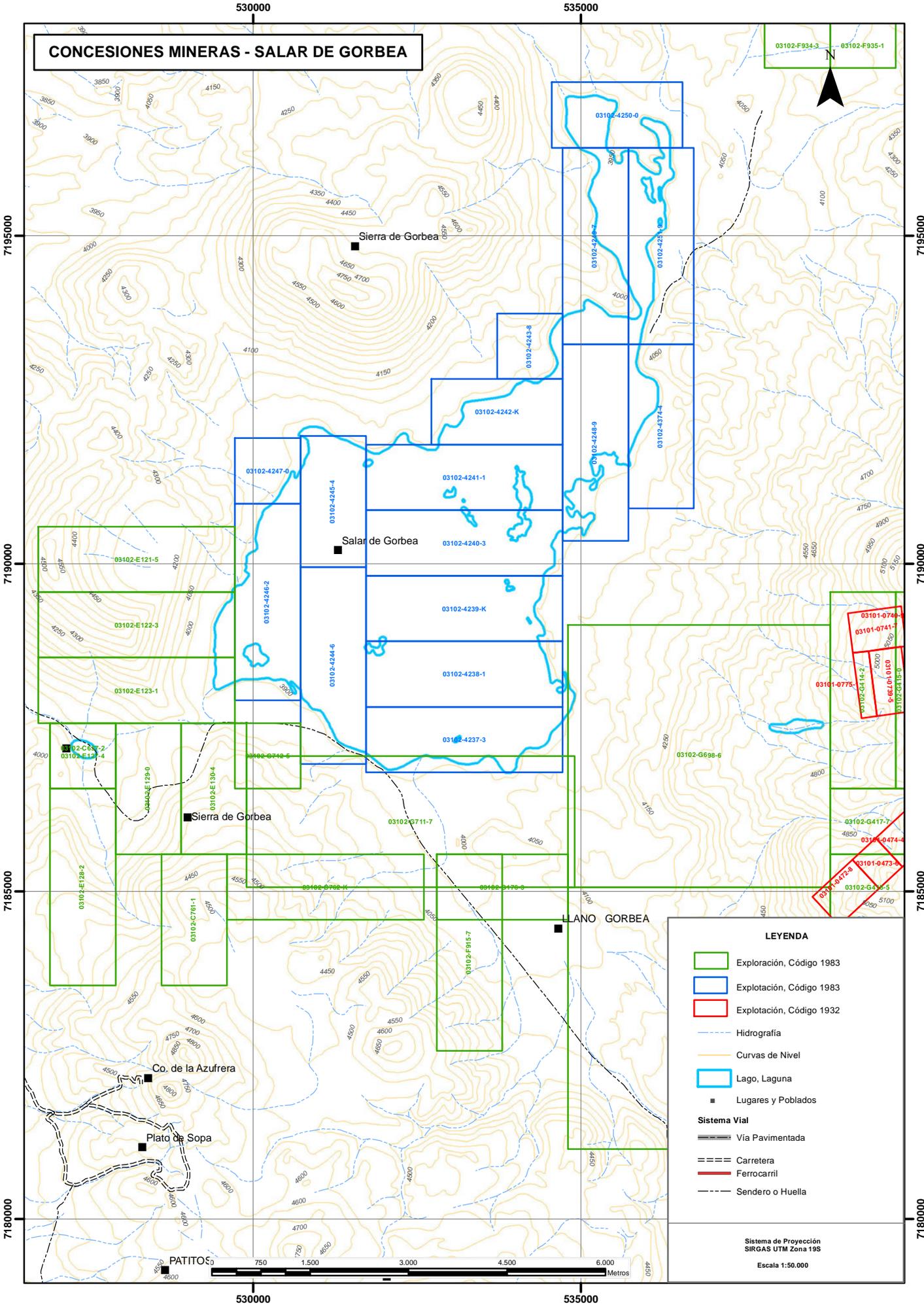
CONCESIONES EXPLORACIÓN - CÓDIGO 1983 - SALAR DE PAJONALES			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
02201-6962-6	PAJONAL 20 1/21	SQM S.A.	109
02201-6963-4	PAJONAL 21 1/30	SQM S.A.	300
02201-6964-2	PAJONAL 22 1/30	SQM S.A.	12
02201-6965-0	PAJONAL 23 1/4	SQM S.A.	28
02201-6966-9	PAJONAL 24 1/30	SQM S.A.	300
02201-6967-7	PAJONAL 25 1/25	SQM S.A.	250
02201-6968-5	PAJONAL 26 1/10	SQM S.A.	50
02201-6969-3	PAJONAL 27 1/16	SQM S.A.	50
02201-6970-7	PAJONAL 28 1/30	SQM S.A.	265
02201-6971-5	PAJONAL 29 1/30	SQM S.A.	300
02201-6972-3	PAJONAL 30 1/30	SQM S.A.	300
02201-6973-1	PAJONAL 31 1/30	SQM S.A.	258
02201-6974-K	PAJONAL 32 1/30	SQM S.A.	300
02201-6975-8	PAJONAL 33 1/30	SQM S.A.	300
02201-6976-6	PAJONAL 34 1/30	SQM S.A.	276
02201-6977-4	PAJONAL 35 1/30	SQM S.A.	297

CONCESIONES EXPLOTACIÓN - CÓDIGO 1983 - SALAR DE PAJONALES			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
02201-6978-2	PAJONAL 36 1/30	SQM S.A.	300
02201-6979-0	PAJONAL 37 1/30	SQM S.A.	300
02201-6980-4	PAJONAL 38 1/30	SQM S.A.	300
02201-6981-2	PAJONAL 39 1/30	SQM S.A.	300
02201-6982-0	PAJONAL 40 1/30	SQM S.A.	300
02201-6983-9	PAJONAL 41 1/20	SQM S.A.	200
02201-6984-7	PAJONAL 42 1/20	SQM S.A.	200
02201-6985-5	PAJONAL 43 1/10	SQM S.A.	100
02201-6986-3	PAJONAL 44 1/10	SQM S.A.	100
02201-6987-1	PAJONAL 45 1/10	SQM S.A.	100
02201-6988-K	PAJONAL 46 1/20	SQM S.A.	200
02201-6989-8	PAJONAL 47 1/20	SQM S.A.	200
02201-6990-1	PAJONAL 48 1/10	SQM S.A.	100
02201-7437-9	PAJONAL II 1 1/30	SQM S.A.	300
02201-7438-7	PAJONAL II 2 1/30	SQM S.A.	300
02201-7439-5	PAJONAL II 3 1/30	SQM S.A.	300
02201-7440-9	PAJONAL II 4 1/30	SQM S.A.	300
02201-7441-7	PAJONAL II 5 1/30	SQM S.A.	300
02201-7442-5	PAJONAL II 6 1/30	SQM S.A.	300
02201-7443-3	PAJONAL II 7 1/30	SQM S.A.	300
02201-7444-1	PAJONAL II 8 1/30	SQM S.A.	300
02201-7445-K	PAJONAL II 9 1/20	SQM S.A.	200
02201-7446-8	PAJONAL II 10 1/30	SQM S.A.	300
02201-7447-6	PAJONAL II 11 1/30	SQM S.A.	300
02201-7448-4	PAJONAL II 12 1/30	SQM S.A.	300
02201-7449-2	PAJONAL II 13 1/30	SQM S.A.	300
02201-7450-6	PAJONAL II 14 1/20	SQM S.A.	200
02201-7451-4	PAJONAL II 15 1/30	SQM S.A.	300
02201-7452-2	PAJONAL II 16 1/30	SQM S.A.	300
02201-7453-0	PAJONAL II 17 1/30	SQM S.A.	300

CONCESIONES EXPLOTACIÓN - CÓDIGO 1932- SALAR DE PAJONALES			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
02205-0680-0	URANO	CIA MRA FENIX SCM	50
02205-0701-7	K	CIA MRA FENIX SCM	50
02205-0704-1	MAPOCHO	CIA MRA FENIX SCM	50
02205-0705-K	MINERVA	CIA MRA FENIX SCM	50
02205-0706-8	MEDUSA	CIA MRA FENIX SCM	50
02205-0714-9	PROMETEO	CIA MRA FENIX SCM	50

CONCESIONES EXPLOTACIÓN - CÓDIGO 1932- SALAR DE PAJONALES			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
02205-0715-7	PANDORA	CIA MRA FENIX SCM	50
02205-0716-5	PLUTO	CIA MRA FENIX SCM	50
02205-0717-3	PROSERPINA	CIA MRA FENIX SCM	50
02205-0730-0	IRMA	CIA MRA FENIX SCM	50
02205-0731-9	IQUIQUE	CIA MRA FENIX SCM	50
02205-0741-6	DIANA	CIA MRA FENIX SCM	50
02205-0755-6	BIO BIO	CIA MRA FENIX SCM	50
02205-0765-3	COPIAPO	CIA MRA FENIX SCM	50
02205-0766-1	CALIOPE	CIA MRA FENIX SCM	50
02205-0769-6	CERES	CIA MRA FENIX SCM	50

# CONCESIONES MINERAS - SALAR DE GORBEA



**LEYENDA**

- Exploración, Código 1983
- Explotación, Código 1983
- Explotación, Código 1932
- Hidrografía
- Curvas de Nivel
- Lago, Laguna
- Lugares y Poblados

**Sistema Vial**

- Via Pavimentada
- Carretera
- Ferrocarril
- Sendero o Huella

Sistema de Proyección  
SIRGAS UTM Zona 19S  
Escala 1:50.000

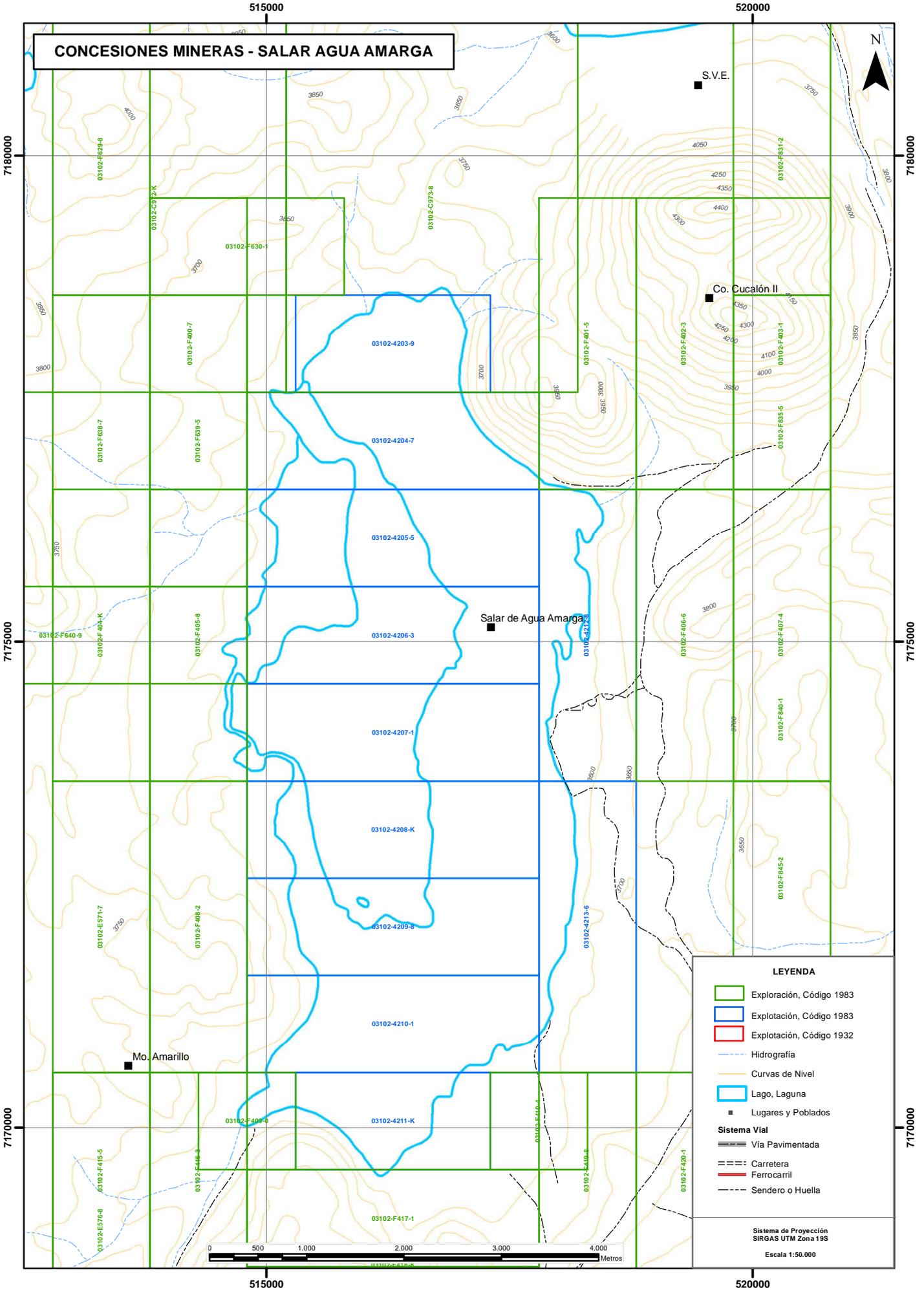
CONCESIONES DE EXPLORACIÓN MÍNERA - SALAR DE GORBEA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
03102-C637-2	OLVIDADO	SLM OLVIDADO DIEGO DE ALMAGRO	100
03102-C761-1	VENTURA 1	MINERA MIRASOL CHILE LIMITADA	200
03102-C762-K	VENTURA 2	MINERA MIRASOL CHILE LIMITADA	300
03102-E121-5	VIRGINIA 9	SOC.MINERA LAGUNAS BRAVAS LTDA	300
03102-E122-3	VIRGINIA 10	SOC.MINERA LAGUNAS BRAVAS LTDA	300
03102-E123-1	VIRGINIA 11	SOC.MINERA LAGUNAS BRAVAS LTDA	300
03102-E127-4	VIRGINIA 15	SOC.MINERA LAGUNAS BRAVAS LTDA	100
03102-E128-2	VIRGINIA 16	SOC.MINERA LAGUNAS BRAVAS LTDA	300
03102-E129-0	VIRGINIA 17	SOC.MINERA LAGUNAS BRAVAS LTDA	200
03102-E130-4	VIRGINIA 18	SOC.MINERA LAGUNAS BRAVAS LTDA	200
03102-F915-7	GORBEA 3	RUSSI CALEGARI CARLOS	300
03102-F934-3	GANO 10	MINERA FUEGO LTDA	200
03102-F935-1	GANO 11	MINERA FUEGO LTDA	200
03102-G176-3	MT 631	MINERA FUEGO LTDA	200
03102-G414-2	GORBEA I	RICHARD MERCADO FRANCISCO	300
03102-G415-0	GORBEA II	RICHARD MERCADO FRANCISCO	300
03102-G417-7	GORBEA IV	RICHARD MERCADO FRANCISCO	300
03102-G418-5	GORBEA V	RICHARD MERCADO FRANCISCO	300
03102-G698-6	BAYO 1	MINERA ESCONDIDA LIMITADA	1600
03102-G699-4	BAYO 2	MINERA ESCONDIDA LIMITADA	1600
03102-G711-7	BAYO 5	MINERA ESCONDIDA LIMITADA	1000
03102-G712-5	BAYO 6	MINERA ESCONDIDA LIMITADA	100

CONCESIONES EXPLOTACIÓN - CÓDIGO 1983 - SALAR DE GORBEA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
03102-4237-3	LASAR II 2 1/30	SQM S.A.	300
03102-4238-1	LASAR II 3 1/30	SQM S.A.	300
03102-4239-K	LASAR II 4 1/30	SQM S.A.	300
03102-4240-3	LASAR II 5 1/30	SQM S.A.	300
03102-4241-1	LASAR II 6 1/30	SQM S.A.	300
03102-4242-K	LASAR II 7 1/20	SQM S.A.	200
03102-4243-8	LASAR II 8 1/10	SQM S.A.	100
03102-4244-6	LASAR II 9 1/30	SQM S.A.	300
03102-4245-4	LASAR II 10 1/20	SQM S.A.	200
03102-4246-2	LASAR II 11 1/30	SQM S.A.	300
03102-4247-0	LASAR II 12 1/10	SQM S.A.	100
03102-4248-9	LASAR II 13 1/30	SQM S.A.	300
03102-4249-7	LASAR II 14 1/30	SQM S.A.	300
03102-4250-0	LASAR II 15 1/20	SQM S.A.	200

CONCESIONES EXPLOTACIÓN - CÓDIGO 1983 - SALAR DE GORBEA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
03102-4251-9	LASAR II 16 1/30	SQM S.A.	300
03102-4374-4	LASAR SEGUNDO II 17 1/25	SQM S.A.	250

CONCESIONES EXPLOTACIÓN - CÓDIGO 1932- SALAR DE GORBEA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
03101-0472-8	CHANARAL	MUNOZ JOFRE SEBASTIAN NICOLAS	50
03101-0473-6	ISOLINA	MUNOZ JOFRE SEBASTIAN NICOLAS	29
03101-0474-4	TALTALINA	MUNOZ JOFRE SEBASTIAN NICOLAS	50
03101-0739-5	ATACAMA	SUC ANTONIO CERVINO	50
03101-0740-9	ESCONDIDA	MUNOZ JOFRE SEBASTIAN NICOLAS	50
03101-0741-7	PREVISION	MUNOZ JOFRE SEBASTIAN NICOLAS	50
03101-0775-1	PREVISION 2	MUNOZ JOFRE SEBASTIAN NICOLAS	24

# CONCESIONES MINERAS - SALAR AGUA AMARGA



### LEYENDA

- Exploración, Código 1983
- Explotación, Código 1983
- Explotación, Código 1932
- Hidrografía
- Curvas de Nivel
- Lago, Laguna
- Lugares y Poblados
- Sistema Vial
  - Vía Pavimentada
  - Carretera
  - Ferrocarril
  - Sendero o Huella

Sistema de Proyección  
SIRGAS UTM Zona 19S  
Escala 1:50.000

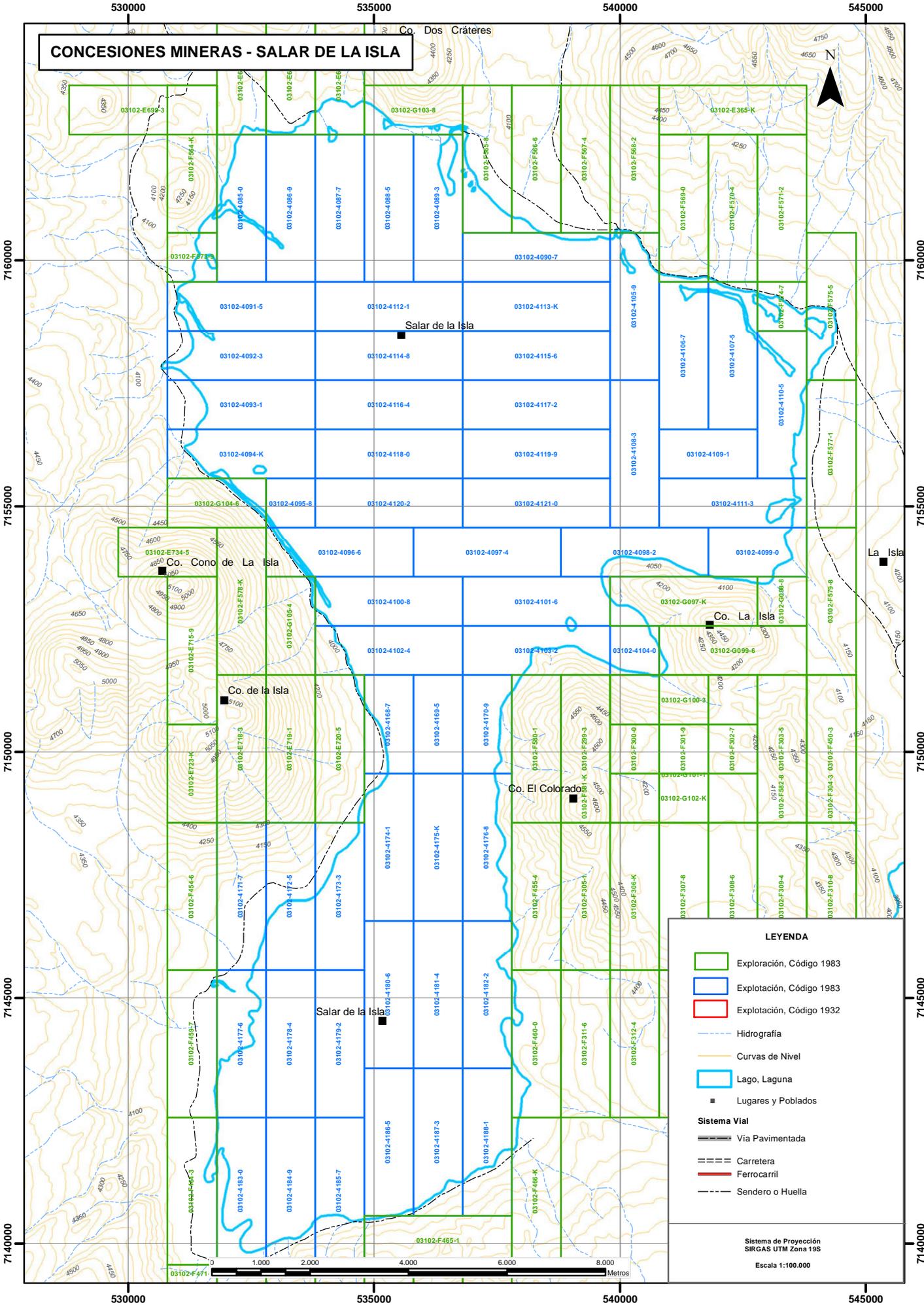


CONCESIONES DE EXPLORACIÓN MÍNERA - SALAR DE AGUA AMARGA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
03102-C972-K	IVAN 28	MUNOZ URBINA RODRIGO	1500
03102-C973-8	IVAN 29	MUNOZ URBINA RODRIGO	1500
03102-E571-7	EPSILON 27	GOLDS FIELDS PEDERNALES LTDA	300
03102-E576-8	EPSILON 32	GOLDS FIELDS PEDERNALES LTDA	300
03102-F400-7	LAGUNA I 3	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F401-5	LAGUNA I 5	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F402-3	LAGUNA I 6	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F403-1	LAGUNA I 7	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F404-K	LAGUNA I 10	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F405-8	LAGUNA I 11	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F406-6	LAGUNA I 12	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F407-4	LAGUNA I 13	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F408-2	LAGUNA I 16	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F409-0	LAGUNA I 19	SALARES DE ATACAMA SCM	100
03102-F410-4	LAGUNA I 20	SALARES DE ATACAMA SCM	100
03102-F415-5	LAGUNA I 26	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F416-3	LAGUNA I 27	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F417-1	LAGUNA I 28	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F418-K	LAGUNA I 29	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F419-8	LAGUNA I 30	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F420-1	LAGUNA I 31	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F629-8	MT 47	MINERA FUEGO LTDA	300
03102-F630-1	MT 48	MINERA FUEGO LTDA	200
03102-F638-7	MT 55	MINERA FUEGO LTDA	300
03102-F639-5	MT 56	MINERA FUEGO LTDA	300
03102-F640-9	MT 61	MINERA FUEGO LTDA	300
03102-F670-0	MT 99	MINERA FUEGO LTDA	300
03102-F831-2	MT 604	MINERA FUEGO LTDA	300
03102-F835-5	MT 609	MINERA FUEGO LTDA	200
03102-F840-1	MT 615	MINERA FUEGO LTDA	300
03102-F845-2	MT 624	MINERA FUEGO LTDA	200
03102-F846-0	MT 625	MINERA FUEGO LTDA	200

CONCESIONES EXPLOTACIÓN - CÓDIGO 1983 - SALAR DE AGUA AMARGA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
03102-4203-9	AGUA 1 1/40	SALARES DE ATACAMA SCM	200
03102-4204-7	AGUA 2 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4205-5	AGUA 3 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300

CONCESIONES EXPLOTACIÓN - CÓDIGO 1983 - SALAR DE AGUA AMARGA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
03102-4206-3	AGUA 4 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4207-1	AGUA 5 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4208-K	AGUA 6 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4209-8	AGUA 7 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4210-1	AGUA 8 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4211-K	AGUA 9 1/40	SALARES DE ATACAMA SCM	200
03102-4212-8	AGUA 10 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4213-6	AGUA 11 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300

# CONCESIONES MINERAS - SALAR DE LA ISLA



**LEYENDA**

- Exploración, Código 1983
- Explotación, Código 1983
- Explotación, Código 1932
- Hidrografía
- Curvas de Nivel
- Lago, Laguna
- Lugares y Poblados

**Sistema Vial**

- Vía Pavimentada
- Carretera
- Ferrocarril
- Sendero o Huella

Sistema de Proyección  
SIRGAS UTM Zona 19S  
Escala 1:100.000

CONCESIONES DE EXPLORACIÓN MÍNERA - SALAR DE LA ISLA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
03102-E365-K	RIO IMPERIAL 4	PEREZ VARGAS MIGUEL ANGEL	300
03102-E695-0	EPSILON 83	GOLDS FIELDS PEDERNALES LTDA	300
03102-E696-9	EPSILON 84	GOLDS FIELDS PEDERNALES LTDA	300
03102-E697-7	EPSILON 85	GOLDS FIELDS PEDERNALES LTDA	300
03102-E699-3	EPSILON 87	GOLDS FIELDS PEDERNALES LTDA	300
03102-E715-9	EPSILON 114	GOLDS FIELDS PEDERNALES LTDA	300
03102-E718-3	EPSILON 117	GOLDS FIELDS PEDERNALES LTDA	300
03102-E719-1	EPSILON 118	GOLDS FIELDS PEDERNALES LTDA	300
03102-E720-5	EPSILON 119	GOLDS FIELDS PEDERNALES LTDA	300
03102-E723-K	EPSILON 122	GOLDS FIELDS PEDERNALES LTDA	200
03102-E734-5	EPSILON 105	GOLDS FIELDS PEDERNALES LTDA	200
03102-F299-3	ISLA NORTE 1	OLIVARES CABRERA MARCELO	300
03102-F300-0	ISLA NORTE 2	OLIVARES CABRERA MARCELO	300
03102-F301-9	ISLA NORTE 3	OLIVARES CABRERA MARCELO	300
03102-F302-7	ISLA NORTE 4	OLIVARES CABRERA MARCELO	300
03102-F303-5	ISLA NORTE 5	OLIVARES CABRERA MARCELO	300
03102-F304-3	ISLA NORTE 6	OLIVARES CABRERA MARCELO	300
03102-F305-1	ISLA SUR 1	OLIVARES CABRERA MARCELO	300
03102-F306-K	ISLA SUR 2	OLIVARES CABRERA MARCELO	300
03102-F307-8	ISLA SUR 3	OLIVARES CABRERA MARCELO	300
03102-F308-6	ISLA SUR 4	OLIVARES CABRERA MARCELO	300
03102-F309-4	ISLA SUR 5	OLIVARES CABRERA MARCELO	300
03102-F310-8	ISLA SUR 6	OLIVARES CABRERA MARCELO	300
03102-F311-6	ISLA SUR 7	OLIVARES CABRERA MARCELO	300
03102-F312-4	ISLA SUR 8	OLIVARES CABRERA MARCELO	300
03102-F313-2	ISLA SUR 9	OLIVARES CABRERA MARCELO	300
03102-F314-0	ISLA SUR 10	OLIVARES CABRERA MARCELO	300
03102-F315-9	ISLA SUR 11	OLIVARES CABRERA MARCELO	300
03102-F316-7	ISLA SUR 12	OLIVARES CABRERA MARCELO	300
03102-F450-3	VERTIENTE I 41	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F454-6	VERTIENTE I 45	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F455-4	VERTIENTE I 46	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F456-2	VERTIENTE I 47	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F459-7	VERTIENTE I 53	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F460-0	VERTIENTE I 54	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F464-3	VERTIENTE I 59	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F465-1	VERTIENTE I 60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F466-K	VERTIENTE I 61	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F471-6	VERTIENTE I 67	SALARES DE ATACAMA SCM	300

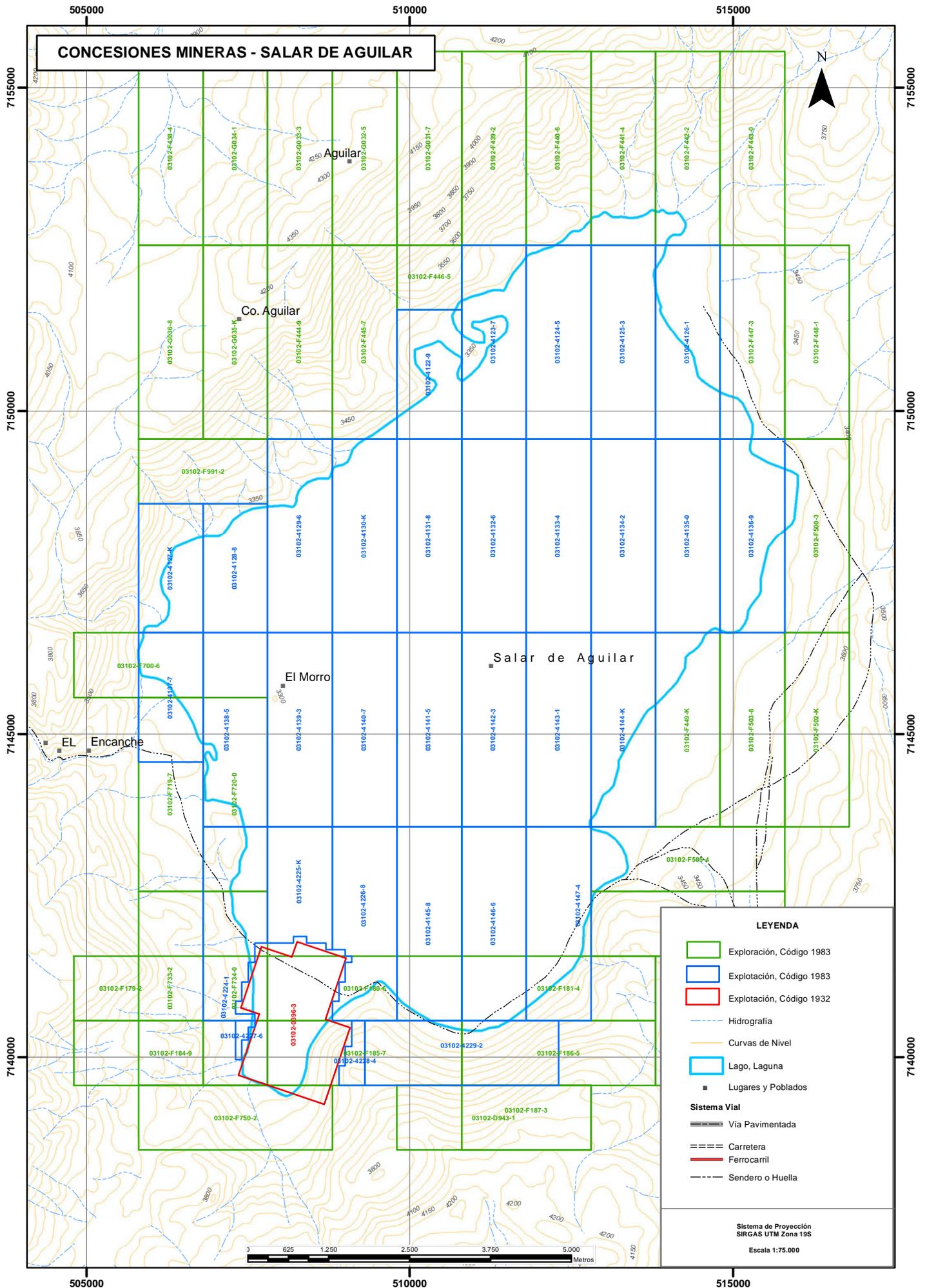
CONCESIONES DE EXPLORACIÓN MÍNERA - SALAR DE LA ISLA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
03102-F472-4	VERTIENTE I 68	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F473-2	VERTIENTE I 69	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F474-0	VERTIENTE I 70	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F475-9	VERTIENTE I 71	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F476-7	VERTIENTE I 72	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F477-5	VERTIENTE I 73	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F564-K	VERTIENTE I 10	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F565-8	VERTIENTE I 13	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F566-6	VERTIENTE I 14	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F567-4	VERTIENTE I 15	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F568-2	VERTIENTE I 16	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F569-0	VERTIENTE I 17	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F570-4	VERTIENTE I 18	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F571-2	VERTIENTE I 19	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F573-9	VERTIENTE I 21	SALARES DE ATACAMA SCM	100
03102-F574-7	VERTIENTE I 22	SALARES DE ATACAMA SCM	100
03102-F575-5	VERTIENTE I 23	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F577-1	VERTIENTE I 26	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F578-K	VERTIENTE I 27	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F579-8	VERTIENTE I 31	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F580-1	VERTIENTE I 35	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F581-K	VERTIENTE I 36	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F582-8	VERTIENTE I 40	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-G097-K	CASCADA I 1	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-G098-8	CASCADA I 2	SALARES DE ATACAMA SCM	100
03102-G099-6	CASCADA I 3	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-G100-3	CASCADA I 4	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-G101-1	CASCADA I 5	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-G102-K	CASCADA I 6	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-G103-8	VERTIENTE I 12	SALARES DE ATACAMA SCM	200
03102-G104-6	VERTIENTE I 25	SALARES DE ATACAMA SCM	200
03102-G105-4	VERTIENTE I 28	SALARES DE ATACAMA SCM	200

CONCESIONES EXPLOTACIÓN - CÓDIGO 1983 - SALAR DE LA ISLA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
03102-4085-0	SALAR 1 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4086-9	SALAR 2 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4087-7	SALAR 3 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4088-5	SALAR 4 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300

CONCESIONES EXPLOTACIÓN - CÓDIGO 1983 - SALAR DE LA ISLA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
03102-4089-3	SALAR 5 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4090-7	SALAR 6 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4091-5	SALAR 7 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4092-3	SALAR 8 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4093-1	SALAR 9 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4094-K	SALAR 10 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4095-8	SALAR 11 1/20	SALARES DE ATACAMA SCM	100
03102-4096-6	SALAR 12 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4097-4	SALAR 13 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4098-2	SALAR 14 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4099-0	SALAR 15 1/40	SALARES DE ATACAMA SCM	200
03102-4100-8	SALAR 16 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4101-6	SALAR 17 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4102-4	SALAR 18 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4103-2	SALAR 19 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4104-0	SALAR 20 1/20	SALARES DE ATACAMA SCM	100
03102-4105-9	SALAR 21 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4106-7	SALAR 22 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4107-5	SALAR 23 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4108-3	SALAR 24 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4109-1	SALAR 25 1/40	SALARES DE ATACAMA SCM	200
03102-4110-5	SALAR 26 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4111-3	SALAR 27 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4112-1	SALAR 28 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4113-K	SALAR 29 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4114-8	SALAR 30 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4115-6	SALAR 31 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4116-4	SALAR 32 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4117-2	SALAR 33 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4118-0	SALAR 34 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4119-9	SALAR 35 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4120-2	SALAR 36 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4121-0	SALAR 37 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4168-7	ISLA 1 1/40	SALARES DE ATACAMA SCM	200
03102-4169-5	ISLA 2 1/40	SALARES DE ATACAMA SCM	200
03102-4170-9	ISLA 3 1/40	SALARES DE ATACAMA SCM	200
03102-4171-7	ISLA 4 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4172-5	ISLA 5 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4173-3	ISLA 6 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300

CONCESIONES EXPLOTACIÓN - CÓDIGO 1983 - SALAR DE LA ISLA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
03102-4174-1	ISLA 7 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4175-K	ISLA 8 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4176-8	ISLA 9 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4177-6	ISLA 10 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4178-4	ISLA 11 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4179-2	ISLA 12 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4180-6	ISLA 13 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4181-4	ISLA 14 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4182-2	ISLA 15 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4183-0	ISLA 16 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4184-9	ISLA 17 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4185-7	ISLA 18 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4186-5	ISLA 19 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4187-3	ISLA 20 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4188-1	ISLA 21 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300

# CONCESIONES MINERAS - SALAR DE AGUILAR



# CONCESIONES MINERAS - SALAR DE AGUILAR



### LEYENDA

- Exploración, Código 1983
- Explotación, Código 1983
- Explotación, Código 1932
- Hidrografía
- Curvas de Nivel
- Lago, Laguna
- Lugares y Poblados
- Sistema Vial
  - Via Pavimentada
  - Carretera
  - Ferrocarril
  - Sendero o Huella

Sistema de Proyección  
SIRGAS UTM Zona 19S  
Escala 1:75.000

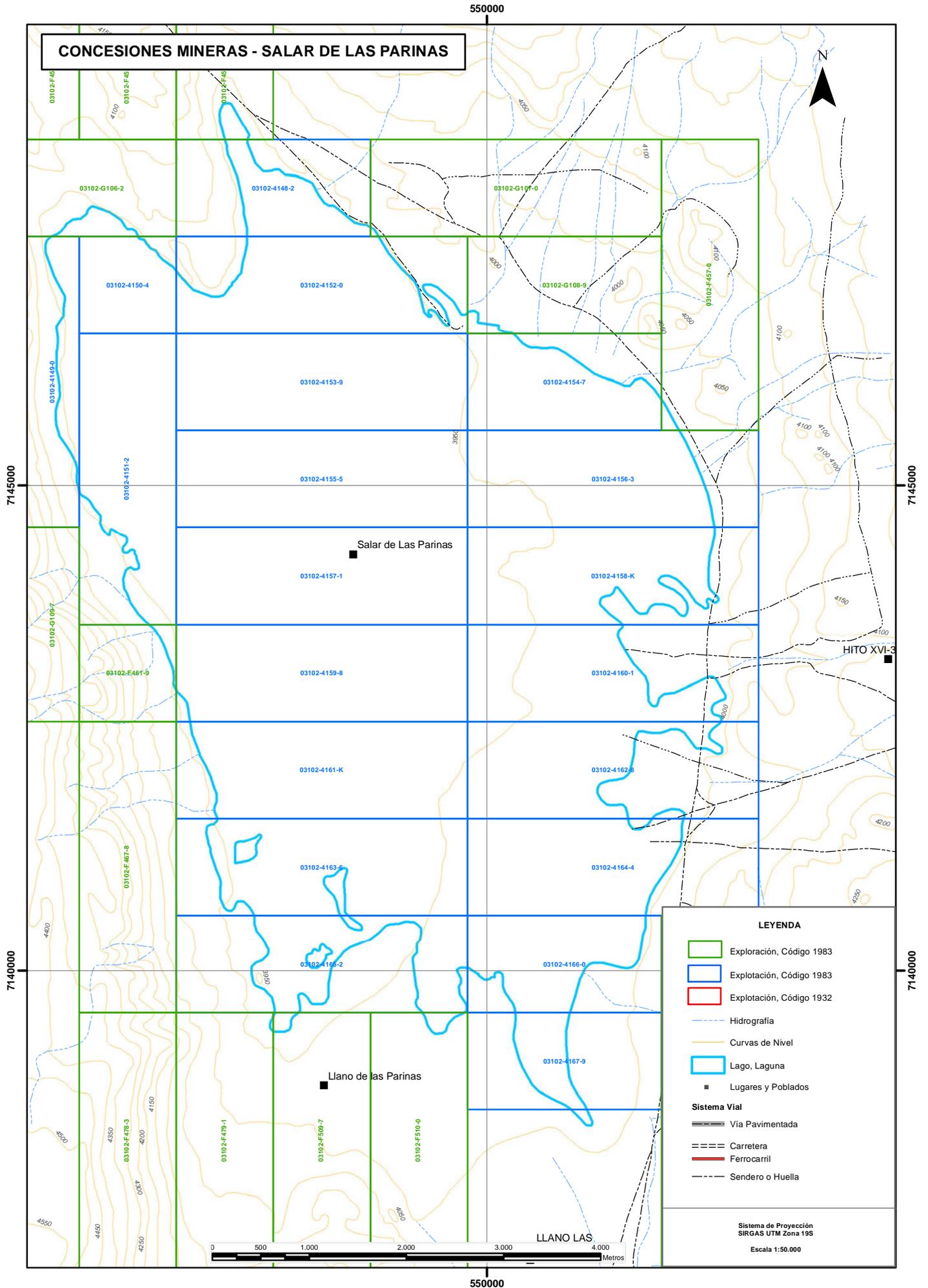


CONCESIONES DE EXPLORACIÓN MÍNERA - SALAR DE AGUILAR			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
03102-D943-1	SCORPIO 1	GOLD FIELDS PIRCAS LIMITADA	300
03102-F179-2	CHINCHILLA 1	GOLDS FIELDS PEDERNALES LTDA	300
03102-F180-6	CHINCHILLA 2	GOLDS FIELDS PEDERNALES LTDA	300
03102-F181-4	CHINCHILLA 3	GOLDS FIELDS PEDERNALES LTDA	300
03102-F182-2	CHINCHILLA 4	GOLDS FIELDS PEDERNALES LTDA	200
03102-F183-0	CHINCHILLA 5	GOLDS FIELDS PEDERNALES LTDA	200
03102-F184-9	CHINCHILLA 6	GOLDS FIELDS PEDERNALES LTDA	300
03102-F185-7	CHINCHILLA 7	GOLDS FIELDS PEDERNALES LTDA	300
03102-F186-5	CHINCHILLA 8	GOLDS FIELDS PEDERNALES LTDA	300
03102-F187-3	CHINCHILLA 9	GOLDS FIELDS PEDERNALES LTDA	200
03102-F438-4	LAGUNA I 49	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F439-2	LAGUNA I 50	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F440-6	LAGUNA I 51	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F441-4	LAGUNA I 52	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F442-2	LAGUNA I 53	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F443-0	LAGUNA I 54	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F444-9	LAGUNA I 55	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F445-7	LAGUNA I 56	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F446-5	LAGUNA I 57	SALARES DE ATACAMA SCM	100
03102-F447-3	LAGUNA I 58	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F448-1	LAGUNA I 59	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F449-K	LAGUNA I 66	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F500-3	LAGUNA I 64	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F502-K	LAGUNA I 67	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F503-8	LAGUNA I 68	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F505-4	LAGUNA I 70	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F506-2	LAGUNA I 71	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F700-6	MT 131	MINERA FUEGO LTDA	200
03102-F719-7	MT 141	MINERA FUEGO LTDA	300
03102-F720-0	MT 142	MINERA FUEGO LTDA	300
03102-F733-2	MT 155	MINERA FUEGO LTDA	300
03102-F734-0	MT 156	MINERA FUEGO LTDA	300
03102-F750-2	MT 176	MINERA FUEGO LTDA	300
03102-F991-2	LAGUNA I 62	SALARES DE ATACAMA SCM	200
03102-G031-7	MANANTIAL I 19	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-G032-5	MANANTIAL I 20	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-G033-3	MANANTIAL I 21	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-G034-1	MANANTIAL I 22	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-G035-K	MANANTIAL I 23	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-G036-8	MANANTIAL I 24	SALARES DE ATACAMA SCM	300

CONCESIONES EXPLOTACIÓN - CÓDIGO 1983 - SALAR DE AGUILAR			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
03102-4122-9	AGUILAR 1 1/40	SALARES DE ATACAMA SCM	200
03102-4123-7	AGUILAR 2 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4124-5	AGUILAR 3 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4125-3	AGUILAR 4 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4126-1	AGUILAR 5 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4127-K	AGUILAR 6 1/40	SALARES DE ATACAMA SCM	200
03102-4128-8	AGUILAR 7 1/40	SALARES DE ATACAMA SCM	200
03102-4129-6	AGUILAR 8 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4130-K	AGUILAR 9 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4131-8	AGUILAR 10 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4132-6	AGUILAR 11 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4133-4	AGUILAR 12 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4134-2	AGUILAR 13 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4135-0	AGUILAR 14 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4136-9	AGUILAR 15 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4137-7	AGUILAR 16 1/40	SALARES DE ATACAMA SCM	200
03102-4138-5	AGUILAR 17 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4139-3	AGUILAR 18 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4140-7	AGUILAR 19 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4141-5	AGUILAR 20 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4142-3	AGUILAR 21 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4143-1	AGUILAR 22 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4144-K	AGUILAR 23 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4145-8	AGUILAR 27 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4146-6	AGUILAR 28 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4147-4	AGUILAR 29 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4224-1	AGUILAR 24 1/58	SALARES DE ATACAMA SCM	261
03102-4225-K	AGUILAR 25 1/37	SALARES DE ATACAMA SCM	179
03102-4226-8	AGUILAR 26 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	286
03102-4227-6	AGUILAR 30 A 1/6	SALARES DE ATACAMA SCM	10
03102-4228-4	AGUILAR 30 B 1/10	SALARES DE ATACAMA SCM	29
03102-4229-2	AGUILAR 31 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300

CONCESIONES EXPLOTACIÓN - CÓDIGO 1932- SALAR DE AGUILAR			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
03102-0396-3	VALPARAISO Y OTS (5)	ENAMI	300

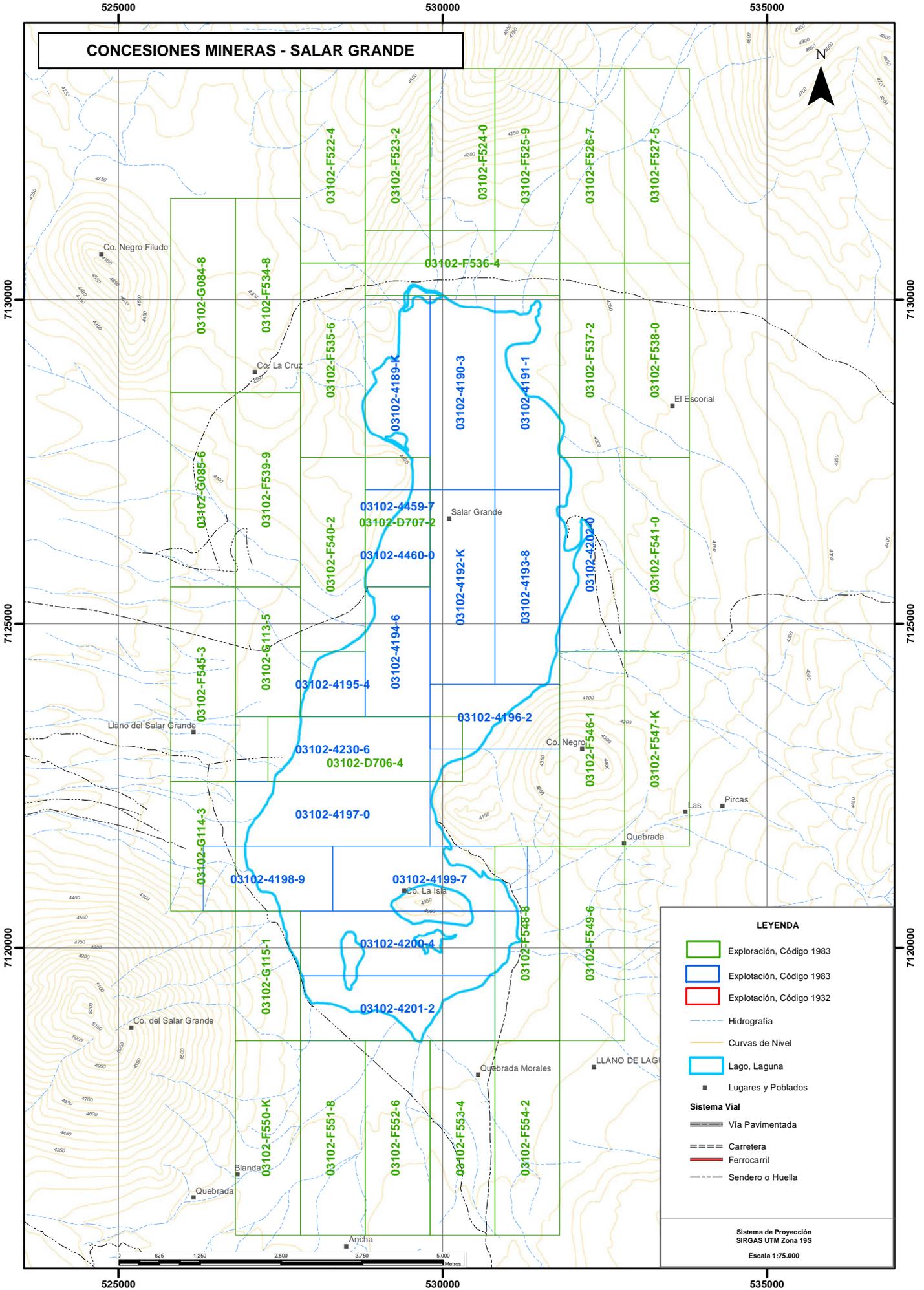
# CONCESIONES MINERAS - SALAR DE LAS PARINAS



CONCESIONES DE EXPLORACIÓN MÍNERA - SALAR DE PARINAS			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
03102-F451-1	VERTIENTE I 42	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F452-K	VERTIENTE I 43	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F453-8	VERTIENTE I 44	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F457-0	VERTIENTE I 51	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F461-9	VERTIENTE I 56	SALARES DE ATACAMA SCM	100
03102-F467-8	VERTIENTE I 62	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F478-3	VERTIENTE I 74	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F479-1	VERTIENTE I 75	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F509-7	VERTIENTE I 76	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F510-0	VERTIENTE I 77	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F511-9	VERTIENTE I 80	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-G106-2	VERTIENTE I 48	SALARES DE ATACAMA SCM	200
03102-G107-0	VERTIENTE I 49	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-G108-9	VERTIENTE I 50	SALARES DE ATACAMA SCM	200
03102-G109-7	VERTIENTE I 55	SALARES DE ATACAMA SCM	200
03102-G110-0	VERTIENTE I 63	SALARES DE ATACAMA SCM	100

CONCESIONES EXPLOTACIÓN - CÓDIGO 1983 - SALAR DE PARINAS			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
03102-4148-2	PARINA 1 1/40	SALARES DE ATACAMA SCM	200
03102-4149-0	PARINA 2 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4150-4	PARINA 3 1/20	SALARES DE ATACAMA SCM	100
03102-4151-2	PARINA 4 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4152-0	PARINA 5 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4153-9	PARINA 6 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4154-7	PARINA 7 1/40	SALARES DE ATACAMA SCM	200
03102-4155-5	PARINA 8 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4156-3	PARINA 9 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4157-1	PARINA 10 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4158-K	PARINA 11 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4159-8	PARINA 12 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4160-1	PARINA 13 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4161-K	PARINA 14 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4162-8	PARINA 15 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4163-6	PARINA 16 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4164-4	PARINA 17 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4165-2	PARINA 18 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4166-0	PARINA 19 1/40	SALARES DE ATACAMA SCM	200
03102-4167-9	PARINA 20 1/40	SALARES DE ATACAMA SCM	200

# CONCESIONES MINERAS - SALAR GRANDE



**LEYENDA**

- Exploración, Código 1983
- Explotación, Código 1983
- Explotación, Código 1932
- — — Hidrografía
- — — Curvas de Nivel
- Lago, Laguna
- Lugares y Poblados

**Sistema Vial**

- Vía Pavimentada
- Carretera
- Ferrocarril
- Sendero o Huella

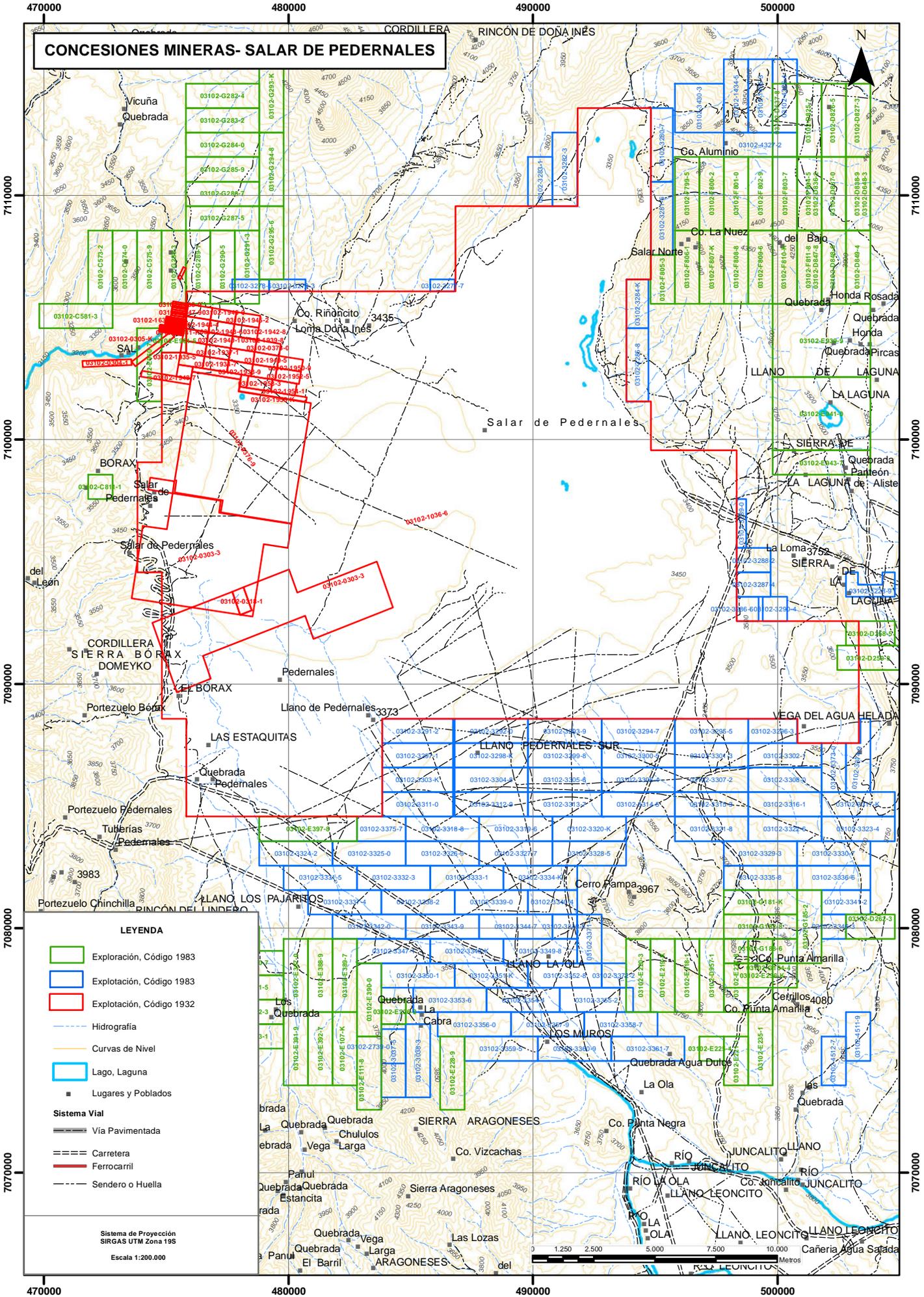
Sistema de Proyección  
SIRGAS UTM Zona 19S  
Escala 1:75.000

CONCESIONES DE EXPLORACIÓN MÍNERA - SALAR GRANDE			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
03102-D706-4	RESERVA 1	SILVA PRIETO LUIS IGNACIO Y OR	300
03102-D707-2	RESERVA 2	SILVA PRIETO LUIS IGNACIO Y OR	200
03102-F522-4	VERTIENTE I 92	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F523-2	VERTIENTE I 93	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F524-0	VERTIENTE I 94	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F525-9	VERTIENTE I 95	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F526-7	VERTIENTE I 96	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F527-5	VERTIENTE I 97	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F534-8	VERTIENTE I 104	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F535-6	VERTIENTE I 105	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F536-4	VERTIENTE I 106	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F537-2	VERTIENTE I 107	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F538-0	VERTIENTE I 108	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F539-9	VERTIENTE I 109	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F540-2	VERTIENTE I 110	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F541-0	VERTIENTE I 111	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F545-3	VERTIENTE I 115	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F546-1	VERTIENTE I 120	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F547-K	VERTIENTE I 121	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F548-8	VERTIENTE I 123	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F549-6	VERTIENTE I 124	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F550-K	VERTIENTE I 125	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F551-8	VERTIENTE I 126	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F552-6	VERTIENTE I 127	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F553-4	VERTIENTE I 128	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-F554-2	VERTIENTE I 129	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-G084-8	MANANTIAL I 65	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-G085-6	MANANTIAL I 66	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-G113-5	VERTIENTE I 116	SALARES DE ATACAMA SCM	200
03102-G114-3	VERTIENTE I 117	SALARES DE ATACAMA SCM	200
03102-G115-1	VERTIENTE I 122	SALARES DE ATACAMA SCM	200

CONCESIONES EXPLOTACIÓN - CÓDIGO 1983 - SALAR GRANDE			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
03102-4189-K	GRANDE 1 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4190-3	GRANDE 2 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4191-1	GRANDE 3 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4192-K	GRANDE 4 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4193-8	GRANDE 5 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300

CONCESIONES EXPLOTACIÓN - CÓDIGO 1983 - SALAR GRANDE			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
03102-4194-6	GRANDE 6 1/40	SALARES DE ATACAMA SCM	200
03102-4195-4	GRANDE 7 1/20	SALARES DE ATACAMA SCM	100
03102-4196-2	GRANDE 8 1/40	SALARES DE ATACAMA SCM	200
03102-4197-0	GRANDE 10 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4198-9	GRANDE 11 1/40	SALARES DE ATACAMA SCM	200
03102-4199-7	GRANDE 12 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4200-4	GRANDE 13 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4201-2	GRANDE 14 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4202-0	GRANDE 15 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4230-6	GRANDE 9 1/60	SALARES DE ATACAMA SCM	300
03102-4459-7	CANARIO 1/25	COLLINAO DIAZ LUIS RODRIGO	50
03102-4460-0	GORRION 1/20	COLLINAO DIAZ LUIS RODRIGO	100

# CONCESIONES MINERAS- SALAR DE PEDERNALES



## LEYENDA

- Exploración, Código 1983
- Explotación, Código 1983
- Explotación, Código 1932
- Hidrografía
- Curvas de Nivel
- Lago, Laguna
- Lugares y Poblados
- Sistema Vial**
- Via Pavimentada
- Carretera
- Ferrocarril
- Sendero o Huella

Sistema de Proyección  
SIRGAS UTM Zona 19S  
Escala 1:200.000

0 1.250 2.500 5.000 7.500 10.000  
Metros

CONCESIONES DE EXPLORACIÓN MÍNERA - SALAR DE PEDERNALES			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	AREA (ha)
03102-C573-2	CERRO AMARILLO 22	ALQUINTA SANCHEZ RAUL FERNANDO	300
03102-C574-0	CERRO AMARILLO 23	ALQUINTA SANCHEZ RAUL FERNANDO	300
03102-C575-9	CERRO AMARILLO 24	ALQUINTA SANCHEZ RAUL FERNANDO	300
03102-C581-3	CERRO AMARILLO 30	ALQUINTA SANCHEZ RAUL FERNANDO	300
03102-C811-1	PEDERSIBORA 16	SOC GARDNER Y ESTEFFAN LTDA	100
03102-D258-5	VOLCAN 3F	COMPANIA MINERA CASALE	200
03102-D259-3	VOLCAN 4F	COMPANIA MINERA CASALE	300
03102-D262-3	VOLCAN 12F	COMPANIA MINERA CASALE	200
03102-D637-8	ORION 272 A	FLORES NOVOA OSCAR	300
03102-D648-3	ORION 304 A	FLORES NOVOA OSCAR	300
03102-D825-7	LIEBRE 12	GOLD FIELDS PIRCAS LIMITADA	300
03102-D826-5	LIEBRE 13	GOLD FIELDS PIRCAS LIMITADA	300
03102-D827-3	LIEBRE 14	GOLD FIELDS PIRCAS LIMITADA	300
03102-D836-2	LIEBRE 23	GOLD FIELDS PIRCAS LIMITADA	300
03102-D837-0	LIEBRE 24	GOLD FIELDS PIRCAS LIMITADA	300
03102-D838-9	LIEBRE 25	GOLD FIELDS PIRCAS LIMITADA	300
03102-D847-8	LIEBRE 34	GOLD FIELDS PIRCAS LIMITADA	300
03102-D848-6	LIEBRE 35	GOLD FIELDS PIRCAS LIMITADA	300
03102-D849-4	LIEBRE 36	GOLD FIELDS PIRCAS LIMITADA	300
03102-D957-1	PILLAN A 101	MINERA MERIDIAN LIMITADA	300
03102-E107-K	PILLAN A 44	MINERA MERIDIAN LIMITADA	300
03102-E111-8	PILLAN A 48	MINERA MERIDIAN LIMITADA	300
03102-E218-1	PILLAN A 102	MINERA MERIDIAN LIMITADA	300
03102-E219-K	PILLAN A 103	MINERA MERIDIAN LIMITADA	300
03102-E220-3	PILLAN A 104	MINERA MERIDIAN LIMITADA	300
03102-E221-1	PILLAN A 105	MINERA MERIDIAN LIMITADA	200
03102-E225-4	PILLAN A 109	MINERA MERIDIAN LIMITADA	100
03102-E226-2	PILLAN A 110	MINERA MERIDIAN LIMITADA	100
03102-E228-9	PILLAN A 112	MINERA MERIDIAN LIMITADA	300
03102-E235-1	PILLAN A 98	MINERA MERIDIAN LIMITADA	300
03102-E236-K	PILLAN A 99	MINERA MERIDIAN LIMITADA	300
03102-E237-8	PILLAN A 100	MINERA MERIDIAN LIMITADA	300
03102-E280-7	PILLAN B 31	MINERA MERIDIAN LIMITADA	300
03102-E281-5	PILLAN B 32	MINERA MERIDIAN LIMITADA	300
03102-E282-3	PILLAN B 33	MINERA MERIDIAN LIMITADA	300
03102-E283-1	PILLAN B 34	MINERA MERIDIAN LIMITADA	300
03102-E286-6	PILLAN B 25	MINERA MERIDIAN LIMITADA	300
03102-E287-4	PILLAN B 26	MINERA MERIDIAN LIMITADA	300
03102-E288-2	PILLAN B 27	MINERA MERIDIAN LIMITADA	300

CONCESIONES DE EXPLORACIÓN MÍNERA - SALAR DE PEDERNALES			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	AREA (ha)
03102-E289-0	PILLAN B 28	MINERA MERIDIAN LIMITADA	300
03102-E290-4	PILLAN B 29	MINERA MERIDIAN LIMITADA	300
03102-E291-2	PILLAN B 30	MINERA MERIDIAN LIMITADA	300
03102-E292-0	PILLAN B 16	MINERA MERIDIAN LIMITADA	300
03102-E293-9	PILLAN B 17	MINERA MERIDIAN LIMITADA	300
03102-E294-7	PILLAN B 18	MINERA MERIDIAN LIMITADA	300
03102-E299-8	PILLAN B 23	MINERA MERIDIAN LIMITADA	300
03102-E300-5	PILLAN B 24	MINERA MERIDIAN LIMITADA	300
03102-E387-0	PILLAN A 38	MINERA MERIDIAN LIMITADA	300
03102-E388-9	PILLAN A 39	MINERA MERIDIAN LIMITADA	300
03102-E389-7	PILLAN A 40	MINERA MERIDIAN LIMITADA	300
03102-E390-0	PILLAN A 41	MINERA MERIDIAN LIMITADA	300
03102-E391-9	PILLAN A 42	MINERA MERIDIAN LIMITADA	300
03102-E392-7	PILLAN A 43	MINERA MERIDIAN LIMITADA	300
03102-E397-8	SALAR D1	CODELCO CHILE	400
03102-E939-9	LAGUNA D 1	CODELCO CHILE	1200
03102-E941-0	LAGUNA D 3	CODELCO CHILE	1200
03102-E943-7	LAGUNA D 5	CODELCO CHILE	400
03102-E960-7	RAMALPEDER 1	SOC GARDNER Y ESTEFFAN LTDA	300
03102-E961-5	RAMALPEDER 2	SOC GARDNER Y ESTEFFAN LTDA	100
03102-F799-5	MT 356	MINERA FUEGO LTDA	300
03102-F800-2	MT 357	MINERA FUEGO LTDA	300
03102-F801-0	MT 358	MINERA FUEGO LTDA	300
03102-F802-9	MT 359	MINERA FUEGO LTDA	300
03102-F803-7	MT 360	MINERA FUEGO LTDA	300
03102-F804-5	MT 361	MINERA FUEGO LTDA	300
03102-F805-3	MT 362	MINERA FUEGO LTDA	200
03102-F806-1	MT 363	MINERA FUEGO LTDA	300
03102-F807-K	MT 364	MINERA FUEGO LTDA	300
03102-F808-8	MT 365	MINERA FUEGO LTDA	300
03102-F809-6	MT 366	MINERA FUEGO LTDA	300
03102-F810-K	MT 367	MINERA FUEGO LTDA	300
03102-F811-8	MT 368	MINERA FUEGO LTDA	300
03102-G181-K	ELVIRITA E 1	ANGLO AMERICAN NORTE SA	300
03102-G182-8	ELVIRITA E2	ANGLO AMERICAN NORTE SA	300
03102-G183-6	ELVIRITA E 3	ANGLO AMERICAN NORTE SA	300
03102-G184-4	ELVIRITA E4	ANGLO AMERICAN NORTE SA	300
03102-G185-2	ELVIRITA E5	ANGLO AMERICAN NORTE SA	300
03102-G282-4	CASTILLO 27	SUMITOMO METAL MINING CHILE LT	300

CONCESIONES DE EXPLORACIÓN MÍNERA - SALAR DE PEDERNALES			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	AREA (ha)
03102-G283-2	CASTILLO 28	SUMITOMO METAL MINING CHILE LT	300
03102-G284-0	CASTILLO 29	SUMITOMO METAL MINING CHILE LT	300
03102-G285-9	CASTILLO 30	SUMITOMO METAL MINING CHILE LT	300
03102-G286-7	CASTILLO 31	SUMITOMO METAL MINING CHILE LT	300
03102-G287-5	CASTILLO 32	SUMITOMO METAL MINING CHILE LT	300
03102-G288-3	CASTILLO 33	SUMITOMO METAL MINING CHILE LT	300
03102-G289-1	CASTILLO 34	SUMITOMO METAL MINING CHILE LT	300
03102-G290-5	CASTILLO 35	SUMITOMO METAL MINING CHILE LT	300
03102-G291-3	CASTILLO 36	SUMITOMO METAL MINING CHILE LT	300
03102-G293-K	CASTILLO 38	SUMITOMO METAL MINING CHILE LT	300
03102-G294-8	CASTILLO 39	SUMITOMO METAL MINING CHILE LT	300
03102-G295-6	CASTILLO 40	SUMITOMO METAL MINING CHILE LT	300

CONCESIONES EXPLOTACIÓN - CÓDIGO 1983 - SALAR DE PEDERNALES			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
03102-1434-5	TERRIER VI 1/30	SLM TERRIER VI PRIMERA PEDERNA	300
03102-1435-3	TERRIER VII 1/30	SLM TERRIER VI PRIMERA PEDERNA	300
03102-2739-0	FLOR DEL DESIERTO 1/14	GUERRERO GARCES MANUEL	140
03102-3037-5	LA OLA I 1/30	VECCHIOLA TRABUCCO RINALDO	300
03102-3038-3	LA OLA II 1/30	VECCHIOLA TRABUCCO RINALDO	300
03102-3228-9	VOLCAN 1C 1/30	CIA MINERA CASALE	150
03102-3277-7	IAN 120 1/5	SQM S.A.	50
03102-3278-5	IAN 122 1/15	SQM S.A.	75
03102-3279-3	IAN 122 16/30	SQM S.A.	75
03102-3280-7	IAN 123 1/27	SQM S.A.	270
03102-3281-5	IAN 124 1/27	SQM S.A.	270
03102-3282-3	IAN 125 1/30	SQM S.A.	300
03102-3283-1	IAN 126 1/20	SQM S.A.	200
03102-3284-K	IAN 130 1/18	SQM S.A.	180
03102-3285-8	IAN 132 1/27	SQM S.A.	270
03102-3286-6	IAN 141 1/9	SQM S.A.	90
03102-3287-4	IAN 142 1/14	SQM S.A.	140
03102-3288-2	IAN 143 1/14	SQM S.A.	140
03102-3289-0	IAN 144 1/8	SQM S.A.	80
03102-3290-4	IAN 147 1/10	SQM S.A.	100
03102-3291-2	IAN 169 1/29	SQM S.A.	290
03102-3292-0	IAN 170 1/30	SQM S.A.	300
03102-3293-9	IAN 171 1/30	SQM S.A.	300
03102-3294-7	IAN 172 1/30	SQM S.A.	300

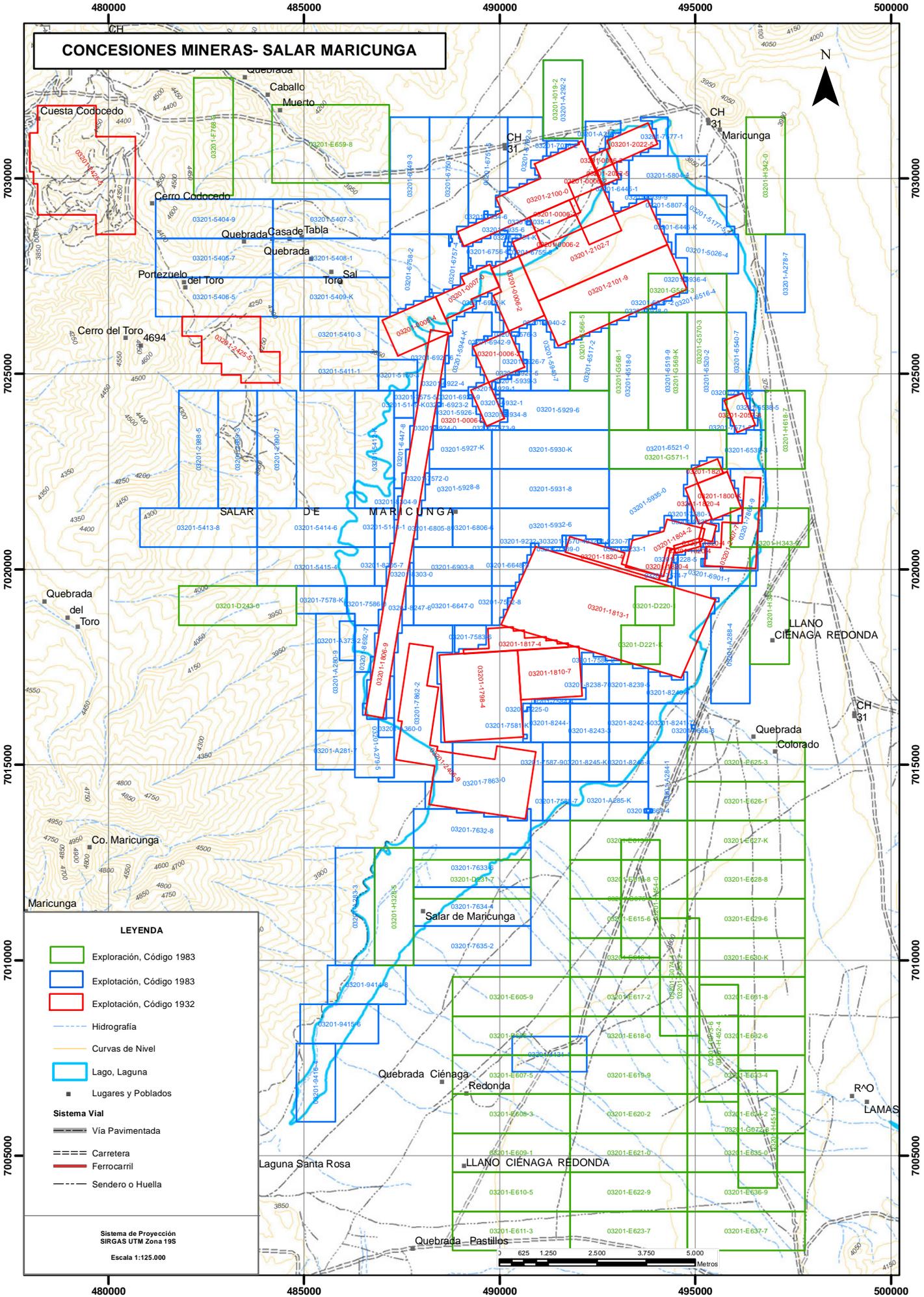
CONCESIONES EXPLOTACIÓN - CÓDIGO 1983 - SALAR DE PEDERNALES			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
03102-3295-5	IAN 173 1/30	SQM S.A.	300
03102-3296-3	IAN 174 1/20	SQM S.A.	200
03102-3297-1	IAN 175 1/29	SQM S.A.	290
03102-3298-K	IAN 176 1/30	SQM S.A.	300
03102-3299-8	IAN 177 1/30	SQM S.A.	300
03102-3300-5	IAN 178 1/30	SQM S.A.	300
03102-3301-3	IAN 179 1/30	SQM S.A.	300
03102-3302-1	IAN 180 1/30	SQM S.A.	300
03102-3303-K	IAN 181 1/29	SQM S.A.	290
03102-3304-8	IAN 182 1/30	SQM S.A.	300
03102-3305-6	IAN 183 1/30	SQM S.A.	300
03102-3306-4	IAN 184 1/30	SQM S.A.	300
03102-3307-2	IAN 185 1/30	SQM S.A.	300
03102-3308-0	IAN 186 1/30	SQM S.A.	300
03102-3311-0	IAN 187 1/29	SQM S.A.	290
03102-3312-9	IAN 188 1/30	SQM S.A.	300
03102-3313-7	IAN 189 1/30	SQM S.A.	300
03102-3314-5	IAN 190 1/30	SQM S.A.	300
03102-3315-3	IAN 191 1/30	SQM S.A.	300
03102-3316-1	IAN 192 1/30	SQM S.A.	300
03102-3317-K	IAN 193 1/30	SQM S.A.	300
03102-3318-8	IAN 194 1/30	SQM S.A.	300
03102-3319-6	IAN 195 1/30	SQM S.A.	300
03102-3320-K	IAN 196 1/30	SQM S.A.	300
03102-3321-8	IAN 197 1/30	SQM S.A.	300
03102-3322-6	IAN 198 1/30	SQM S.A.	300
03102-3323-4	IAN 199 1/30	SQM S.A.	300
03102-3324-2	IAN 200 1/30	SQM S.A.	300
03102-3325-0	IAN 201 1/30	SQM S.A.	300
03102-3326-9	IAN 202 1/30	SQM S.A.	300
03102-3327-7	IAN 203 1/30	SQM S.A.	300
03102-3328-5	IAN 204 1/30	SQM S.A.	300
03102-3329-3	IAN 205 1/30	SQM S.A.	300
03102-3330-7	IAN 206 1/30	SQM S.A.	300
03102-3331-5	IAN 207 1/30	SQM S.A.	300
03102-3332-3	IAN 208 1/30	SQM S.A.	300
03102-3333-1	IAN 209 1/30	SQM S.A.	300
03102-3334-K	IAN 210 1/30	SQM S.A.	300
03102-3335-8	IAN 211 1/30	SQM S.A.	300

CONCESIONES EXPLOTACIÓN - CÓDIGO 1983 - SALAR DE PEDERNALES			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
03102-3336-6	IAN 212 1/30	SQM S.A.	300
03102-3337-4	IAN 213 1/30	SQM S.A.	300
03102-3338-2	IAN 214 1/30	SQM S.A.	300
03102-3339-0	IAN 215 1/30	SQM S.A.	300
03102-3340-4	IAN 216 1/20	SQM S.A.	200
03102-3341-2	IAN 217 1/20	SQM S.A.	200
03102-3342-0	IAN 218 1/30	SQM S.A.	300
03102-3343-9	IAN 219 1/30	SQM S.A.	300
03102-3344-7	IAN 220 1/30	SQM S.A.	300
03102-3345-5	IAN 221 1/10	SQM S.A.	100
03102-3346-3	IAN 222 1/10	SQM S.A.	100
03102-3347-1	IAN 223 1/30	SQM S.A.	300
03102-3348-K	IAN 224 1/30	SQM S.A.	300
03102-3349-8	IAN 225 1/30	SQM S.A.	300
03102-3350-1	IAN 226 1/30	SQM S.A.	300
03102-3351-K	IAN 227 1/30	SQM S.A.	300
03102-3352-8	IAN 228 1/30	SQM S.A.	300
03102-3353-6	IAN 229 1/30	SQM S.A.	300
03102-3354-4	IAN 230 1/30	SQM S.A.	300
03102-3355-2	IAN 231 1/30	SQM S.A.	300
03102-3356-0	IAN 232 1/30	SQM S.A.	300
03102-3357-9	IAN 233 1/30	SQM S.A.	300
03102-3358-7	IAN 234 1/30	SQM S.A.	300
03102-3359-5	IAN 235 1/30	SQM S.A.	300
03102-3360-9	IAN 236 1/30	SQM S.A.	300
03102-3361-7	IAN 237 1/30	SQM S.A.	300
03102-3371-4	IAN 247 1/20	SQM S.A.	200
03102-3372-2	IAN 248 1/10	SQM S.A.	100
03102-3373-0	IAN 249 1/20	SQM S.A.	200
03102-3374-9	IAN 251 1/25	SQM S.A.	240
03102-3375-7	IAN 253 1/20	SQM S.A.	200
03102-3430-3	PEDERNALES I 1/40	RICHARD MERCADO FRANCISCO	400
03102-4326-4	PEDERNALES D 1/30	SLM TERRIER VI PRIMERA PEDERNA	300
03102-4327-2	PEDERNALES E 1/30	DUSSAILLANT NIELSEN FERNANDO	300
03102-4511-9	VOLCAN 15E 1/20	CIA MINERA CASALE	200
03102-4512-7	VOLCAN 16E 1/20	CIA MINERA CASALE	200

CONCESIONES EXPLOTACIÓN - CÓDIGO 1932- SALAR DE PEDERNALES			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
03102-0065-4	FIERRO 1	CODELCO CHILE DIV SALVADOR	5
03102-0137-5	NOCHE FRIA	CODELCO CHILE DIV SALVADOR	5
03102-0303-3	GRUPO DONA INES Y OTS (83)	CODELCO CHILE DIV SALVADOR	4149
03102-0304-1	ALUMINIO 2	CODELCO CHILE DIV SALVADOR	50
03102-0305-K	ALUMINIO 1	CODELCO CHILE DIV SALVADOR	50
03102-0318-1	CAUPOLICAN II	CODELCO CHILE DIV SALVADOR	50
03102-0374-2	SAL 1	CODELCO CHILE DIV SALVADOR	15
03102-0375-0	SAL 19	CODELCO CHILE DIV SALVADOR	50
03102-0376-9	SALA 1/50	CODELCO CHILE DIV SALVADOR	2492
03102-1036-6	ANA MARIA 1/9600	CODELCO CHILE DIV SALVADOR	47998
03102-1621-6	FIERRO 2	CODELCO CHILE DIV SALVADOR	5
03102-1622-4	FIERRO 3	CODELCO CHILE DIV SALVADOR	5
03102-1623-2	FIERRO 4	CODELCO CHILE DIV SALVADOR	5
03102-1624-0	FIERRO 5	CODELCO CHILE DIV SALVADOR	5
03102-1625-9	FIERRO 6	CODELCO CHILE DIV SALVADOR	5
03102-1626-7	FIERRO 7	CODELCO CHILE DIV SALVADOR	5
03102-1627-5	FIERRO 8	CODELCO CHILE DIV SALVADOR	5
03102-1628-3	FIERRO 9	CODELCO CHILE DIV SALVADOR	5
03102-1629-1	FIERRO 10	CODELCO CHILE DIV SALVADOR	5
03102-1630-5	FIERRO 11	CODELCO CHILE DIV SALVADOR	5
03102-1631-3	FIERRO 12	CODELCO CHILE DIV SALVADOR	5
03102-1632-1	FIERRO 13	CODELCO CHILE DIV SALVADOR	5
03102-1633-K	FIERRO 14	CODELCO CHILE DIV SALVADOR	5
03102-1634-8	FIERRO 15	CODELCO CHILE DIV SALVADOR	5
03102-1635-6	FIERRO 16	CODELCO CHILE DIV SALVADOR	5
03102-1636-4	FIERRO 17	CODELCO CHILE DIV SALVADOR	5
03102-1637-2	FIERRO 18	CODELCO CHILE DIV SALVADOR	5
03102-1638-0	FIERRO 19	CODELCO CHILE DIV SALVADOR	5
03102-1639-9	FIERRO 20	CODELCO CHILE DIV SALVADOR	5
03102-1931-2	SAL 2	CODELCO CHILE DIV SALVADOR	40
03102-1932-0	SAL 3	CODELCO CHILE DIV SALVADOR	30
03102-1933-9	SAL 4	CODELCO CHILE DIV SALVADOR	50
03102-1934-7	SAL 5	CODELCO CHILE DIV SALVADOR	50
03102-1935-5	SAL 6	CODELCO CHILE DIV SALVADOR	50
03102-1936-3	SAL 7	CODELCO CHILE DIV SALVADOR	50
03102-1937-1	SAL 8	CODELCO CHILE DIV SALVADOR	50
03102-1938-K	SAL 9	CODELCO CHILE DIV SALVADOR	50
03102-1939-8	SAL 10	CODELCO CHILE DIV SALVADOR	50
03102-1940-1	SAL 11	CODELCO CHILE DIV SALVADOR	50

CONCESIONES EXPLOTACIÓN - CÓDIGO 1932- SALAR DE PEDERNALES			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
03102-1941-K	SAL 12	CODELCO CHILE DIV SALVADOR	50
03102-1942-8	SAL 13	CODELCO CHILE DIV SALVADOR	50
03102-1943-6	SAL 14	CODELCO CHILE DIV SALVADOR	50
03102-1944-4	SAL 15	CODELCO CHILE DIV SALVADOR	50
03102-1945-2	SAL 16	CODELCO CHILE DIV SALVADOR	50
03102-1946-0	SAL 17	CODELCO CHILE DIV SALVADOR	50
03102-1947-9	SAL 18	CODELCO CHILE DIV SALVADOR	50
03102-1948-7	SAL 20	CODELCO CHILE DIV SALVADOR	49
03102-1949-5	SAL 21	CODELCO CHILE DIV SALVADOR	50
03102-1950-9	SAL 22	CODELCO CHILE DIV SALVADOR	50
03102-1951-7	SAL 23	CODELCO CHILE DIV SALVADOR	50
03102-1952-5	SAL 24	CODELCO CHILE DIV SALVADOR	50
03102-1953-3	SAL 25	CODELCO CHILE DIV SALVADOR	50
03102-1954-1	SAL 26	CODELCO CHILE DIV SALVADOR	50
03102-1955-K	SAL 27	CODELCO CHILE DIV SALVADOR	50

# CONCESIONES MINERAS- SALAR MARICUNGA



## LEYENDA

- Exploración, Código 1983
- Explotación, Código 1983
- Explotación, Código 1932
- Hidrografía
- Curvas de Nivel
- Lago, Laguna
- Lugares y Poblados
- Sistema Vial
  - Vía Pavimentada
  - Carretera
  - Ferrocarril
  - Sendero o Huella

Sistema de Proyección  
SIRGAS UTM Zona 19S  
Escala 1:125.000

625 1.250 2.500 3.750 5.000  
Metros

CONCESIONES DE EXPLORACIÓN MÍNERA - SALAR DE MARICUNGA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
03201-D220-1	ILUSIONES 92	GONZALEZ BOLADO RODRIGO ANTONI	100
03201-D221-K	ILUSIONES 93	GONZALEZ BOLADO RODRIGO ANTONI	100
03201-D231-7	GIGITO Y JANITA 64	SLM GIGITO Y JANITA 64 SALAR M	300
03201-D243-0	GIGITO Y JANITA 76	SLM GIGITO Y JANITA 76 SALAR M	300
03201-E605-9	MARICUNGA I	MARTINEZ PEREZ LEONEL	300
03201-E606-7	MARICUNGA II	MARTINEZ PEREZ LEONEL	300
03201-E607-5	MARICUNGA III	MARTINEZ PEREZ LEONEL	300
03201-E608-3	MARICUNGA IV	MARTINEZ PEREZ LEONEL	300
03201-E609-1	MARICUNGA V	MARTINEZ PEREZ LEONEL	300
03201-E610-5	MARICUNGA VI	MARTINEZ PEREZ LEONEL	300
03201-E611-3	MARICUNGA VII	MARTINEZ PEREZ LEONEL	300
03201-E613-K	MARICUNGA IX	MARTINEZ PEREZ LEONEL	300
03201-E614-8	MARICUNGA X	MARTINEZ PEREZ LEONEL	300
03201-E615-6	MARICUNGA XI	MARTINEZ PEREZ LEONEL	300
03201-E616-4	MARICUNGA XII	MARTINEZ PEREZ LEONEL	300
03201-E617-2	MARICUNGA XIII	MARTINEZ PEREZ LEONEL	300
03201-E618-0	MARICUNGA XIV	MARTINEZ PEREZ LEONEL	300
03201-E619-9	MARICUNGA XV	MARTINEZ PEREZ LEONEL	300
03201-E620-2	MARICUNGA XVI	MARTINEZ PEREZ LEONEL	300
03201-E621-0	MARICUNGA XVII	MARTINEZ PEREZ LEONEL	300
03201-E622-9	MARICUNGA XVIII	MARTINEZ PEREZ LEONEL	300
03201-E623-7	MARICUNGA XIX	MARTINEZ PEREZ LEONEL	300
03201-E625-3	MARICUNGA XXI	MARTINEZ PEREZ LEONEL	300
03201-E626-1	MARICUNGA XXII	MARTINEZ PEREZ LEONEL	300
03201-E627-K	MARICUNGA XXIII	MARTINEZ PEREZ LEONEL	300
03201-E628-8	MARICUNGA XXIV	MARTINEZ PEREZ LEONEL	300
03201-E629-6	MARICUNGA XXV	MARTINEZ PEREZ LEONEL	300
03201-E630-K	MARICUNGA XXVI	MARTINEZ PEREZ LEONEL	300
03201-E631-8	MARICUNGA XXVII	MARTINEZ PEREZ LEONEL	300
03201-E632-6	MARICUNGA XXVIII	MARTINEZ PEREZ LEONEL	300
03201-E633-4	MARICUNGA XXIX	MARTINEZ PEREZ LEONEL	300
03201-E634-2	MARICUNGA XXX	MARTINEZ PEREZ LEONEL	300
03201-E635-0	MARICUNGA XXXI	MARTINEZ PEREZ LEONEL	300
03201-E636-9	MARICUNGA XXXII	MARTINEZ PEREZ LEONEL	300
03201-E637-7	MARICUNGA XXXIII	MARTINEZ PEREZ LEONEL	300
03201-E659-8	GUERRILLERO 3	COMPANIA MINERA CASALE	600
03201-F768-9	AGUADA 11B	CIA MRA MANTOS DE ORO	300
03201-G072-8	MARTE 4	MINERA LOBO MARTA S.A.	300
03201-G073-6	MARTE 5	MINERA LOBO MARTA S.A.	300

CONCESIONES DE EXPLORACIÓN MÍNERA - SALAR DE MARICUNGA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
03201-G074-4	MARTE 6	MINERA LOBO MARTA S.A.	300
03201-G075-2	MARTA 7	MINERA LOBO MARTA S.A.	300
03201-G566-5	ISIDORA 2	MINERA LI ENERGY SPA	200
03201-G567-3	ISIDORA 1	MINERA LI ENERGY SPA	200
03201-G568-1	ISIDORA 3	MINERA LI ENERGY SPA	300
03201-G569-K	ISIDORA 4	MINERA LI ENERGY SPA	300
03201-G570-3	ISIDORA 5	MINERA LI ENERGY SPA	300
03201-G571-1	ISIDORA 6	MINERA LI ENERGY SPA	300
03201-H328-5	BRANDON 35 III	SQM S.A.	300
03201-H342-0	BRANDON 6 III	SQM S.A.	300
03201-H343-9	BRANDON 47 III	SQM S.A.	200
03201-H344-7	BRANDON 50 III	SQM S.A.	300
03201-H451-6	MARTE 4A	MINERA LOBO MARTA S.A.	300
03201-H452-4	MARTES 5 A	MINERA LOBO MARTA S.A.	300
03201-H453-2	MARTE 6 A	MINERA LOBO MARTA S.A.	300
03201-H454-0	MARTE 7A	MINERA LOBO MARTA S.A.	300
03201-H618-7	KOWLOON 16	COMPANIA MINERA CASALE	200
03201-I019-2	HALITA 1 B	CIA MINERA MANTOS DE ORO	200

CONCESIONES EXPLOTACIÓN - CÓDIGO 1983 - SALAR DE MARICUNGA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
03201-A278-7	BRANDON 7 II 1/20	SQM S.A.	200
03201-A279-5	BRANDON 22 II 1/53	SQM S.A.	201
03201-A280-9	BRANDON 23 II 1/30	SQM S.A.	300
03201-A281-7	BRANDON 24 II 1/10	SQM S.A.	100
03201-A283-3	BRANDON 36 II 1/30	SQM S.A.	300
03201-A284-1	BRANDON 37 II 1/20	SQM S.A.	199
03201-A285-K	BRANDON 38 II 1/20	SQM S.A.	199
03201-A288-4	BRANDON 49 II 1/30	SQM S.A.	295
03201-A292-2	HALITA 1 1/40	CIA MRA MANTOS DE ORO	200
03201-A358-9	CABEZON 1/10	GONZALEZ CORTES KAREN ALEXANDR	52
03201-A360-0	CHIGUA I 1/5	GONZALEZ GONZALEZ JUAN MANUEL	20
03201-A373-2	CHIGUA II 1/10	GONZALEZ GONZALEZ JUAN MANUEL	40
03201-2988-5	ASTRO REY XVI 1/30	SCM CIA MRA MARICUNGA	300
03201-2989-3	ASTRO REY XVII 1/30	SCM CIA MRA MARICUNGA	300
03201-2990-7	ASTRO REY XVIII 1/30	SCM CIA MRA MARICUNGA	300
03201-4131-1	ROSA 1/57	CIA MRA MANTOS DE ORO	171
03201-4666-6	CIENAGA I 1	CIA MRA MANTOS DE ORO	1
03201-4667-4	CIENAGA II 1	CIA MRA MANTOS DE ORO	1

CONCESIONES EXPLOTACIÓN - CÓDIGO 1983 - SALAR DE MARICUNGA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
03201-5026-4	JANISSE 1/32	CIA MRA MANTOS DE ORO	148
03201-5148-1	MARICUNGA 1/5	MINERA LAS CENIZAS SA	49
03201-5149-K	MARICUNGA 1/7	MINERA LAS CENIZAS SA	35
03201-5150-3	MARICUNGA 1/8	MINERA LAS CENIZAS SA	80
03201-5177-5	SALMUERA 1/22	VECCHIOLA TRABUCO GUIDO	104
03201-5404-9	MARICUNGA 1 1/30	MINERA LAS CENIZAS SA	300
03201-5405-7	MARICUNGA 2 1/30	MINERA LAS CENIZAS SA	300
03201-5406-5	MARICUNGA 3 1/30	MINERA LAS CENIZAS SA	300
03201-5407-3	MARICUNGA 4 1/30	MINERA LAS CENIZAS SA	300
03201-5408-1	MARICUNGA 5 1/30	MINERA LAS CENIZAS SA	300
03201-5409-K	MARICUNGA 6 1/30	MINERA LAS CENIZAS SA	300
03201-5410-3	MARICUNGA 7 1/20	MINERA LAS CENIZAS SA	180
03201-5411-1	MARICUNGA 8 1/20	MINERA LAS CENIZAS SA	200
03201-5412-K	MARICUNGA 9 1/30	MINERA LAS CENIZAS SA	300
03201-5413-8	MARICUNGA 10 1/30	MINERA LAS CENIZAS SA	300
03201-5414-6	MARICUNGA 11 1/30	MINERA LAS CENIZAS SA	300
03201-5415-4	MARICUNGA 12 1/30	MINERA LAS CENIZAS SA	300
03201-5804-4	YUSEF HANNA 1/20	SLM YUSEF HANNA 1 SALAR MARICU	199
03201-5807-9	YUSEF HANNA II 1/10	SLM YUSEF HANNA II 1 SALAR MAR	44
03201-5926-1	CUNGA 2 1/14	SQM S.A.	96
03201-5927-K	CUNGA 2 31/46	SQM S.A.	155
03201-5928-8	CUNGA 2 61/78	SQM S.A.	168
03201-5929-6	CUNGA 3 1/29	SQM S.A.	271
03201-5930-K	CUNGA 3 31/60	SQM S.A.	300
03201-5931-8	CUNGA 3 61/90	SQM S.A.	300
03201-5932-6	CUNGA 3 91/120	SQM S.A.	270
03201-5935-0	CUNGA 4 41/79	SQM S.A.	322
03201-5939-3	CUNGA 7 1/11	SQM S.A.	62
03201-5940-7	CUNGA 7 31/49	SQM S.A.	143
03201-5944-K	CUNGA 8 1/26	SQM S.A.	165
03201-6445-1	VICTORIA 1 1/15	SLM VICTORIA 1 DE SALAR MARICU	55
03201-6446-K	VICTORIA 2 1/10	SLM VICTORIA 1 DE SALAR MARICU	41
03201-6447-8	VICTORIA 8 1/7	SLM VICTORIA 1 DE SALAR MARICU	60
03201-6516-4	LITIO 1 1/29	HIDALGO YENSSEN MAXIMO	131
03201-6517-2	LITIO 2 1/30	HIDALGO YENSSEN MAXIMO	143
03201-6518-0	LITIO 3 1/58	HIDALGO YENSSEN MAXIMO	286
03201-6519-9	LITIO 4 1/60	HIDALGO YENSSEN MAXIMO	300
03201-6520-2	LITIO 5 1/60	HIDALGO YENSSEN MAXIMO	297
03201-6521-0	LITIO 6 1/60	HIDALGO YENSSEN MAXIMO	282

CONCESIONES EXPLOTACIÓN - CÓDIGO 1983 - SALAR DE MARICUNGA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
03201-6538-5	MILENIUM I 1/6	SLM MILENIUM I 1 HOYADA D MARI	35
03201-6539-3	MILENIUM II 1/10	SLM MILENIUM II 1 HOYADA MARIC	95
03201-6540-7	POTASIMUM I 1/20	SLM POTASIMUM I 1 DE HOYADA MAR	100
03201-6647-0	SALAR DEL LITIO IV 1/20	SLM SALAR DEL LITIO IV MARICUN	200
03201-6648-9	SALAR DEL LITIO V 1/10	SLM SALAR DEL LITIO V MARICUNG	82
03201-6749-3	MARI 6 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	300
03201-6750-7	MARI 7 1/30	SLM NX UNO DE PEINE	294
03201-6751-5	MARI 8 1/27	SLM NX UNO DE PEINE	239
03201-6752-3	MARI 9 1/19	SLM NX UNO DE PEINE	145
03201-6754-K	MARI 11 1/4	SLM NX UNO DE PEINE	4
03201-6755-8	MARI 12 1/4	SLM NX UNO DE PEINE	5
03201-6756-6	MARI 13 1/17	SLM NX UNO DE PEINE	64
03201-6757-4	MARI 14 1/19	SLM NX UNO DE PEINE	126
03201-6758-2	MARI 15 1/20	SLM NX UNO DE PEINE	181
03201-6805-8	NITRATOS NORTE I 1/10	SLM NITRATOS NORTE I 1 HOYADA	90
03201-6806-6	NITRATOS NORTE II 1/10	AMO RIFFO LYNCOLN RAUL	100
03201-6901-1	VICTORIA IV 1/17	SLM VICTORIA 4 SALAR MARICUNGA	116
03201-6902-K	VICTORIA V 1/9	SLM VICTORIA 5 SALAR MARICUNGA	32
03201-6903-8	VICTORIA VII 1/20	SLM VICTORIA 7 SALAR MARICUNGA	200
03201-6921-6	GRACIAS I 1/2	COMINOR INGEN Y PROYECTOS SA	2
03201-6922-4	GRACIAS II 1/2	COMINOR INGEN Y PROYECTOS SA	2
03201-6923-2	GRACIAS III 1	COMINOR INGEN Y PROYECTOS SA	1
03201-6924-0	GRACIAS IV 1	COMINOR INGEN Y PROYECTOS SA	1
03201-6925-9	GRACIAS V 1	COMINOR INGEN Y PROYECTOS SA	1
03201-6926-7	GRACIAS VI 1	COMINOR INGEN Y PROYECTOS SA	1
03201-6927-5	GRACIAS VII 1	COMINOR INGEN Y PROYECTOS SA	1
03201-6928-3	GRACIAS VIII 1	COMINOR INGEN Y PROYECTOS SA	1
03201-6929-1	GRACIAS IX 1/2	COMINOR INGEN Y PROYECTOS SA	2
03201-6930-5	GRACIAS X 1	COMINOR INGEN Y PROYECTOS SA	1
03201-6931-3	GRACIAS XI 1	COMINOR INGEN Y PROYECTOS SA	1
03201-6932-1	GRACIAS XII 1/2	COMINOR INGEN Y PROYECTOS SA	2
03201-6933-K	GRACIAS XIII 1	COMINOR INGEN Y PROYECTOS SA	1
03201-6934-8	GRACIAS XIV 1	COMINOR INGEN Y PROYECTOS SA	1
03201-6935-6	GRACIAS XV 1/2	COMINOR INGEN Y PROYECTOS SA	2
03201-6936-4	GRACIAS XVI 1	COMINOR INGEN Y PROYECTOS SA	1
03201-6937-2	GRACIAS XVII 1	COMINOR INGEN Y PROYECTOS SA	1
03201-6938-0	GRACIAS XVIII 1	COMINOR INGEN Y PROYECTOS SA	1
03201-6939-9	GRACIAS XIX 1	COMINOR INGEN Y PROYECTOS SA	1
03201-6940-2	GRACIAS XX 1	COMINOR INGEN Y PROYECTOS SA	1

CONCESIONES EXPLOTACIÓN - CÓDIGO 1983 - SALAR DE MARICUNGA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
03201-6942-9	GRACIAS XXIV 1	COMINOR INGEN Y PROYECTOS SA	1
03201-7034-6	GRACIAS XXV 1	COMINOR INGEN Y PROYECTOS SA	1
03201-7035-4	GRACIAS XXVI 1	COMINOR INGEN Y PROYECTOS SA	1
03201-7036-2	GRACIAS XXVII 1/11	COMINOR INGEN Y PROYECTOS SA	17
03201-7569-0	BONGO 3 1/3	GODOY ESPOZ MELISSA	3
03201-7570-4	BONGO 5 1/3	GODOY ESPOZ MELISSA	3
03201-7571-2	BONGO 40 1/6	GODOY ESPOZ MELISSA	6
03201-7572-0	BONGO 14 1/3	GODOY ESPOZ MELISSA	3
03201-7573-9	BONGO 16 1/3	GODOY ESPOZ MELISSA	3
03201-7574-7	BONGO VI 17 1/7	GODOY ESPOZ MELISSA	7
03201-7575-5	BONGO 18 1/3	GODOY ESPOZ MELISSA	3
03201-7576-3	BONGO 25 1/2	GODOY ESPOZ MELISSA	2
03201-7577-1	BONGO 27 1/40	GODOY ESPOZ MELISSA	40
03201-7578-K	BONGO 35 1/91	GODOY ESPOZ MELISSA	91
03201-7579-8	BONGO 41 1/3	GODOY ESPOZ MELISSA	3
03201-7580-1	SALEBONGO 9 1/5	GODOY ESPOZ MELISSA	5
03201-7581-K	YODO BONGO 7 1/16	GODOY ESPOZ MELISSA	16
03201-7582-8	BONGO 34 1/38	GODOY ESPOZ MELISSA	38
03201-7583-6	SALEBONGO 33 1/47	GODOY ESPOZ MELISSA	47
03201-7584-4	BONGO II 8 1/9	GODOY ESPOZ MELISSA	9
03201-7585-2	BONGO I 9 1/19	GODOY ESPOZ MELISSA	19
03201-7586-0	SALEBONGO 28 1/80	GODOY ESPOZ MELISSA	80
03201-7587-9	YODO BONGO 24 1/70	GODOY ESPOZ MELISSA	70
03201-7588-7	YODO BONGO 15 1/70	GODOY ESPOZ MELISSA	70
03201-7632-8	BRANDON 31 1/30	SQM S.A.	266
03201-7633-6	BRANDON 32 1/30	SQM S.A.	300
03201-7634-4	BRANDON 33 1/30	SQM S.A.	300
03201-7635-2	BRANDON 34 1/30	SQM S.A.	300
03201-7862-2	MARICUNGA 1/518	SOCIEDAD PUNTA DE LOBOS SA	518
03201-7863-0	MARICUNGA 2 1/483	SOCIEDAD PUNTA DE LOBOS SA	483
03201-7864-9	MARICUNGA 3 1/250	SOCIEDAD PUNTA DE LOBOS SA	250
03201-8238-7	CLARITA I 1/70	RODO PONCE PABLO	70
03201-8239-5	CLARITA II 1/96	RODO PONCE PABLO	96
03201-8240-9	CLARITA III 1/71	RODO PONCE PABLO	71
03201-8241-7	CLARITA IV 1/20	RODO PONCE PABLO	100
03201-8242-5	CLARITA V 1/20	RODO PONCE PABLO	100
03201-8243-3	CLARITA VI 1/20	RODO PONCE PABLO	100
03201-8244-1	CLARITA VII 1/20	SLM CLARITA VII UNA HOYADA MAR	100
03201-8245-K	CLARITA VIII 1/20	RODO PONCE PABLO	100

CONCESIONES EXPLOTACIÓN - CÓDIGO 1983 - SALAR DE MARICUNGA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
03201-8246-8	CLARITA IX 1/20	RODO PONCE PABLO	100
03201-8247-6	CLARITA X 1/24	RODO PONCE PABLO	24
03201-8303-0	BONGO 11 1/6	BERNALES MATTA EUGENIO JOSE	6
03201-8304-9	BONGO 12 1/10	BERNALES MATTA EUGENIO JOSE	10
03201-8305-7	BONGO 36 1/35	BERNALES MATTA EUGENIO JOSE	35
03201-8692-7	CLARITA XII 1/72	SLM CLARITA XII 1 SALAR MARICU	58
03201-9225-0	LITHIUM III 1/3	CORDERO HARRIS HELLEN	3
03201-9227-7	LITHIUM V 1/2	CORDERO HARRIS HELLEN	2
03201-9228-5	LITHIUM VI 1/2	CORDERO HARRIS HELLEN	2
03201-9229-3	LITHIUM VII 1	CORDERO HARRIS HELLEN	1
03201-9230-7	LITHIUM VIII 1	CORDERO HARRIS HELLEN	1
03201-9232-3	LITHIUM X 1	CORDERO HARRIS HELLEN	1
03201-9233-1	LITHIUM XI 1/2	CORDERO HARRIS HELLEN	2
03201-9414-8	DON PRIMERO III 1 1/20	SQM S.A.	200
03201-9415-6	DON PRIMERO III 2 1/20	SQM S.A.	200
03201-9416-4	DON PRIMERO III 3 1/20	SQM S.A.	200

CONCESIONES EXPLOTACIÓN - CÓDIGO 1932- SALAR DE MARICUNGA			
RUT NACIONAL	NOMBRE CONCESION	TITULAR	ÁREA (ha)
03201-0005-4	SALAMINA 1/3	PADILLA TORO TIBURCIO	150
03201-0006-2	SAN FRANCISCO 1/10	PADILLA TORO TIBURCIO	426
03201-0007-0	DESPRECIADA 6/7	PADILLA TORO TIBURCIO	100
03201-1798-4	SEXTO GRUPO 1/10	CODELCO CHILE DIV SALVADOR	448
03201-1800-K	TERCER GRUPO 1/2	CODELCO CHILE DIV SALVADOR	80
03201-1804-2	SEGUNDO GRUPO 1/4	CODELCO CHILE DIV SALVADOR	144
03201-1806-9	PRIMER GRUPO 1/10	CODELCO CHILE DIV SALVADOR	464
03201-1810-7	NOVENO GRUPO 1/28 (1/4)	CODELCO CHILE DIV SALVADOR	200
03201-1813-1	SEPTIMO GRUPO 1/22	CODELCO CHILE DIV SALVADOR	1040
03201-1817-4	VICTORIA I/II-XI/XII-FORTUN	CODELCO CHILE DIV SALVADOR	84
03201-1820-4	TRIUNFO Y OTS (6)	CODELCO CHILE DIV SALVADOR	180
03201-2022-5	COCINA 28/30	SCHEGGIA FERRERA MANLIO	91
03201-2057-8	CUARTO GRUPO 1/3 (3)	CODELCO CHILE DIV SALVADOR	44
03201-2100-0	COCINA 1/9	SLM COCINA DE HDA MARICUNGA	425
03201-2101-9	COCINA 10/27 (19/27)	SLM COCINA 19 DE LA HOYADA DE	450
03201-2102-7	COCINA 10/27 (10/18)	SCHEGGIA FERRERA MANLIO	450
03201-2406-9	LOS CIPRESSES 1/15	CIA MRA KAINITA S.A.	624
03201-2407-7	LOS SAUCES 1/5	CIA MRA KAINITA S.A.	173
03201-2425-5	TORITO 1/655	KAZAZIAN PARSEGHIAN HAGOP	978

## 7.- CONCLUSIONES

- El presente estudio reporta los resultados del trabajo de campo realizado en 15 salares de las regiones de Antofagasta y Atacama. Estos se agrupan en dos áreas geográficas, la primera localizada al este del Salar de Atacama, en las proximidades de El Laco, en la parte norte de la Región de Antofagasta. La segunda zona se emplaza aproximadamente 130 km al sur del salar de Atacama, en la parte sur de la Región de Antofagasta y norte de la Región de Atacama. En todos ellos se realizó un muestreo orientativo de la costra salina, salmueras y vertientes que descargan sus aguas en los salares, con el objetivo de realizar una estimación preliminar de su potencial con respecto al contenido de litio.
- También se incluye de forma ordenada la información bibliográfica recopilada sobre los 4 salares anteriormente estudiados que son Atacama, Grande, Pedernales y Maricunga; en el Salar Grande no se realizó muestreo de salmueras durante las campañas de terreno.
- Las mayores concentraciones de litio fueron detectadas en los salares del Grupo Sur, confirmando el alto potencial de estos salares como fuente de concentraciones económicas de este elemento. Concentraciones sobre 1.000 mg/l de litio, en las salmueras, fueron detectados en el salar de La Isla, un grupo importante de muestras de agua de los salares de este grupo presentan concentraciones variables entre 200 y 500 mg/l. Los salares de Pajonales y Aguas Calientes Sur Sur presentan las menores concentraciones de litio en sus salmueras, con la mayoría de las muestras bajo los 50 mg/l de litio.
- No obstante lo anterior, en las aguas de los salares de Tara, Loyoques y Pujsa, correspondientes al grupo norte, también se detectaron concentraciones de litio y boro de importancia, con valores de hasta 440 mg/l de litio en la laguna principal del salar de Tara y 756,3 mg/l de boro en el salar de Loyoques.
- En general, altas concentraciones de litio en las aguas se corresponden con altas concentraciones de boro y otros elementos como el potasio y magnesio. Sin embargo, la relación entre estos elementos no es lineal y varía en los diferentes salares.
- El salar de Gorbea se caracteriza por su pH extremadamente ácido y por presentar el mayor número de elementos anómalos, incluyendo al litio. En este salar se encuentran las más altas concentraciones de boro de todas las muestras de agua analizadas, que alcanzan a los 2.084 mg/l. Además, se debe destacar la alta concentración de flúor (1.359 mg/l) en las aguas de este salar.
- Las mayores concentraciones de potasio en las salmueras se detectaron en el salar de La Isla, con un valor puntual de hasta 108.000 mg/l.
- Los especímenes de las costras salinas analizadas muestran que halita y yeso son los componentes principales de su mineralogía; consecuentemente, su composición química está dominada por los iones Cloruro y Sulfato. Numerosas muestras puntuales de la costra salina indican contenidos de litio sobre los 200 ppm, como es el caso del salar de Aguas Calientes Norte, y aún sobre los 1.000 ppm en el salar de Tara, ambos de la zona norte. En la zona sur altas concentraciones de litio (>200 ppm) se reconocen en las costras salinas de los

salares Gorbea, Parinas y la Isla. Adicionalmente algunos salares muestran concentraciones altas de boro, como es el caso de los salares Agua Amarga y Gorbea en la zona sur y Tara y Pujsa en la zona norte.

- Con base en los análisis químicos disponibles pareciera que en aquellos salares donde la costra salina es rica en litio sus salmueras también lo son.
- En consideración que algunas de las muestras de las costras salinas indican concentraciones de litio altas (>500 ppm) y en consideración a la solubilidad de las sales a las cuales se asocia, se considera recomendable evaluar su potencial económico.
- Desde el punto de vista de la propiedad minera es necesario señalar que la totalidad de la superficie cubierta por los salares estudiados, cuenta con concesiones mineras otorgadas, sean estas de explotación y/o de exploración, todas correspondientes a privados y empresas estatales. El Estado de Chile a través de CORFO, ENAMI y CODELCO-CHILE, mantiene concesiones mineras en las áreas de los salares de Atacama, de Aguilar, de Pedernales y Maricunga, respectivamente. La totalidad de las concesiones de exploración vigentes al año 2013 (423.187 ha) están reguladas por el Código de Minería del año 1983 y de ella, sólo el 0,8% está en manos del Estado (3.200 ha) y corresponden a las concesiones de exploración que CODELCO-CHILE mantiene en el Salar de Pedernales y, en tanto, de las concesiones de explotación vigentes a la fecha, alcanzan a 34,4% (223.103 ha), y han sido otorgado según el Código de Minería del año 1932; y la totalidad de estas están en manos de organismos estatales.
- CORFO controla el 36,3% de la propiedad minera establecida y cubre el 54,6% de su superficie del Salar de Atacama, con sus pertenencias denominadas OMA, en tanto ENAMI posee un 3% de las concesiones de explotación en el Salar de Aguilar, y CODELCO-CHILE mantiene el 100% y 18% de las concesiones de explotación existentes en los salares de Pedernales y Maricunga, respectivamente. Finalmente, si se considera solo la superficie total de los salares incluidos en este estudio, las concesiones explotación del Estado cubren el 51,8% de esta.
- El salar de Atacama concentra las mayores reservas de litio del país, estimaciones recientes de reservas realizada por la Sociedad Química y Minera de Chile (SQM) indican 6,3 millones de toneladas de litio, en base a la confirmación de presencia de salmueras a 200 m de profundidad. Por su parte, y el Servicio Geológico de los Estados Unidos indica para Chile reservas de 7,5 millones de toneladas de litio, mayoritariamente concentradas en el Salar de Atacama.
- Finalmente, los salares que presentan potencial medio a alto por litio en la zona norte son: Tara, Loyoques, y, Atacama y Aguas Calientes Centro, respectivamente. En la zona sur son Aguilar, Parinas, y, Pajonales, La Isla, Pedernales y Maricunga, respectivamente. De acuerdo a relación entre la concentración de litio (mg/l) en sus salmueras, razón litio/potasio, y la superficie del salar (km<sup>2</sup>). Faltando determinar el parámetro de la profundidad que llegan las salmueras. De acuerdo a lo anterior, sugiere que los salares de la zona sur presentan en general mayor potencial que los de la zona norte.

## 8.- AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer a Compañía Minera Escondida, por permitirles el alojamiento en el campamento que la empresa que tiene en las cercanías del salar de Pajonales y que fue una ayuda logística de primer nivel para que la labor en terreno fuese mucho más grata y rápida durante esos días, con un trato excelente por parte de todo el personal del campamento.

También a Carabineros de Chile, en concreto al personal de la 2ª Comisaría de San Pedro de Atacama, destinado en el puesto del paso Sico, junto al salar de El Laco, quienes brindaron una ayuda incuestionable para poder extraer del salar de Aguas Caliente Sur la camioneta del SERNAGEOMIN que permaneció atascada durante más de 20 horas, junto con el señor Eduardo Martínez, conductor, y la señorita Rosa Troncoso, hidrogeóloga, profesionales de nuestra institución.

Al señor Humberto Burgos, Director Regional en Antofagasta del SERNAGEOMIN, por la ayuda que desde allí se proporcionó para la puesta a salvo de los anteriormente referidos y por la ayuda remitida en forma de personal y vehículos. Al señor Waldo Vivallo, Jefe de Departamento de Geología Aplicada, y al señor Rodrigo Carrasco, Jefe de Unidad de Recursos Minerales, quienes desde Santiago gestionaron y se preocuparon por el rescate y bienestar del personal de SERNAGEOMIN en ese día tan complicado.

Un especial agradecimiento a Señorita Gilma Pantoja C., Geógrafa de la Unidad de Recursos Minerales por la confección de las figuras y paginación de este informe.

## 9.- BIBLIOGRAFÍA

**Alonso, H.; Risacher, F. 1996.** Geoquímica del salar de Atacama, parte 1: origen de los componentes y balance salino. SERNAGEOMIN, Revista geológica de Chile, vol. 23 n°2, 113-122 p. Santiago, Chile.

**Alonso, H.; Risacher, F. 1996.** Geoquímica del salar de Atacama, parte 2: evolución de las aguas. SERNAGEOMIN, Revista geológica de Chile vol. 23 n°2, 12-134 p. Santiago, Chile.

**Barraza, L. 1955.** Proyecto del salar de Atacama. CORFO, 90 p. Santiago, Chile.

**Castro, S. 1982.** Estudio geológico e hidrogeológico del sector norte del salar de Pedernales y de las áreas Cerro Doña Inés, Salar de los infieles y llano de los Vicuñas III región. Universidad de Chile, 129 p. Santiago, Chile.

**Carpenter, T.H. 2009.** Technical report on the salares 7 property Region III, Chile. 83 p. Calgary, Canada (en línea), consultado el 30 de septiembre de 2013, disponible en [http://www.salareslithium.com/i/pdf/reports/salares\\_7\\_43101.pdf](http://www.salareslithium.com/i/pdf/reports/salares_7_43101.pdf)

**Chong, G., 1991.** Las lomas de la Sal y sus relaciones con los salares Grande, Llamara y de Atacama, Norte de Chile. 6° Congreso Geológico Chileno, 415-418 p. Viña del mar, Chile.

**CORFO. 1978.** Posibilidades de litio y potasio en depósitos salinos de la II región, Chile: reconocimiento geológico preliminar de salares andinos y pre-andino. CORFO, 286 p. Chile.

**CORFO. 1979.** Descripción geológica de testigos de diversos sondeos realizados en el Salar de Atacama. CORFO, 91 p. Chile.

**CORFO. 1979.** Proyecto desarrollo del litio en Salar de Atacama, convenio CORFO-Foote. CORFO, 45 h.

**CORFO. 1982.** Estudio de las salmueras del Salar de Atacama en el proceso de evaporación solar. CORFO, 30 p. Santiago, Chile.

- CORFO. 1982.** Informe prospección preliminar Salar de Maricunga. CORFO, 33 p. Santiago, Chile.
- Díaz, G.; Bonilla, R.; Peralta, F. 1972.** Geología de superficie, sub-superficie y geoquímica del Salar de Atacama. CORFO, 162 p. Santiago, Chile.
- Egert, E. 1972.** Salar de Atacama, geología general. IIG, 21 p. Santiago, Chile.
- Ercilla, O.; Carrasco, R. 2012,** Informe bibliográfico sobre los salares del Norte Grande, Chile. SERNAGEOMIN, 98 p. Chile (Inédito).
- Hains, D. 2011.** Technical report on salar de Maricuga lithium project, northern chile prepared for li3 inc. Toronto (Canada). 105 p. Ontario, Canada (en línea), consultado el 30 de septiembre de 2013, disponible en [http://www.li3energy.com/projects/ni-43-101/IVG-LIEG\\_NI\\_43-101\\_Report.pdf](http://www.li3energy.com/projects/ni-43-101/IVG-LIEG_NI_43-101_Report.pdf)
- Henríquez, H.; Montti, S.; Falcón, E. 1975.** Estudio hidrogeológico de la cuenca del Salar de Pedernales, provincia de Atacama. IIG, COBRESAL, 29 p. Santiago, Chile (Inédito).
- Ide, F. 1978.** Cubicación del yacimiento Salar de Atacama. CORFO, 144 p. Santiago, Chile.
- IIG, 1976.** Programa de trabajos hidrogeológicos en el sector sur del salar de Pedernales, IIG, COBRESAL, 6 p. Santiago, Chile.
- Moraga, A.; Chong, G.; Fortt, MA.; Henríquez, H. 1974.** Estudio geológico del salar de Atacama. IIG, Boletín del Instituto de Investigaciones Geológicas n°29, 56 p. Santiago, Chile.
- Moraga, A.; Chong, G.; Fortt, MA.; Henríquez, H. 1970.** Resumen del estudio geológico del Salar de Atacama, provincia de Antofagasta. IIG, 14 p. Santiago, Chile.
- Nelson, G.; Townsend, F. 1997.** Estratigrafía de la cuenca Salar de Atacama. Resultados del pozo exploratorio Toconao-1. Implicancias regionales. 7° Congreso Geológico Chileno, 555-558 p. Antofagasta, Chile.
- Orrego, P.; Goldman, C.; Reveco, P.; Valdés, E.; Flores, ME.; Bustos D.; Jandragholica, D. SF.** Extracción de boro desde salmuera concentrada del Salar de Atacama mediante extracción por solvente. CCHEN. 11 p. Santiago, Chile.
- Pimentel, F. 1976.** Informe geológico resumido: Área San Pedro de Atacama. Estudios Atacameños n°:4, 13-17 p. San Pedro de Atacama, Chile.
- Puig, A.; Huete Lira, C. 2012.** Antecedentes geológicos generales, Salar de Pedernales. CODELCO, 13 p. Santiago, Chile (inédito).
- Puig, A, Huete Lira, C. 2012.** Antecedentes geológicos generales de exploración básica (geología y geoquímica), salar de Maricunga. CODELCO, 13 p. Santiago, Chile.
- Risacher, F.; Alonso, H.; Salazar, C. 1999,** Geoquímica en Cuencas Cerradas: I, II y III, Convenio de Cooperación DGA-UCN-Orstom.
- Runge, K. 1974.** Aprovechamiento de los yacimientos de sal en el Salar de Atacama. Contribuciones. UTE, Depto. Química, n.14, pp. 5-12., Chile.
- Saric, N. 1973.** Resumen de consideraciones y antecedentes sobre litio en Salar de Atacama. IIG, 9 p. Santiago, Chile.
- Tassara, A. 1997.** Geología Superficial del Salar de Maricunga, Altiplano de Copiapó. III región de Atacama. SERNAGEOMIN, 24 p. Santiago, Chile.

## 10.- ANEXO 16

### DERECHO A UTILIZAR EL AGUA EN LA MINERÍA DEL LITIO

En minería, el agua es generalmente un insumo que se utiliza en el proceso de producción de los minerales. Así las cosas, el uso del agua en la minería se rige por lo dispuesto en el Código de Minería y en el Código de Aguas.

Así las cosas, el art. 110 Código de Minería establece que *"el titular de concesión minera tiene, por el solo ministerio de la ley, el derecho de aprovechamiento de las aguas halladas en las labores de su concesión, en la medida en que tales aguas sean necesarias para los trabajos de exploración, de explotación y de beneficio que pueda realizar, según la especie de concesión de que se trate."* Este derecho es reforzado respecto al concesionario de explotación en el art. 56 inc. 2° del Código de Aguas, que establece que *"corresponde a los dueños de pertenencias mineras, dentro de ellas, el derecho de aprovechamiento de las aguas halladas en sus labores, mientras conserven el dominio de sus pertenencias y en la medida necesaria para la respectiva explotación."*

En consecuencia, al concesionario de exploración le asiste el derecho de aprovechamiento sobre las aguas halladas en las labores de su concesión en la medida que tales aguas sean necesarias para los trabajos de exploración, y al concesionario de explotación le asiste el mismo derecho respecto de las aguas que sean necesarias para la explotación y beneficio de minerales.

Lo relevante es que este derecho se otorga al concesionario minero por el sólo ministerio de la ley, es decir, basta con que dicho titular cuente con una concesión minera constituida y vigente, y que halle aguas dentro de las labores de su concesión, para que pueda utilizar dichas aguas para sus procesos mineros sin solicitar permiso alguno.

Sin perjuicio de lo anterior, el art. 111 del Código de Minería establece que *"el uso de las demás aguas necesarias para explorar, explotar o beneficiar sustancias minerales se sujetará a las disposiciones del Código de Aguas y demás leyes aplicables."*

Lo anterior significa que el aprovechamiento de las aguas que no estén incluidas en el derecho del art. 110 del Código de Minería, ya sea, por ejemplo, porque estén fuera de los deslindes de la concesión, o bien porque no fueron halladas con ocasión de las labores realizadas en la misma, deben ser solicitadas a la autoridad competente, que es la Dirección General de Aguas (DGA), quien otorgará el derecho de aprovechamiento de acuerdo al régimen general. Cabe precisar que la DGA puede denegar o restringir el otorgamiento del derecho solicitado teniendo presente las situaciones de estrés hídrico que experimentan algunas zonas del país.

Finalmente, es preciso indicar que la Corte Suprema en un fallo recientemente<sup>1</sup>, ha establecido que en el caso particular del litio y otros minerales que se obtengan desde salmueras naturales, la extracción de las aguas o salmueras en que dichos minerales están contenidos no se rige ni por el Código de Minería ni por el Código de Aguas, sino que, en dicho caso, se trata de una exploración o explotación minera en sí misma, y por lo tanto, su extracción está justificada únicamente con la concesión minera

<sup>1</sup> Ver fallo CS en causa DGA con SLM NX Uno de Peine, Rol N° 25.843, del Tercer Juzgado Civil de Calama.

respectiva, pues la salmuera es en este caso el mineral extraído y no insumo para el proceso minero de que se trate.

Ahora bien, por tratarse de una situación excepcional, su aplicación debe ser restringida, y por lo tanto debe acotarse únicamente a la extracción de salmuera cuando esta es la materia prima que se procesará para extraer de ella el litio, y no para el resto del agua utilizada para otros procesos mineros. Esta última agua se regirá, por tanto, en primer término, por el derecho del Código de Minería, y luego, por el del Código de Aguas.

**Javier Jara Cáceres**

Abogado

Jefe Depto. Propiedad Minera

SERNAGEOMIN