



UNIVERSIDAD DE CHILE

Análisis del uso y extracción del litio en Chile

VICERRECTORÍA DE ASUNTOS ACADÉMICOS

PROGRAMA ACADÉMICO DE BACHILLERATO

Monografía para optar al grado de
Bachiller en Ciencias Naturales y Exactas

Estudiante

Jorge Eduardo Córdoba Restrepo

Profesor Guía

Andrés Nicolás Cueto Codorníu

Santiago, Chile. 2 de diciembre, 2023

RESUMEN

Chile, como uno de los principales productores mundiales de materias primas, ha propuesto un nuevo marco institucional para la explotación del litio y los salares. Este marco tiene como objetivo principal impulsar el desarrollo científico-tecnológico en la industria del litio, al mismo tiempo que se busca garantizar la sostenibilidad y protección del medio ambiente.

El plan propuesto incluye la creación de un Instituto tecnológico y de investigación pública en litio y salares, que se enfocará en resolver problemas y desafíos relacionados con la exploración, explotación y encadenamiento productivo en la industria del litio. Además, se busca abordar temas socioambientales y de biodiversidad, así como comprender mejor los salares y sus comunidades.

Con el fin de realizar un análisis de la extracción y uso del litio en Chile, se presenta una investigación bibliográfica con enfoque en los beneficios y desventajas ambientales y/o económicas.

Las tecnologías de extracción utilizadas comercialmente en nuestro país conllevan un gran consumo hídrico considerando que Chile se considera como uno de los países con alto riesgo de escasez hídrica para los años siguientes. Por tanto, es importante la consideración de evaluaciones ambientales eficientes, además de distintas investigaciones de esta área.

Chile es un importante productor de litio a nivel mundial, por esto se debe buscar equilibrar el desarrollo económico con la sostenibilidad ambiental y social en la industria del litio. Se están implementando medidas para mejorar los estándares ambientales y promover la participación de las comunidades en el desarrollo de la industria.

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN.....	3
1.1	Antecedentes generales.....	3
1.2	Objetivo.....	4
2	CHILE, PAÍS DE MATERIAS PRIMAS.....	6
3	EL LITIO EN CHILE.....	7
3.1	Primeros intereses.....	7
3.2	La industria del litio.....	8
3.3	Nueva Estrategia Nacional del Litio.....	11
3.3.1	Sostenibilidad social y ambiental.....	11
3.3.2	Desarrollo tecnológico y de encadenamientos productivos.....	12
3.3.3	Comité estratégico de litio y salares.....	12
3.3.4	Apartado económico.....	12
3.3.5	Calendario de implementación.....	14
4.	FUENTES DE EXTRACCIÓN DE LITIO EN CHILE.....	15
4.1	Salar de Atacama.....	16
4.2	Calificación ambiental.....	19
5.	TECNOLOGÍAS.....	19
5.1	De extracción.....	19
5.2	De uso y posterior.....	22
5.2.1	Baterías de litio formato 18650 para aplicaciones de segunda vida..	22
5.2.2	Biorrecuperación de litio para su aplicación en el reciclaje.....	23
5.2.3	Baterías de ion litio y celdas de combustible regenerativas.....	23
5.3	Chile y el mundo.....	24
6	CHILE Y LA COMPETENCIA MUNDIAL DE PRODUCCIÓN DE LITIO.....	25
7	CONCLUSIONES.....	27
8	BIBLIOGRAFÍA.....	29
9	ANEXOS.....	34

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes generales

Considerado como el “Oro blanco”, el litio es uno de los metales más codiciados a nivel mundial debido a que, desde los últimos años, ha sido de gran utilidad para el desarrollo de diversos productos tanto de nivel industrial como de uso cotidiano.

Según RSC (Royal Society of Chemistry), el litio es de gran importancia debido a que se utiliza principalmente en la producción de baterías recargables para celulares, computadoras portátiles, cámaras digitales y vehículos eléctricos (Quartarone & Mustarelli, 2011). Además, se encuentra en baterías no recargables en relojes, marcapasos y juguetes; viéndolo de este modo, al ser un mineral con una utilidad tan versátil que cuenta con una lista extensa de usos y propiedades, se comprende su apodo de “Oro blanco”.

Este mineral tan codiciado se produce a nivel mundial donde los salares son una de las mayores fuentes de producción de este. En cuanto a América Latina se encuentra cerca del 65% del litio del mundo concentrado principalmente en Argentina, Chile y Bolivia (Gobierno de Argentina, 2021). Así también, países tales como Australia y Estados Unidos, producen litio, sin embargo, las reservas de litio y las operaciones de extracción están altamente concentradas en unos pocos países de los cuales Chile y Australia son los principales productores a nivel mundial de esta preciada materia prima.

Además de los usos mencionados anteriormente, el litio ha pasado a constituirse en un material energético fundamental, debido a sus singulares propiedades fisicoquímicas logrando contribuir en el desarrollo de una posible economía verde en conjunto con las nuevas tecnologías de extracción.

Entre las principales oportunidades tenemos el almacenamiento de energía; a través de su uso en baterías eléctricas y en sales para acumuladores termosolares, la contribución en la eficiencia energética; mediante su utilización en aleaciones

livianas y resistentes para aviones, barcos y rodados, como son las de aluminio-litio, y ser elemento clave en la producción de tritio¹ (Gobierno de Chile, 2023).

Además, su uso en baterías es la principal causa de la gran demanda, tendencia que continuará debido al reemplazo de combustibles fósiles en el transporte urbano, en especial al aumento en la producción de vehículos eléctricos, y la necesidad que generan las energías renovables no convencionales de acumular energía. Así mismo, la creciente demanda por el “oro blanco” y las dificultades que se han observado para aumentar la oferta global explican la fuerte alza de los precios que ha experimentado el litio en los últimos años, lo cual refleja el alto valor estratégico de su extracción para un país como Chile (Gobierno de Chile, 2023). Por ello, el desarrollo de su industria es de primer orden y su potencial se ha transformado en una instancia de creación de riqueza para nuestro territorio.

Chile tiene una de las mayores reservas de litio en el mundo, tales representan entre el 36% y el 40% del total global aproximado, donde la mayor reserva de litio a nivel nacional, sobre el 90% del total, está en el Salar de Atacama. En esta región del país, que cuenta con condiciones extraordinarias para el desarrollo de este mineral, se encuentran establecidas las empresas SQM y Albemarle. (Gobierno de Chile, 2023).

1.2 Objetivo

A este mineral se le considera como “el futuro de Chile”, sin embargo, como es de esperar, los procesos de extracción de esta materia prima conllevan un impacto ambiental; en este ámbito, el Gobierno chileno en su anuncio de la nueva estrategia nacional del litio busca avanzar en mejores estándares ambientales para esta industria. De este modo, se promoverá la investigación en los salares y se establecerá una red de protección cumpliendo el compromiso de un 30% de ecosistemas protegidos al 2030 (De la fuente, 2023).

¹ Combustible utilizado en la fusión nuclear

El presente documento tiene por objetivo analizar las ventajas y desventajas de la extracción y uso del litio en Chile en su impacto económico y ambiental. Además de describir los avances científicos y tecnológicos en esta materia con el objetivo de obtener una visión crítica respecto de esta industria.

2 CHILE, PAÍS DE MATERIAS PRIMAS

En América latina, Chile es la quinta mayor economía en términos de producto interno bruto (PBI) nominal, y en cuanto al PBI a precios de paridad de poder adquisitivo (PPA). Posee la renta por-persona (PIB per cápita) más elevada de América latina y pertenece a la categoría de países de ingresos altos según el Banco Mundial (Ministerio de Relaciones Exteriores, s.f). Esto, gracias a que Chile es reconocido como productor mundial de materias primas, tales se dividen en minería, agricultura y explotación pesquera. La minería es el mercado más grande actualmente siendo esta una de las principales fuentes de ingresos, con Chile como el mayor productor mundial de cobre; utilizado en cables de tendido eléctrico y otros usos, litio; esencial para la producción de baterías de vehículos eléctricos y yodo; utilizado en contrastes para rayos x. Así también, de productos agrícolas como uvas frescas, arándanos, ciruelas y manzanas deshidratadas a mercados asiáticos y europeos (Ministerio de Relaciones Exteriores, s.f).

En nuestro país, la Sociedad Química y Minera de Chile (SQM) es una de las principales empresas que explotan estos recursos minerales y los comercializan al exterior. La explotación de materias primas tiene un impacto significativo en la economía chilena, generando empleo, aportando a la exportación de bienes y atrayendo inversión extranjera. Según datos del año 2023, SQM ha logrado un crecimiento de cerca de un 9% además de un acuerdo a largo plazo con Ford Motor Company para la producción de vehículos eléctricos mediante el suministro de litio de alta calidad (Hernández, 2023).

Ahora bien, el litio ha sentado tema fundamental en el último tiempo debido al nuevo plan propuesto por el Gobierno del presidente Gabriel Boric², sin embargo, el litio ha sido de interés para nuestro país años previos.

² Presidente de Chile (2022-presente)

3 EL LITIO EN CHILE

3.1 Primeros intereses

La historia del litio en Chile se relaciona directamente con la empresa SQM la cual, en 1996, comenzó con la producción de nitrato de potasio, elaborado a partir de nitrato de sodio y cloruro de potasio. No obstante, a pesar de que el nitrato de sodio era producido localmente en el Desierto de Atacama, el cloruro de potasio era comercializado desde el exterior siendo Canadá el principal proveedor. Ante esto, los ejecutivos de SQM comenzaron la exploración del país llegando a la mina de “oro blanco”, ubicada en el Salar de Atacama y actual fuente principal de litio.

Tras el éxito del proyecto de producción de cloruro de potasio, la producción de litio se hacía más cercana ya que este mineral alcalino presentaba un precio internacional atractivo para la operación. Esto provocó finalmente la decisión de producir litio como producto secundario, el cual ha ido tomando aún más relevancia con el paso de los años.

Cabe mencionar que SQM, desde 1994 a 2017, ha invertido más de 1.800 millones de dólares en el Salar de Atacama, donde el éxito de la compañía ha sido reflejo de la forma en que fueron realizadas las inversiones además de la tecnología utilizada para tener actualmente una de las plantas de cloruro de potasio y de litio más avanzadas y sustentables del mundo (Sociedad Química y Minera [SQM], s.f.).

En el presente, la empresa SQM Lithium es considerada una de las principales productoras de litio a nivel mundial, dedicada a la extracción y producción de este mineral alcalino utilizado para baterías de iones de litio, el cual se presenta en una amplia serie de dispositivos electrónicos tales desde teléfonos móviles hasta vehículos eléctricos. Así también, esta materia prima se utiliza en la industria farmacéutica para elaborar medicamentos. (SQM, s.f.).

3.2 La industria del litio

En 1962, por parte de la Compañía Anaconda, Eduardo Simian³ encargó al entonces Instituto de Investigaciones Geológicas en 1969 a la realización de un estudio sobre la zona del Salar de Atacama (Pavlovic, 1990, como se citó en Lagos, 2017). Donde, posteriormente, el Gobierno crea el Comité de Sales Mixtas, el cual duraría cerca de 10 años y tomaría un rol fundamental en el progreso temprano del litio en nuestro país.

Este descubrimiento generó un gran entusiasmo en la comunidad científica e ingenieril chilena, presentando investigadores de distintas universidades tales como la Universidad Técnica del Estado, Universidad Federico Santa María, Universidad de Chile y externos como la Universidad de Loughborough, Inglaterra.

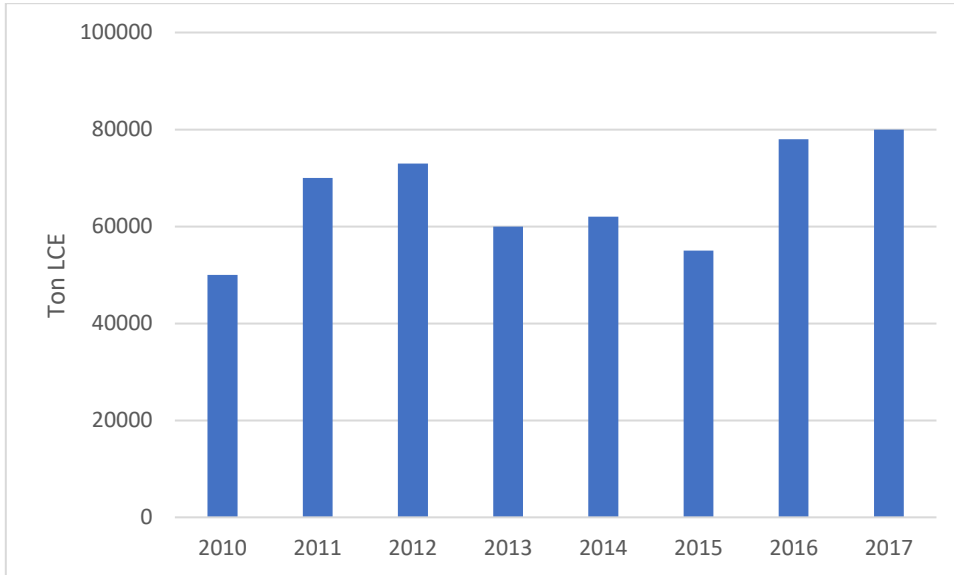
Estas universidades estudiaban la cristalización de sales mediante técnicas como la evaporación solar, proceso utilizado para recuperar litio además de otros metales presentes en el salar. De este modo, la industria pionera de litio en Chile surgió gracias al apoyo de un grupo de expertos en el área de no más de 20 chilenos sumados algunos pocos ingenieros y geólogos externos al país.

Tiempo después, el 22 de octubre de 1979 se promulga el Decreto de Ley 2.886 donde se establece la reserva del Estado sobre el litio por exigirlo el interés nacional (Ministerio de Minería, 2016). Esto a razón, tal como lo enuncia el decreto, del alto interés debido a su potencial uso en reactores de fusión nuclear y a atracción de las potencias mundiales para construir bombas termonucleares.

Ahora, tomando datos más recientes, el Ministerio de Minería anotó que en 2017 la producción de litio proveniente de SQM y Albermarle, ubicadas en el Salar de Atacama, registró un equivalente a 80.417 toneladas de carbonato dando cuenta de un incremento de 4,1% respecto al 2016. (Comisión Chilena del Cobre [COCHILCO], 2018).

³ Ingeniero y futbolista chileno, ministro de minería de Chile (1964-1966)

Gráfico 1: Evolución de la producción chilena de carbonato de litio (LCE)

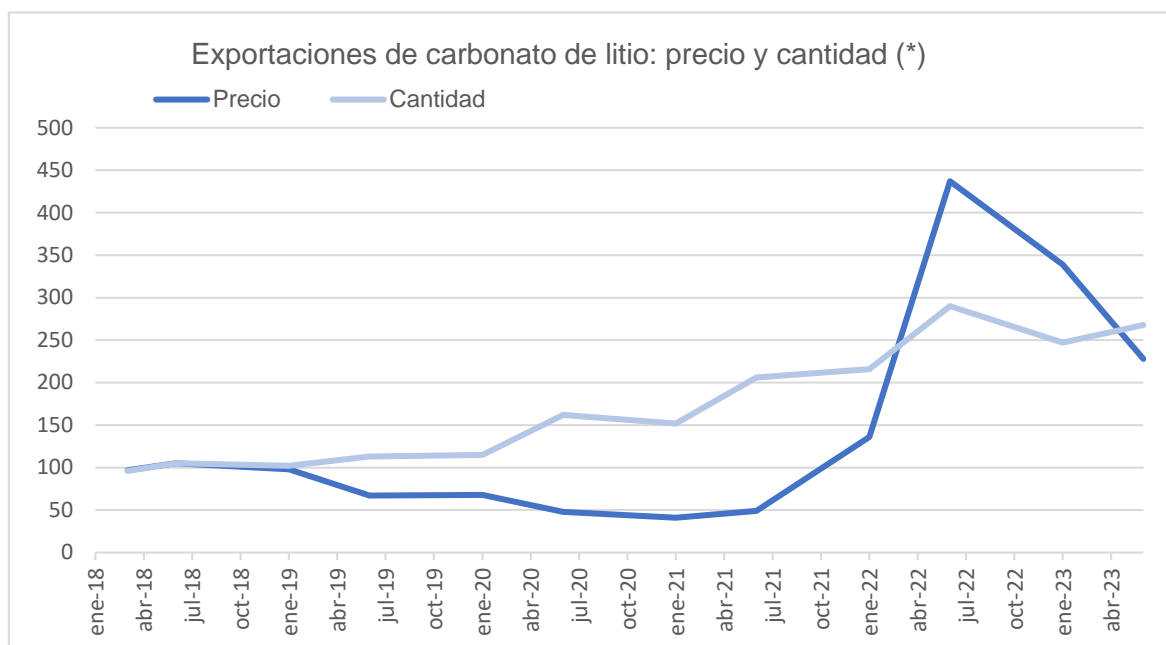


Fuente: Adaptado de Cochilco (2018) en base a información de Sernageomin.

Además, tal como se muestra en el gráfico 1, en 2017 se alcanzó la producción más alta de carbonato de litio entre 2010 y 2017, lo cual generó mucha expectativa esperando un aumento de la producción de litio de los años posteriores.

Ahora bien, según la prensa del Banco Central (Griffth-Jones et al., 2023) al año 2022, aumentaron las exportaciones de carbonato de litio a un 8,2% respecto de 2021, donde representaron un 0,8% de las exportaciones de bienes. Añadido a esto, los volúmenes de exportación de litio marcan un promedio histórico, ilustrado en el gráfico 2.

Gráfico 2: Evolución de la producción chilena de carbonato de litio (LCE)



Fuente: Adaptado de Prensa del Banco Central (Griffth-Jones et al., 2023)

Así también, La producción de litio se evalúa mediante el Producto Interno Bruto (PIB) en el sector minero, específicamente en diversas actividades mineras, las cuales representaron un 3,4% del PIB total en 2022. Durante ese año, esta categoría experimentó un crecimiento del 10,4% en términos reales, aportando un 0,9% a la variación anual en la industria minera. El litio lideró esta sub-actividad en términos de incidencia y dinamismo (Griffth-Jones et al., 2023).

Entre las proyecciones acerca de la industria, la demanda de carbonato de litio experimentaría un aumento del 15,5% anual en el período comprendido entre 2021 y 2035, principalmente impulsada por el consumo proyectado de baterías en la industria automotriz. En lo que respecta a la oferta, se estima un aumento anual promedio del 12,6% en la producción mundial hacia finales de 2035. Este crecimiento se atribuiría principalmente a la implementación de nuevos proyectos de inversión, los cuales contribuirían aproximadamente al 55% de la producción para ese año (COCHILCO, 2023).

De este modo, en 2023 el gobierno de Gabriel Boric lanza la nueva Estrategia Nacional del Litio, de esta se detallarán ciertos aspectos importantes a continuación.

3.3 Nueva Estrategia Nacional del Litio

Acorde a los objetivos de la estrategia, el Gobierno de Chile detalla dos áreas en específico, sostenibilidad social y ambiental además del desarrollo tecnológico y de encadenamientos productivos.

3.3.1 Sostenibilidad social y ambiental

Una condición que necesariamente ha de cumplirse es que toda actividad minera realizada en Chile debe minimizar los impactos socio ambientales además de asegurar la participación de las comunidades. Las fuentes principales de litio en nuestro país son los salares, estos poseen una gran biodiversidad añadido de un delicado equilibrio hidrogeológico los cuales deben ser cuidados.

El nuevo marco institucional de salares y litio, expuesto en la propuesta, reforzará la normativa y regulación pertinente con base en los aspectos de sostenibilidad. Tales son minimizar el consumo hídrico y velar por la utilización de energías renovables. Así, el gobierno reconoce que *“los salares son ecosistemas cuyo valor intrínseco va más allá de los minerales que contiene la salmuera”*. De este modo, el diseño de este proceso usará como marco de referencia los acuerdos ratificados por Chile en el Acuerdo de Escazú. (Gobierno de Chile, 2023).

Cabe constatar que, de la superficie total inventariada de los salares, solo un 7,5% se encuentra bajo algún tipo de protección socio ambiental (Gobierno de Chile, 2023). Por este motivo, a la par con el Marco Global para la biodiversidad de la Convención de la Diversidad Biológica se protegerá, mediante la terminación de un piso de protección además de la proposición de criterios de clasificación, un porcentaje significativo de aquellos ecosistemas.

Además, la nueva Estrategia Nacional del Litio nos comenta acerca de iniciar procesos de diálogos y participación con las diversas comunidades, pueblos indígenas, gobiernos regionales, empresas productivas, gobierno central, así como otros organismos públicos con el objetivo de recoger diversas expectativas y propuestas en torno al desarrollo de la industria.

3.3.2 Desarrollo tecnológico y de encadenamientos productivos

Mediante el desarrollo tecnológico y los encadenamientos productivos con empresas locales, además de fomentar las distintas actividades productivas que generen empleos de mayor productividad, la nueva Estrategia Nacional del litio debe superar la lógica extractivista⁴.

3.3.3 Comité estratégico de litio y salares

Planificado por la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), organismo estatal encargado de impulsar la actividad productiva nacional, la creación de un Instituto tecnológico y de investigación pública en litio y salares tiene por objetivo, como comenta José Miguel Benavente⁵ en una entrevista de Ex-Ante *“desarrollar principalmente conocimiento orientado a resolver problemas y desafíos de la exploración, explotación y del encadenamiento producto en la industria del litio. Además, temas de biodiversidad, socioambientales y, en general, de comprensión de los salares y sus comunidades en el más amplio sentido.”* (Olivares, E. 2023).

De este modo, se estimularán políticas de desarrollo científico-tecnológico e industriales con el fin de desarrollar nuevas actividades productivas.

3.3.4 Apartado económico

Dentro del apartado económico, se encuentra la participación del país en las rentas del litio, el aporte a la diversificación productiva y potencial de crecimiento, además de ciertas definiciones estratégicas como el involucramiento del Estado en todo el ciclo industrial y la asociación público-privada.

a. Participación del país en las rentas del litio

Un objetivo ineludible es maximizar las rentas del Estado de forma sostenible y lograr el mejor aprovechamiento fiscal posible del elevado ciclo actual del precio del

⁴ Modo actual de acumulación de las economías latinoamericanas, el cual se estructura sobre la apropiación masiva de recursos naturales, y su exportación con escaso procesamiento a mercados internacionales.

⁵ Vicepresidente CORFO, periodo 2022-presente

litio. Además, es importante impulsar el crecimiento de esta industria e implementar un nuevo modelo de asociación público-privada que permitirá incrementar los recursos fiscales.

b. Aporte a la diversificación productiva y potencial de crecimiento

Constituye también un objetivo prioritario la contribución de la industria chilena del litio a la diversificación productiva del país y el potencial de crecimiento económico que ello conlleva. Este objetivo es complementario al objetivo de generar encadenamientos productivos para asegurar que el desarrollo de esta industria no la convierta en un enclave.

c. Involucramiento del Estado

Se busca dar dinamismo a la industria, involucrando al Estado a lo largo de todo el ciclo productivo (exploración, explotación y manufactura), actuando a través de alianzas público-privadas y desarrollando las cadenas de valor asociadas. Ello precisa involucrarse en el corto plazo en las labores productivas en el Salar de Atacama, así como impulsar la explotación de otros salares, con criterios de diversificación en la participación de actores y sostenibilidad ambiental.

d. Asociación público-privada

Desde la entrada en vigor de la ley Orgánica de Concesiones Mineras y el Código de Minería, el litio es una sustancia no concesible. Por lo tanto, la exploración y/o explotación de litio sólo podrán aprovecharse y/o ejecutarse por el Estado en forma directa, por las empresas del Estado. La alta rentabilidad de la explotación del litio y la condición de no ser concesible entre los intereses privados y públicos, incluso para la etapa de exploración. Por su parte, además del recurso minero, el Estado aportará una visión de largo plazo con respecto al desarrollo del país, promoviendo el desarrollo de capacidades tecnológicas, encadenamientos productivos y la agregación de valor, con el mayor resguardo de los ecosistemas y las comunidades.

3.3.5 Calendario de implementación

El proyecto que tiene como fin explotar este “oro blanco” o “mineral del futuro” con el fin de incorporar capital, tecnología, sostenibilidad y agregación de valor al sector productivo, tiene definidas una serie de fechas clave, sin embargo, no se ha entregado fecha de finalización.

Entre ellas, tenemos la entrada del Estado como actor productivo en el Salar de Atacama en 2024, ingresar a la iniciativa para la Transparencia de las Industrias Extractivas (EITI); fijada para el primer semestre de 2023, creación del Instituto público del litio y nuevas tecnologías; segundo semestre de 2023, creación Comité CORFO de desarrollo productivo de Litio y Salares; junto con la Empresa Nacional a partir del tercer trimestre de 2023, salida de SQM; concesión hasta 2030.

4. FUENTES DE EXTRACCIÓN DE LITIO EN CHILE

En el norte de Chile, existen al menos 23 salares que contienen recursos significativos de litio, de los cuales podemos destacar aquellos que conforman parte del ranking según concentración de litio, tal como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Comparación de las características relevantes de salares del mundo (ranking descendente según concentración de litio).

	Salar	País	Li (ppm)	K (ppm)	Mg/Li	Evaporación (mm/a)	Superficie (km ²)	Altura (msnm)
1	Atacama	Chile	1500	18500	6,4	3700	3000	2300
3	La Isla	Chile	860	3170	5,7	1000	152	3950
4	Maricunga	Chile	800	7480	6,6	1200	145	3760
11	Pedernales	Chile	400	4200	8,7	1200	335	3370

Fuente: Adaptada de Ministerio de Minería (2013)

Así, podemos ver que dentro de los salares que actualmente se encuentran en operación en Chile, el Salar de Atacama es el principal de ellos y el más importante a nivel mundial. Este, es favorecido por el clima, dada su posición geográfica en un ambiente árido con una alta tasa de evaporación, una alta concentración de litio, así como también altas concentraciones de potasio que hacen posible la extracción y coproducción de este mineral (Ministerio de Minería, 2013).

Del mismo modo, información relacionada con explotación, además de una exploración en el Salar de Atacama permite calcular una reserva de aproximadamente un 64% de las reservas mundiales, correspondiente a alrededor de 11 mil toneladas de litio. (Cabello, J. 2022)

Siendo el Salar de Atacama el mayor yacimiento de salmuera de litio del mundo y lugar de donde proviene la totalidad de la producción de litio del País con una alta concentración de litio equivalente, durante el año 2020 SQM y Albermarle produjeron 18 mil toneladas de metal de litio, es decir, cerca del 22% del total de producción mundial excluyendo la producción estadounidense. (Cabello, J. 2022).

Por este motivo, pondremos enfoque en el impacto ambiental de la extracción de litio en esta zona.

4.1 Salar de Atacama

El Salar de Atacama es un salar preandino que se compone de depósitos de costras salinas que contienen cloruros y sulfatos, así como lagunas, algunas de las cuales tienen salmueras ricas en boratos. Este salar se encuentra ubicado en una cuenca tectónica que se ha llenado con sedimentos clásticos y evaporitas. Está rodeado por la Cordillera de Domeyko en su lado oeste y por la Cordillera de los Andes en su lado este, con las serranías del Tatio al norte y la serranía de Lila al sur. Al año 2010, era el único salar en el que se está llevando a cabo la explotación de litio y boratos (Amado, N. 2010).

Durante gran parte del siglo XX, prácticamente no existió conciencia ambiental, lo que impidió que la explotación de los recursos naturales vinculados a la minería fuese evaluada en forma negativa, alzando siempre al progreso económico por sobre las problemáticas medioambientales (Suau, A. 2021).

Notemos que, dentro de los objetivos de las Políticas de Energía y Cambio Climático 2021-2023, se tiene que reducir al menos en un 40% las emisiones de gases de efecto invernadero al 2030 con respecto a 1990. Además, alcanzar un 27% de energías renovables en el consumo de energía y de mejora de la eficiencia energética. En este contexto, el Litio se presenta al mercado como generador de energía como también acumulador de la misma provocando un gran interés a nivel mundial sobre este “oro blanco”.

Como se mencionó anteriormente, el Salar de Atacama representa un gran porcentaje de las reservas mundiales de Litio lo cual lo convierte en el foco de extracción principal de este mineral, sin embargo, este auge tiene un impacto ambiental sobre el ecosistema de este salar.

Figura 1: Fotografía del Salar de Atacama



Salar de Atacama. Foto: Michelle Carrere.

Ingrid Garcés Millas, académica e investigadora del Departamento de Química y Procesos Mineros de la Universidad de Antofagasta (UA) y asociada al Centro Regional de Estudios y Educación Ambiental (CREA), comenta que a pesar de que Chile ha declarado a varios salares como zonas de protección, el Estado de Chile no garantiza la conservación de los ecosistemas debido a que muchos presentan daño ambiental por la extracción de sus aguas y/o salmueras (Garcés, I., 2018).

El impacto en los salares producto de la extracción de litio se ha visto reflejado en la destrucción de los hábitats, pérdida de diversidad genética y de las reservas de agua producto de que la extracción de litio no sólo requiere la utilización de agua, si no que se pierde por evaporación grandes cantidades producto del proceso. Además, entre los daños constatados por CREA, está la disminución de la capa freática⁶ y el volumen de agua almacenado en los acuíferos (Garcés, I., 2017).

⁶ Superficie que toma los puntos donde la presión del agua y la presión atmosférica son iguales.

Así mismo, reducción local de hatos de camélidos y la degradación y/o desecación de bofedales y lagunas altoandinas repercute sobre el estado socioeconómico de los pobladores de la región siendo la actividad principal de estos la ganadería de camélidos basada en bofedales, teniendo así, una estrecha relación con el recurso hídrico.

En ese sentido, es erróneo cerrar al problema del recurso medioambiental del Salar de Atacama, sino que comprender que afecta a todos los salares en el norte de Chile. Además, nuestro país está dentro de la clasificación de países más vulnerables en la futura crisis hídrica (Kuzma et al., 2023).

Por esto mismo, la doctora Ingrid Garcés enfatiza que la protección del medio ambiente debe ser prioridad para todo Gobierno Chileno junto con que es vital que las comunidades se sigan haciendo escuchar para poder proteger sus territorios (Garcés, I., 2018).

Figura 2: Fotografía del Salar de Atacama



Salar de Atacama. Foto: Consejo de pueblos Atacameños.

4.2 Calificación ambiental

Debido a la índole de los procesos de extracción que son efectuados en el salar, es necesario que estos pasen por una evaluación ambiental para poder ser construidos y comenzar sus operaciones.

Para realizar una evaluación de impacto ambiental en el salar, cada persona o entidad responsable de un proyecto debe llevar a cabo una serie de investigaciones iniciales. Estas investigaciones abarcan diversos campos, como la hidrología, la geología, la geoquímica, la hidrogeología y otros aspectos relevantes. Una vez que se recopilan estos estudios y se combinan, se puede desarrollar un modelo conceptual. Este modelo es una representación coherente y descriptiva de los procesos más significativos que influyen en el funcionamiento del salar y su relación con los ecosistemas protegidos (Gravel, 2015).

De acuerdo con Gravel (2015), las causales de rechazo van de la mano con la evaluación deficiente del impacto de la extracción de litio sobre los recursos hídricos, tomando en consideración una mala elaboración de un modelo hidrogeológico. Por este motivo, resulta complejo predecir los impactos adecuadamente, además de proponer medidas de mitigación, reparación o compensación.

5. TECNOLOGÍAS

5.1 De extracción

En la actualidad, el litio chileno se extrae mediante la aplicación de solo dos procesos de extracción comercial:

- a) Evaporación solar y concentración de salmueras
- b) Explotación de minerales pegmatíticos de litio

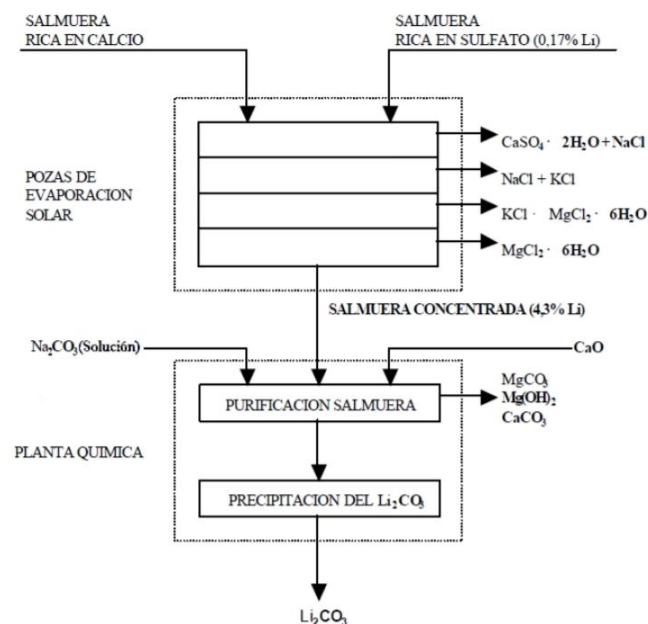
No obstante, a continuación, se detallarán ciertas iniciativas de desarrollo de nuevas tecnologías con el fin de optimizar tiempo y costos de producción en salmueras con base en el informe de Ministerio de Minería (2013) en el cual no se mencionan análisis de propuestas con un enfoque medioambiental.

De este modo, se presenta una explicación tanto de la evaporación solar como de los métodos más recientes que todavía no han sido implementados comercialmente.

a) Evaporación de pozos

Actualmente es el método que conlleva menor costo de producción, con una duración de 12 a 24 meses, las salmueras del salar se extraen mediante bombas de pozo profundo, esquematizado en la figura 3.

Figura 3: Proceso de producción de carbonato de litio a partir de la salmuera del Salar de Atacama, Sociedad Chilena del Litio.



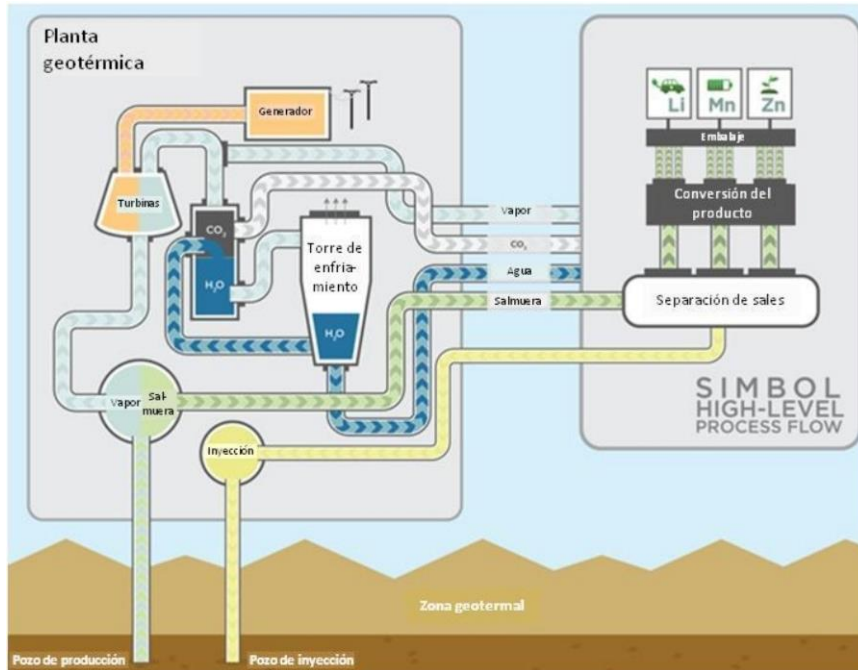
Fuente: Ministerio de Minería (2013)

b) Osmosis inversa

La compañía Simbol Materials LLC desarrolló un proyecto cerca de Salton Sea, California, que bombea salmuera caliente cerca de las profundidades para generar vapor que, a su vez, mueve una turbina de generación eléctrica, esquematizado en la figura 4.

El medio Desert Sun nos comenta que, en caso de que este proceso tenga éxito, se podrán generar millones de dólares destinados a combatir la reducción de Salton Sea (Kaufmann, K. 2014).

Figura 4: Flujo de proceso de la planta de osmosis inversa de litio



Fuente: Ministerio de Minería (2013)

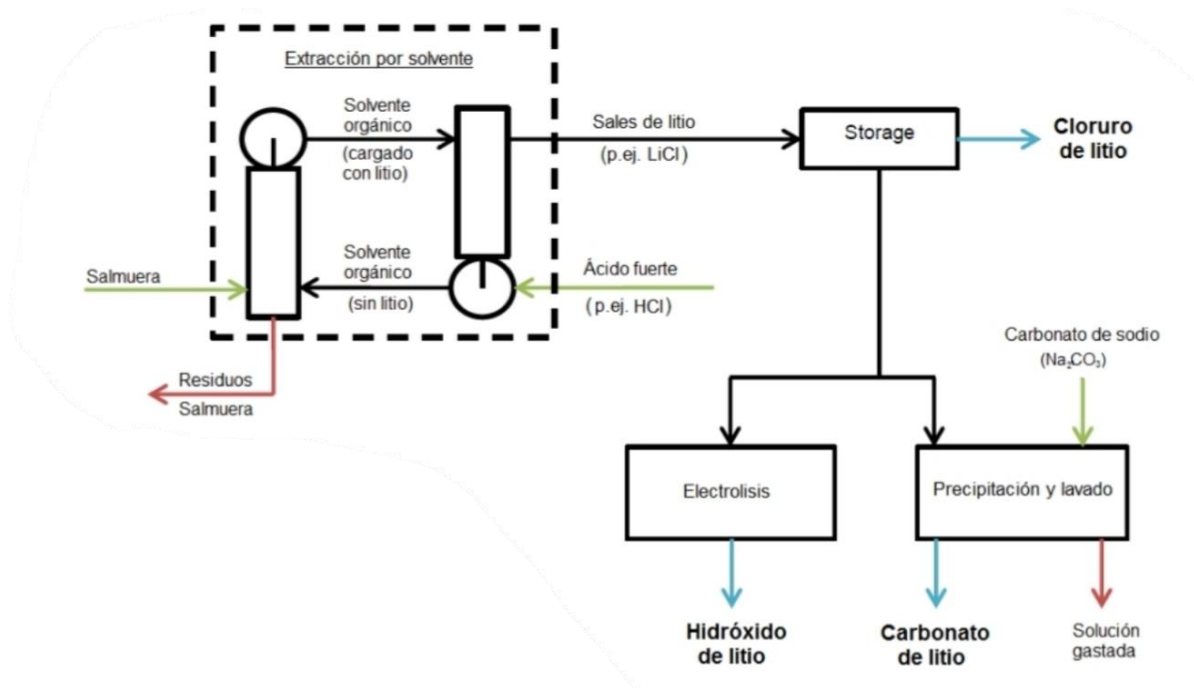
c) Extracción Química

La empresa POSCO, ha desarrollado una tecnología capaz de reducir el tiempo de extracción a hora y aumentar la tasa de recuperación en extracciones de litio de forma química en una salmuera. Actualmente, está operando una planta piloto en el Salar de Maricunga, Región de Atacama (Ministerio de Minería, 2013).

d) Extracción por solvente (SX)

Bateman Lithium Projects, ha desarrollado un proceso en donde las soluciones son mezcladas inicialmente con un solvente orgánico, el cual puede ser reutilizado, donde se disuelven los iones de litio. Así, el litio se obtiene a través de la extracción de solventes desde las salmueras, esquematizado en la figura 5 (Ministerio de Minería, 2013).

Figura 5: Proceso de extracción por solvente de litio desarrollado por Bateman Lithium



Fuente: Ministerio de Minería (2013)

5.2 De uso y posterior

A continuación, se caracterizarán ciertas propuestas nacionales acerca de la utilización y/o evaluación del litio y sus derivados:

5.2.1 Baterías de litio formato 18650 para aplicaciones de segunda vida

La propuesta presentada por Dupouy (2021) se enfoca en detallar un proceso que implica la evaluación, descripción y posterior reutilización de baterías de litio en el formato 18650⁷, con el propósito de utilizar aquellas baterías que aún mantienen una capacidad aceptable en nuevas aplicaciones. Además, se contempla la creación de un sistema de almacenamiento de energía solar utilizando estas baterías recicladas, junto con un controlador inteligente encargado de supervisar el estado de las mismas.

⁷ Referente a las dimensiones de la batería, cilíndricas de aproximadamente 18 mm de diámetro y 65 mm de longitud

El proyecto tiene como objetivo principal el desarrollo de técnicas y procedimientos para la evaluación y reutilización de estas baterías, al mismo tiempo que plantea la necesidad de establecer indicadores a nivel nacional relacionados con la logística de recolección y transferencia de baterías de segunda vida.

5.2.2 Biorrecuperación de litio para su aplicación en el reciclaje

El proyecto expuesto por Galliani (2020) se trata de la biorrecuperación de litio desde óxido de litio-cobalto para su aplicación en el reciclaje de baterías desechadas. Se ha evaluado el crecimiento de la bacteria *Pseudomonas* D1N5.1 en altas concentraciones de la sal LCO⁸ y su capacidad de solubilizarla a pH neutro y 28 °C. Se ha concluido que esta bacteria presenta un gran potencial para solucionar los problemas actuales de la industria de biolixiviación de baterías de LCO, debido a su alta tolerancia a metales y su capacidad de solubilizar el litio. El reciclaje de baterías desechadas, en particular de óxido de litio-cobalto (LCO), es esencial para minimizar los residuos tóxicos y reducir la presión sobre los recursos naturales. La biorrecuperación propuesta proporciona una alternativa prometedora para extraer litio de manera eficiente y respetuosa con el medio ambiente.

5.2.3 Baterías de ion litio y celdas de combustible regenerativas

El estudio realizado por Torrealba (2020) propone dos alternativas de sistemas de almacenamiento: un sistema de baterías de ion-litio (BAT) y un sistema regenerativo de celdas de combustible (RHFC) como sistemas de almacenamiento de energía eléctrica en una planta fotovoltaica del norte de Chile. En este contexto, se realizaron comparaciones técnicas y económicas entre los sistemas de almacenamiento, considerando parámetros como eficiencia energética y costos de inversión indicando que, ante la urgencia por reducir las emisiones de carbono y complementar la entrada de energías renovables no convencionales, el sistema más favorable para el estudio es el de baterías de ion-litio.

⁸ Material importante en la fabricación de celdas de batería, utilizado como electrodo positivo en estas baterías

5.3 Chile y el mundo

En nuestro país, las instituciones tienen enfoque en el desmantelamiento de residuos electrónicos para su posterior envío a empresas extranjeras que reciclen y extraigan los componentes de dichos residuos. Sin embargo, no se tienen empresas nacionales que cumplan este objetivo

Siendo Chile el segundo país con más residuos electrónicos en Latinoamérica, teniendo cerca de 8.7 kg por persona al año 2016, es necesario que implementen procesos de reciclaje de LIBs⁹ (Baldé, C.P., et al. como se citó en Peña, D. 2019).

Entre las empresas extranjeras extraídas de Peña (2019), tenemos:

a) Umicore AG & Co. KG

Empresa líder en reciclaje y refinamiento de residuos, opera 51 plantas industriales a lo largo de 30 países, dentro de los cuales se encuentran Argentina, Perú y Brasil.

Esta, presenta un proceso de pirometalurgia, seguido de un refinamiento de níquel y cobalto mediante un proceso hidrometalúrgico.

b) Boliden

Considerada una de las más grandes empresas de reciclaje de material eléctrico, lleva a cabo un proceso que consiste principalmente en etapas pirometalúrgicas, seguido de una etapa de electro-obtención.

c) Retrie Technologies

Ubicada en Canadá y Estados Unidos, tiene como foco la búsqueda de tecnologías híbridas para vehículos eléctricos. Además, la elaboración de convertidores catalíticos para automóviles y, del mismo modo, el reciclaje de distintos tipos de baterías.

⁹ Baterías de Iones de Litio

6 CHILE Y LA COMPETENCIA MUNDIAL DE PRODUCCIÓN DE LITIO

Chile compite desde hace unos años como el productor principal a nivel mundial de litio. Aquello, se ilustra en el anexo 1.

Además, de acuerdo con la BCN¹⁰ en Morales (2022) podemos realizar una comparativa con nuestro país:

a) Técnicas de extracción

Mientras que en Chile el litio se extrae de salmueras presentes en salares, en Australia se extrae principalmente de yacimientos de espodumeno¹¹ lo que hace posible la aplicación de técnicas tradicionales de minería. Por tanto, los procesos de extracción de litio en Australia resultan ser menos complejos y, por ende, accesibles que en Chile. En los salares chilenos, el proceso de extracción de litio implica la evaporación de las salmueras, seguido de una serie de pasos químicos para aislar y purificar el litio. Este proceso, aunque efectivo, puede considerarse más complejo en comparación con la extracción de espodumeno en Australia. Esta disparidad en los métodos de extracción no solo afecta la viabilidad económica de la industria del litio en ambos países, sino que también puede tener implicaciones en términos de sostenibilidad ambiental y la huella ecológica de la extracción

b) Impacto ambiental

En Australia, se necesitan en promedio 15 toneladas de CO₂ para producir una tonelada de litio, mientras que en Chile se requieren 469 m³ de agua (Rita, 2021). Esto ha generado preocupación por el impacto en el medio ambiente y la presión sobre los recursos de agua dulce en el Salar de Atacama. Estos datos reflejan el

¹⁰ Biblioteca del Congreso Nacional de Chile

¹¹ Mineral rico en litio que pertenece al grupo de los piroxenos

daño ambiental asociado a los procesos de extracción y procesamiento, destacando la importancia de abordar las emisiones de gases de efecto invernadero en la cadena de suministro del litio. En el caso específico del Salar de Atacama en Chile, la presión sobre los recursos de agua dulce es un tema particularmente sensible. Dada la importancia ecológica y socioeconómica de esta región, la gestión sostenible de los recursos hídricos se vuelve crucial. Las comunidades locales, así como los defensores del medio ambiente, han expresado preocupación por el agotamiento de los acuíferos y la posible afectación de los ecosistemas locales.

c) Rol de Gobierno

Australia ha establecido el centro de investigación y desarrollo "Future Battery Industries" para promover y desarrollar proyectos piloto e iniciativas a lo largo de la cadena de valor del litio. En cambio, en Chile, a pesar de existir iniciativas, no se ha establecido un centro que articule a los actores involucrados como en Australia. De este modo, la diferencia en enfoques entre Australia y Chile destaca la importancia de la coordinación y colaboración en la investigación y desarrollo de recursos estratégicos como el litio, con el potencial de impulsar la sostenibilidad, la eficiencia y la competitividad en el mercado global de baterías y tecnologías de almacenamiento de energía.

7 CONCLUSIONES

El litio es un mineral altamente versátil debido a su utilidad en la producción de baterías recargables y no recargables donde el interés por este en el mercado mundial es cada vez mayor. Chile es uno de los principales productores de litio en el mundo, con una gran reserva que ronda el 40% del total global, concentrada principalmente en el Salar de Atacama.

La industria del litio en Chile ha experimentado un crecimiento significativo en los últimos años, marcado por aumentos constantes en la producción y exportación de carbonato de litio. Los datos recientes reflejan un incremento del 4,1% en la producción en 2017, situándose como el año con la obtención más alta de carbonato de litio entre 2010 y 2017. El impacto económico de esta expansión se evidencia en el aumento del 8,2% en las exportaciones de carbonato de litio en 2022, representando un 0,8% del total de exportaciones de bienes en Chile. De este modo, la industria del litio en Chile se presenta como un motor clave para el desarrollo económico del país, generando empleo, aumentando las exportaciones y desempeñando un papel estratégico en la transición hacia tecnologías más limpias y sostenibles, sin embargo, la extracción de litio tiene un impacto ambiental asociado a la escasez hídrica, por lo que se busca avanzar en mejores estándares ambientales en la industria, por ejemplo, tecnologías que impulsen la utilización de energías renovables no convencionales y modelos de reciclaje de baterías de litio.

Cabe considerar la importancia de la protección del medio ambiente, la participación tanto los grupos científicos de las comunidades en el desarrollo de la industria del litio en Chile con el fin de cumplir con los acuerdos ratificados en el Acuerdo de Escazú, reducir al menos un 40% las emisiones de efecto invernadero al 2030 con respecto a 1990 y alcanzar la meta de un 27% de energías renovables en el consumo de energía y de mejora de la eficiencia energética.

De este modo, como el litio es un mineral muy prometedor para la sociedad chilena es necesario encontrar un equilibrio entre el desarrollo económico y la sostenibilidad ambiental y social en la industria del litio en Chile. Así mismo, aprender de otros países, como Australia, en materia de gestión de recursos estatales para la

promoción de investigación y desarrollo de la industria. Además, el enfoque en modelos de reciclaje de baterías de litio subraya el compromiso con la gestión sostenible de los residuos y la reutilización de materiales valiosos. La incorporación de prácticas de reciclaje avanzadas no solo contribuirá a la reducción de residuos, sino que también apoyará la disponibilidad continua de litio mediante la recuperación de este mineral de baterías en desuso.

Chile es un importante productor de litio a nivel mundial, por esto se debe buscar equilibrar el desarrollo económico con la sostenibilidad ambiental y social en la industria del litio. Se están implementando medidas para mejorar los estándares ambientales y promover la participación de las comunidades en el desarrollo de la industria.

8 BIBLIOGRAFÍA

Amado, N. 2010. Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR): Sistema Hidrológico Soncor del Salar de Atacama. Corporación Nacional Forestal (CONAF): 12p.

Cabello, José. (2022). Reservas, recursos y exploración de litio en salares del norte de Chile. *Andean geology*, 49(2), 297-306. <https://dx.doi.org/10.5027/andgeov49n2-3444>

Comisión Chilena del Cobre. (2023). *El mercado de litio. Desarrollo reciente y proyecciones al 2035. Actualización a mayo 2023*. Gobierno de Chile. [https://www.cochilco.cl/Mercado%20de%20Metales/Mercado%20del%20Litio%20-%20Proyecciones%20al%202035%20-%20actualizacion%20mayo%202023%2006.06.2023%20con%20RPI%20%20rev%20CRL%20\(002\).pdf](https://www.cochilco.cl/Mercado%20de%20Metales/Mercado%20del%20Litio%20-%20Proyecciones%20al%202035%20-%20actualizacion%20mayo%202023%2006.06.2023%20con%20RPI%20%20rev%20CRL%20(002).pdf)

Comisión Chilena del Cobre. (2018). *Mercado internacional del litio y su potencial en Chile*. Gobierno de Chile. <https://www.cochilco.cl/Mercado%20de%20Metales/Informe%20Litio%209%2001%202019.pdf>

De la Fuente, A. (25 de abril, 2023). "Siete claves de la estrategia chilena del litio de Gabriel Boric." *El País*. [Siete claves de la estrategia chilena del litio de Gabriel Boric | EL PAÍS Chile \(elpais.com\)](#)

Dupouy, F. (2021). *Metodologías para la evaluación, caracterización y reutilización de baterías de litio en formato 18650 para aplicaciones de segunda vida* [Memoria para optar al título de ingeniero civil químico]. Universidad de Chile. <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/180038/Metodologias-para-la-evaluacion-caracterizacion-y-reutilizacion-de-baterias-de-litio-en-formato-18650-para-aplicaciones-de-segunda-vida.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Galliani, E. (2020). *Biorrecuperación de litio desde óxido de litio-cobalto para su aplicación en reciclaje de baterías desechadas* [Seminarario de título para optar al título de ingeniero en biotecnología molecular]. Universidad de Chile. <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/179260/Biorrecuperacion-de-litio-desde-oxido.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Garcés, I. (agosto, 2017). ¿Cómo explotar el litio chileno?. *Le Monde Diplomatique*. [https://1469310d-0ecc-4d69-92c1-041b864b9136.filesusr.com/ugd/539](https://1469310d-0ecc-4d69-92c1-041b864b9136.filesusr.com/ugd/53952d_52d_55_7bef7b830e427f93d2cf90c5c42ff0.pdf)
[52d_55_7bef7b830e427f93d2cf90c5c42ff0.pdf](https://1469310d-0ecc-4d69-92c1-041b864b9136.filesusr.com/ugd/53952d_52d_55_7bef7b830e427f93d2cf90c5c42ff0.pdf)

Garcés, I. (agosto, 2018). La extracción del Litio y su impacto en el territorio. *Le Monde Diplomatique*. [https://1469310d-0ecc-4d69-92c1-041b864b9136.filesusr.com/ugd/53952d_79a79bb42765426aa67cb18130073df1.p](https://1469310d-0ecc-4d69-92c1-041b864b9136.filesusr.com/ugd/53952d_79a79bb42765426aa67cb18130073df1.pdf)
[df](https://1469310d-0ecc-4d69-92c1-041b864b9136.filesusr.com/ugd/53952d_79a79bb42765426aa67cb18130073df1.pdf)

Gobierno de Chile. (2023). *Estrategia Nacional del Litio*. [Estrategia-Nacional-del-litio-ES_14062023_2003.pdf](https://14062023_2003.pdf)

Gravel, L. (2015). *Litio y las dificultades para la obtención de una calificación ambiental favorable en el Salar de Atacama. Análisis de las causas* [Tesis para optar al grado de magister en gestión y dirección de empresas]. Universidad de Chile. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/136242>

Griffth-Jones, S., Vivanco, D., Briones, L., (29 de agosto, 2023). *Importancia del litio en la economía chilena*. Banco Central. <https://www.bcentral.cl/contenido/-/detalle/importancia-reciente-del-litio-en-la-economia-chilena>

Hernández, M. (9 de junio, 2023). Guía Completa para el Mercado de Materias Primas en Chile. *Libertex*. <https://libertex.org/es/blog/que-es-lo-que-mas-se-exporta-en-chile-y-como-invertir>

Kaufmann, K. (22 de febrero, 2014). *Simbol materials lithium extraction could help Salton Sea. Desert Sun.* <https://www.desertsun.com/story/tech/science/energy/2014/02/23/simbol-materials-lithium-extraction-could-help-salton-sea/5753411/>

Kuzma, S., Saccoccia, L. y Chertock, M. (16 de agosto, 2023). *25 Countries, Housing One-quarter of the Population, Face Extremely High-Water Stress.* World Resources Institute. <https://www.wri.org/insights/highest-water-stressed-countries>

Lagos, G. (2017). *El Desarrollo del Litio en Chile: 1984 – 2017.* Editorial Editec. Se puede adquirir en este enlace http://comercio.editec.cl/index.php?route=product/product&product_id=50

Ministerio de Desarrollo Productivo de la Nación. (octubre, 2021). *Informe Litio.* Gobierno de Argentina. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/informe_litio_-_octubre_2021.pdf

Ministerio de Minería. (2013). *Compilación de informes sobre: Mercado Internacional del Litio, El Potencial de Litio en Salares del Norte de Chile.* Gobierno de Chile. https://www.sernageomin.cl/wp-content/uploads/2017/09/Mercado-Internacional_Potencial-del-Litio-en-salares-del-norte-de-chile.pdf

Ministerio de Minería. (2016). *Marco general del Litio y la nueva Política Nacional del litio y Gobernanza de los Salares.* Gobierno de Chile. <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjzwfKoveqAAxWllbkGHaouDEEQFnoECA4QAw&url=https%3A%2F%2Fwww.camara.cl%2FverDoc.aspx%3FprmID%3D56988%26prmTIPO%3DDOCUMENTOCOMISION%23%3A~%3Atext%3D1979%253A%2520Mediante%2520el%2520Decreto%2520Ley%2Cdel%25201%252F01%252F1979.&usq=AOvVaw0jUJliHSu55XVv815Diig8&opi=89978449>

Ministerio de Relaciones Exteriores (s.f.) *Economía de Chile.* Gobierno de Chile. <https://www.chile.gob.cl/teheran/sobre-chile/economia-de-chile/economia-de-chile>

Morales, P. (27 de enero, 2022). *Situación de la industria del Litio en Australia*. Colección Biblioteca Nacional de Chile, disponible en Biblioteca Nacional Digital de Chile.

[https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/32857/1/Situacion de la industria del litio en Australia.pdf](https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/32857/1/Situacion_de_la_industria_del_litio_en_Australia.pdf)

Olivares, E. (24 de abril, 2023). El instituto público de litio que costaría hasta US\$6 millones anuales y sus operaciones partirían en 2024. *Ex-Ante*. <https://www.ex-ante.cl/el-instituto-publico-del-litio-costaria-hasta-us-6-millones-anuales-y-sus-operaciones-partirian-en-2024/>

Peña, D. (2019). *Estudio de factibilidad técnica-económica de un proceso de reciclaje de baterías de ion-litio en la región metropolitana de Chile* [Memoria para optar al título de ingeniero civil químico]. Universidad de Chile. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/174534>

Quartarone, E., & Mustarelli, P. (2011). Electrolytes for solid-state lithium rechargeable batteries: recent advances and perspectives. *Chemical Society Reviews*.

Rita, R. (14 de diciembre, 2021). *Strategic Materials and Energy Transition: Lithium*. Energy Industry Review. <https://energyindustryreview.com/metals-mining/strategic-materials-and-energy-transition-lithium/>

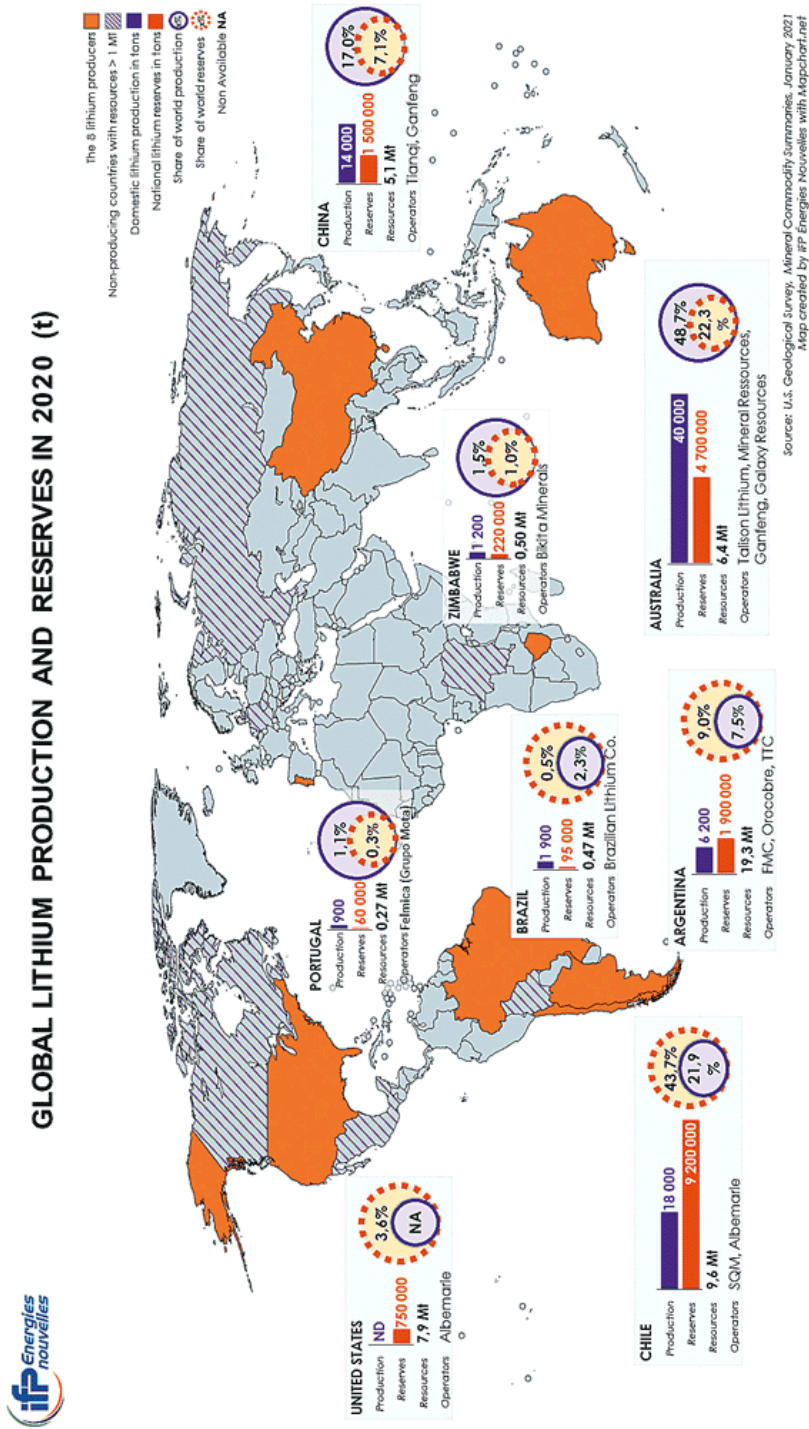
Sociedad Química y Minera. (s.f.). *SQM y el litio en Chile*. <https://www.sqmlithium.com/nosotros/historia-del-litio>

Suau Figueroa, A. (2023). *Territorialidad y desterritorialización: El Ayllu atacameño como etnoterritorio de adaptación frente a los impactos de la industria del turismo y la minería de litio en la cuenca del Salar de Atacama* [Tesis para optar al grado de Magister en Geografía]. Universidad de Chile. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/181066>

Torrealba, C. (2020). *Estudio comparativo de baterías de ion litio y celdas de combustible regenerativas como sistemas de almacenamiento de energía eléctrica en una planta fotovoltaica del norte de Chile* [Memoria para optar al título de ingeniero civil químico]. Universidad de Chile.
<https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/177411/Estudio-comparativo-de-baterias-de-ion-litio-y-celdas-combustible-regenerativas-como-sistemas-de-almacenamiento.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

9 ANEXOS

Figura 6: Producción y reservas globales de litio



Fuente: Energy Industry Review, Rita (2021)

La figura 6 entrega una comparativa entre porcentaje de producción y reservas de litio en los principales países respecto de la industria. A destacar, tenemos los porcentajes de Chile, donde se tiene un 43.7% de reservas con un 21.9% mientras que Australia comprende un 22% de reservas con un 48.7% de producción de litio.