

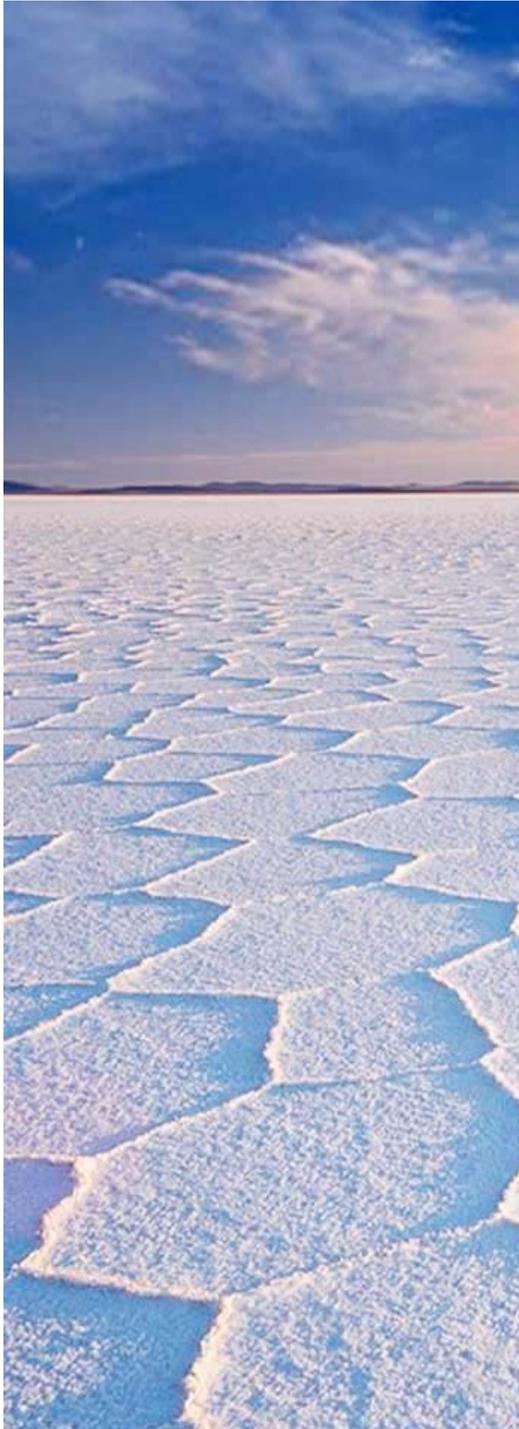


# **Litio en Chile: rol de la Comisión Chilena de Energía Nuclear**

**(presentación ante el Consejo de la Sociedad Civil de la CCHEN-  
COSOC)**

**Rosamel Muñoz Quintana  
Secretario Ejecutivo COSOC  
Jefe Of. Asesora de Com. Corporativa  
Comisión Chilena de Energía Nuclear**

**Santiago, noviembre 14 de 2016**

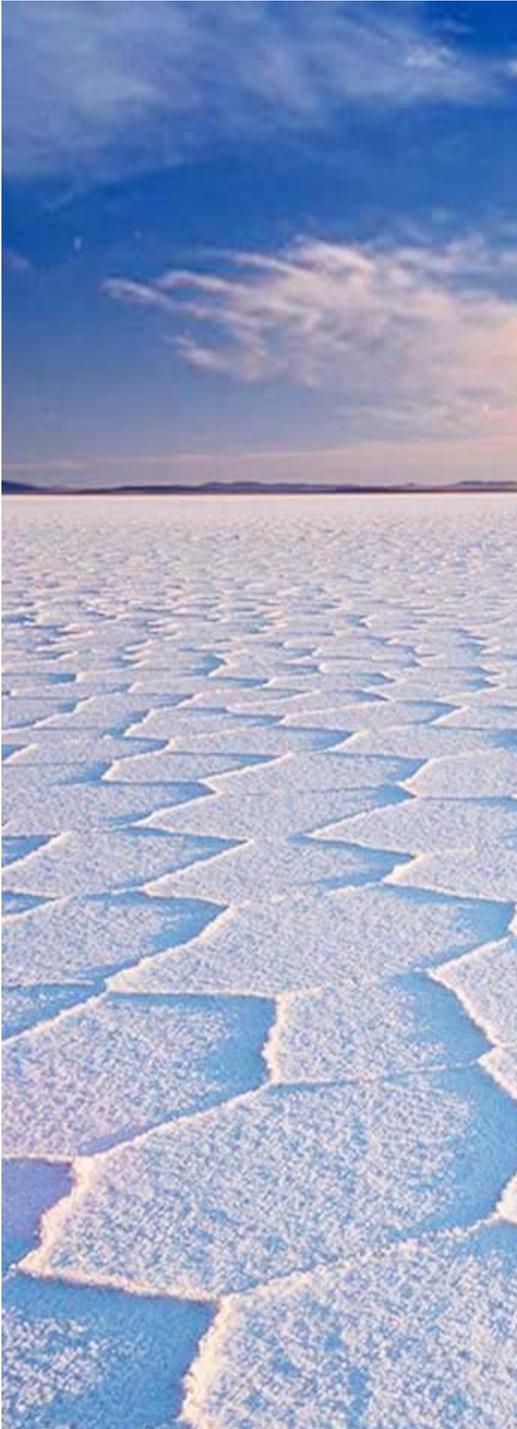


# Características del Litio

- ❑ Metal alcalino, es destacable su reacción al agua. Al mezclarlos con agua, estos elementos, entre los que se encuentra el litio, en algunos casos emiten luz y en otros reaccionan violentamente produciendo gran cantidad de energía. De esta reacción se producen hidrógeno e hidróxidos.

En estado natural es sólido (no magnético). El litio es un elemento químico de aspecto blanco plateado/gris y pertenece al grupo de los alcalinos. El número atómico del litio es 3. El punto de fusión es de 181, 54 grados Celsius. El punto de ebullición es de 1342, 85 grados Celsius. Metal ligero y altamente reactivo.

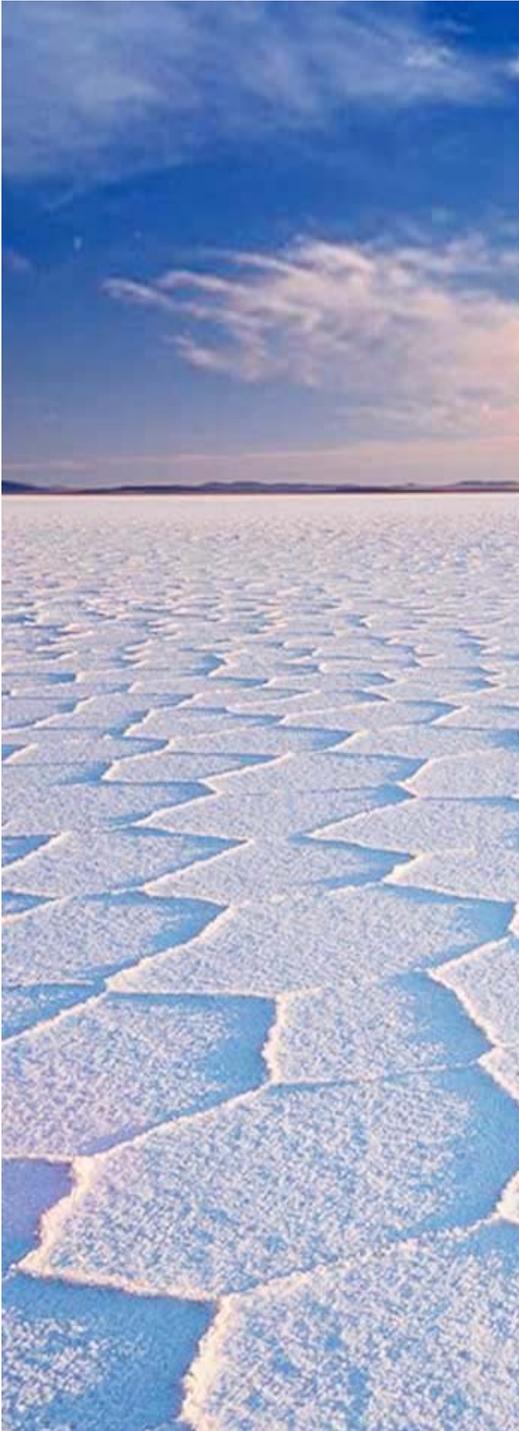
# Obtención del Litio

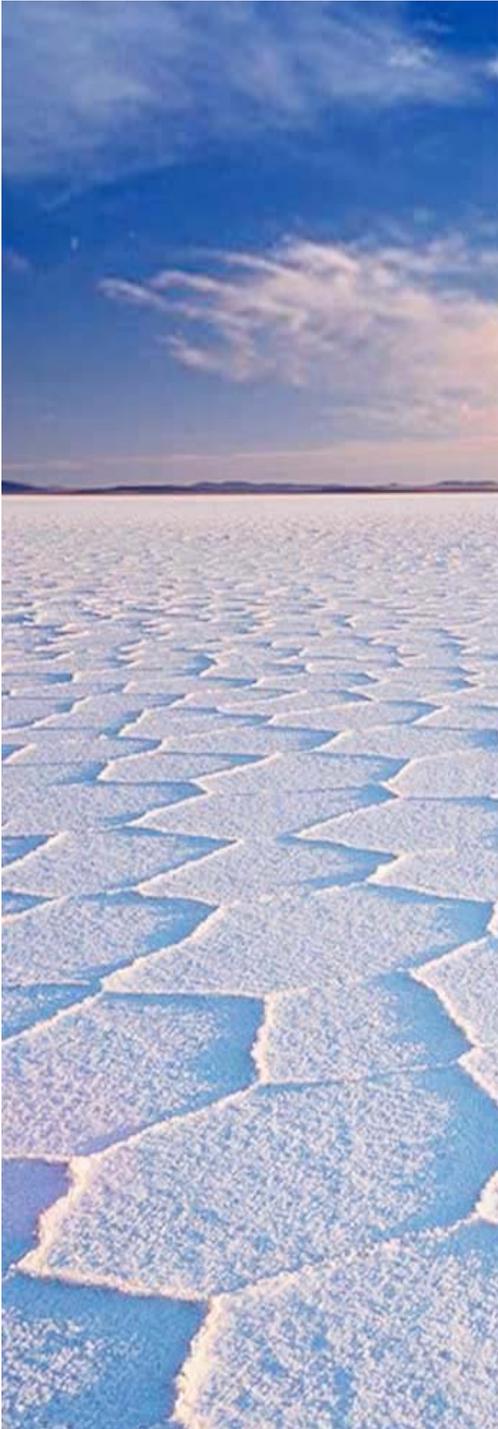


- ❑ Desde minerales sólidos pegmatitas, espodumeno, ambiglonita y salmueras líquidas. Implican procesos de molienda, separación y purificación de alto costo. Lo realizan EUA, Australia, Canadá, China y Rusia. Algunos han cesado cuando empieza la explotación de salares en Sudamérica.
- ❑ Desde Salmueras líquidas en Salares del Norte de Argentina, Bolivia y Chile. Las salmueras del Salar de Atacama tienen concentraciones de 0,14 a 0,2% en litio.
- ❑ Obtención de Carbonato de litio y otros compuestos en Chile, es a partir de salmueras concentradas en un 6 % aprox. de iones de litio, proceso que toma entre 14 a 15 meses.

# Principales usos

- ❑ **Fabricación de baterías:** Existen dos tipos de baterías en el mercado, recargables y no recargables.
- ❑ **Fusión nuclear y enriquecimiento isotópico:** Su particular estructura y dinámica nuclear permite atrapar neutrones en su núcleo lo que les otorga su relevancia en el ámbito de la física de reacciones nucleares.
- ❑ **Materiales avanzados y otros usos:** Con el litio es posible producir aleaciones tales como litio-aluminio como materiales resistentes y livianos. Adicionalmente es usado en el radiomercado de nanopartículas, síntesis de nano fibras de carbono, farmacología y como medio de almacenamiento de energía térmica.





# Compuestos de litio comercializados desde Chile

## 1. Carbonato de Litio. (Rockwood Lithium/SQM)

- Carbonato de litio Grado Batería
- Carbonato de litio Grado Técnico
- Carbonato de litio Grado Comercial

En todos los tipos de Carbonatos de litio existen variantes de acuerdo a la solicitud del comprador con especificaciones de pureza, granulometrías y características químicas.

## 2. Hidróxido de litio (SQM)

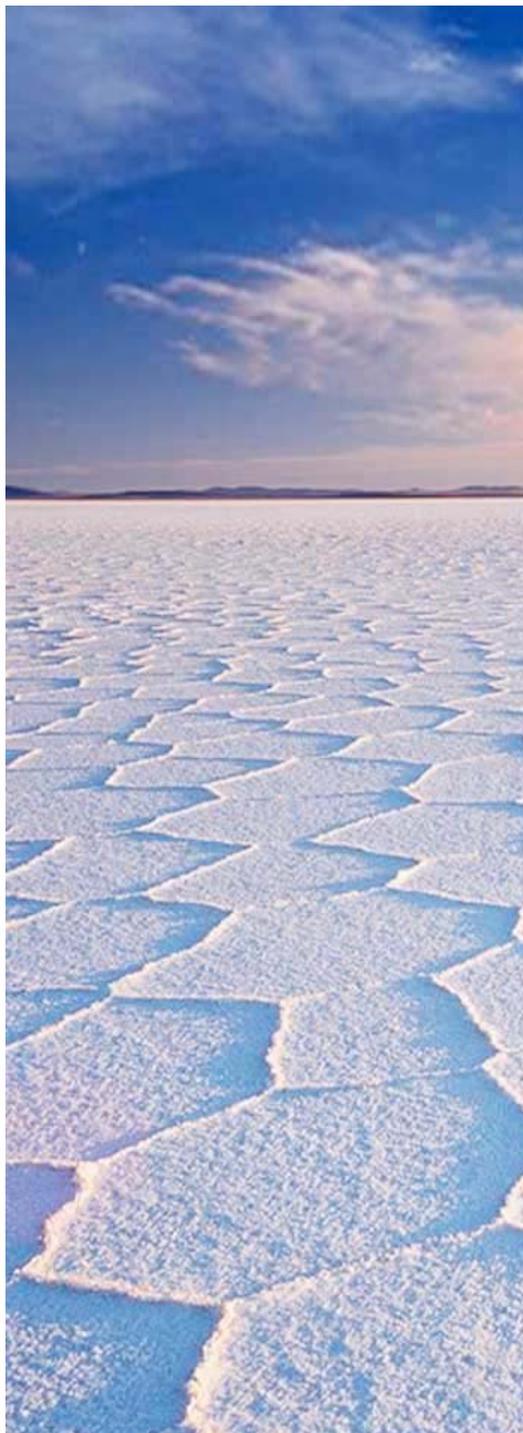
- Hidróxido de litio Grado Industrial (con diversas especificaciones)

## 3. Solución de Cloruro de litio (Rockwood Lithium/SQM)

- Salmueras con concentraciones de litio de entre 5 a 6% en ion litio. (obtenidas en un proceso de entre 14 a 15 meses de concentración).

## 4. Cloruro de litio (Rockwood Lithium)

- Un solo tipo.



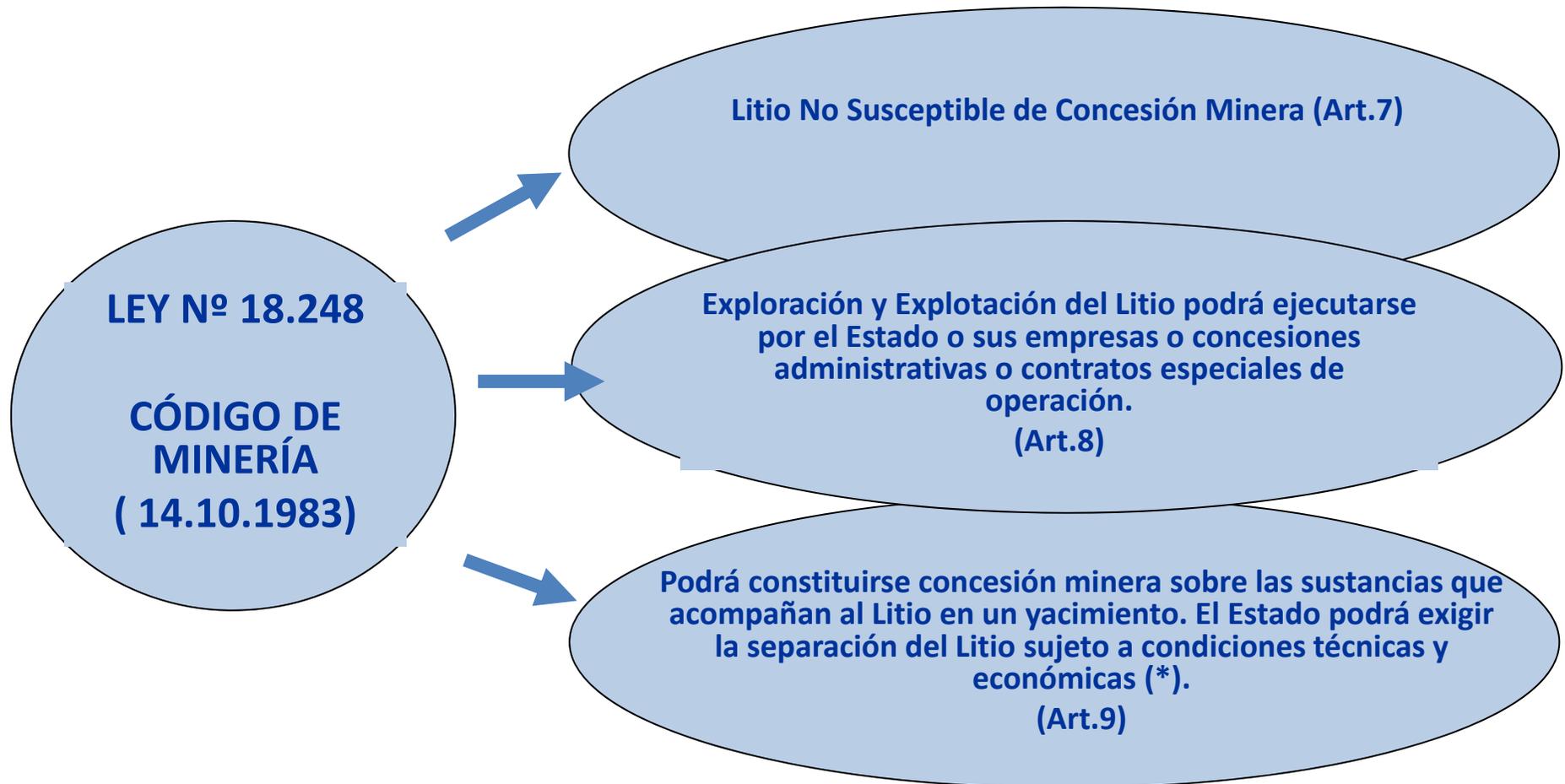
## Régimen legal del litio en Chile

- ✓ Régimen previo a 1979: libre denunciabilidad.
- ✓ Decreto ley N° 2886 (1979): reserva del litio a favor del Estado.
  - Artículo 5º. “Por exigirlo el interés nacional, desde la fecha de vigencia de este Decreto Ley, el litio queda reservado al Estado”.
- Excepto pertenencias constituidas antes del 1º de enero de 1979.
- Artículo 6º. Sustituye el artículo 8º de la Ley N°16.319.

“Por exigirlo el interés nacional...”



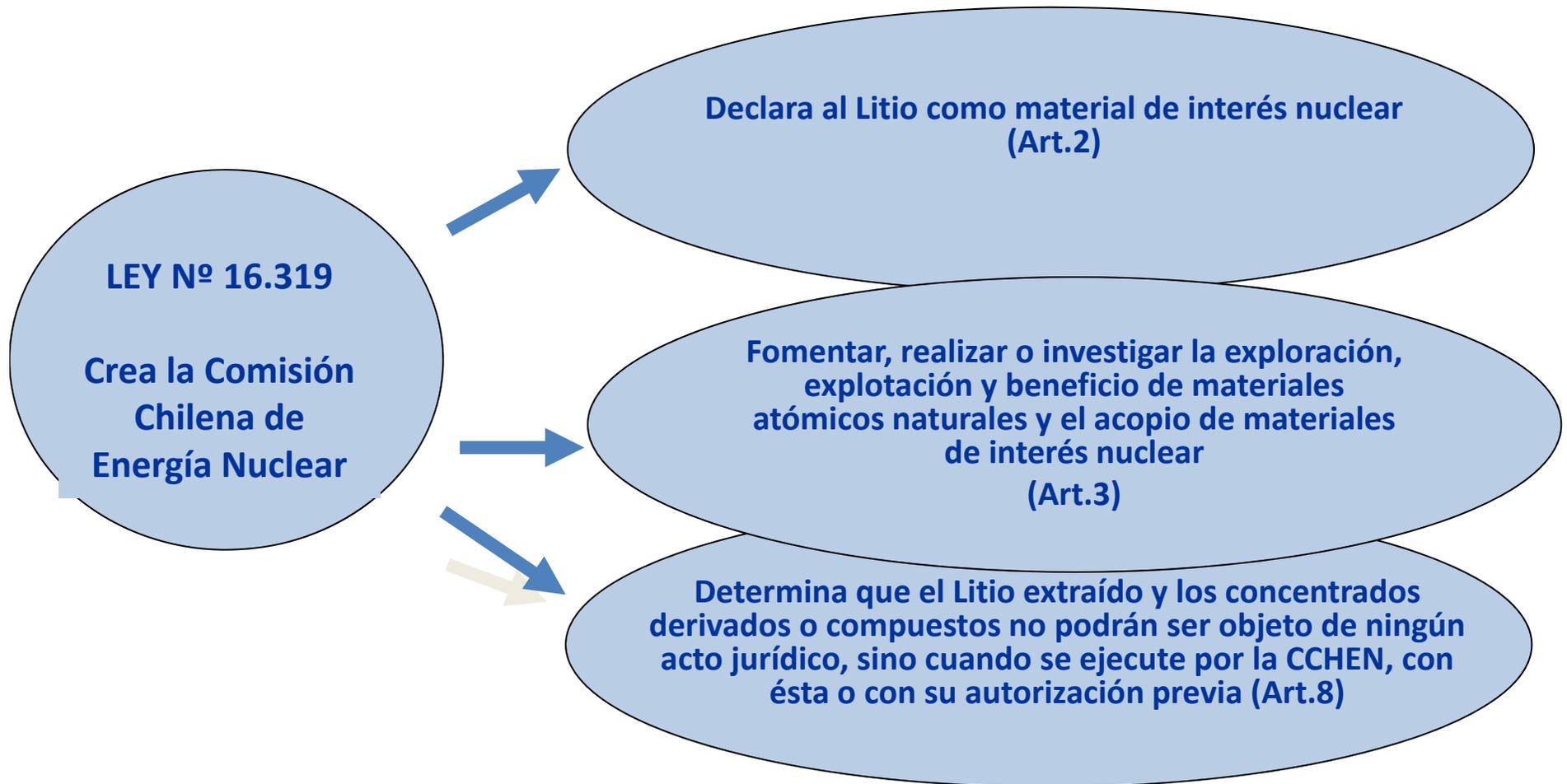
# Litio : Aspectos Legales



(\* ) CCHEN representa al Estado en el caso del Litio

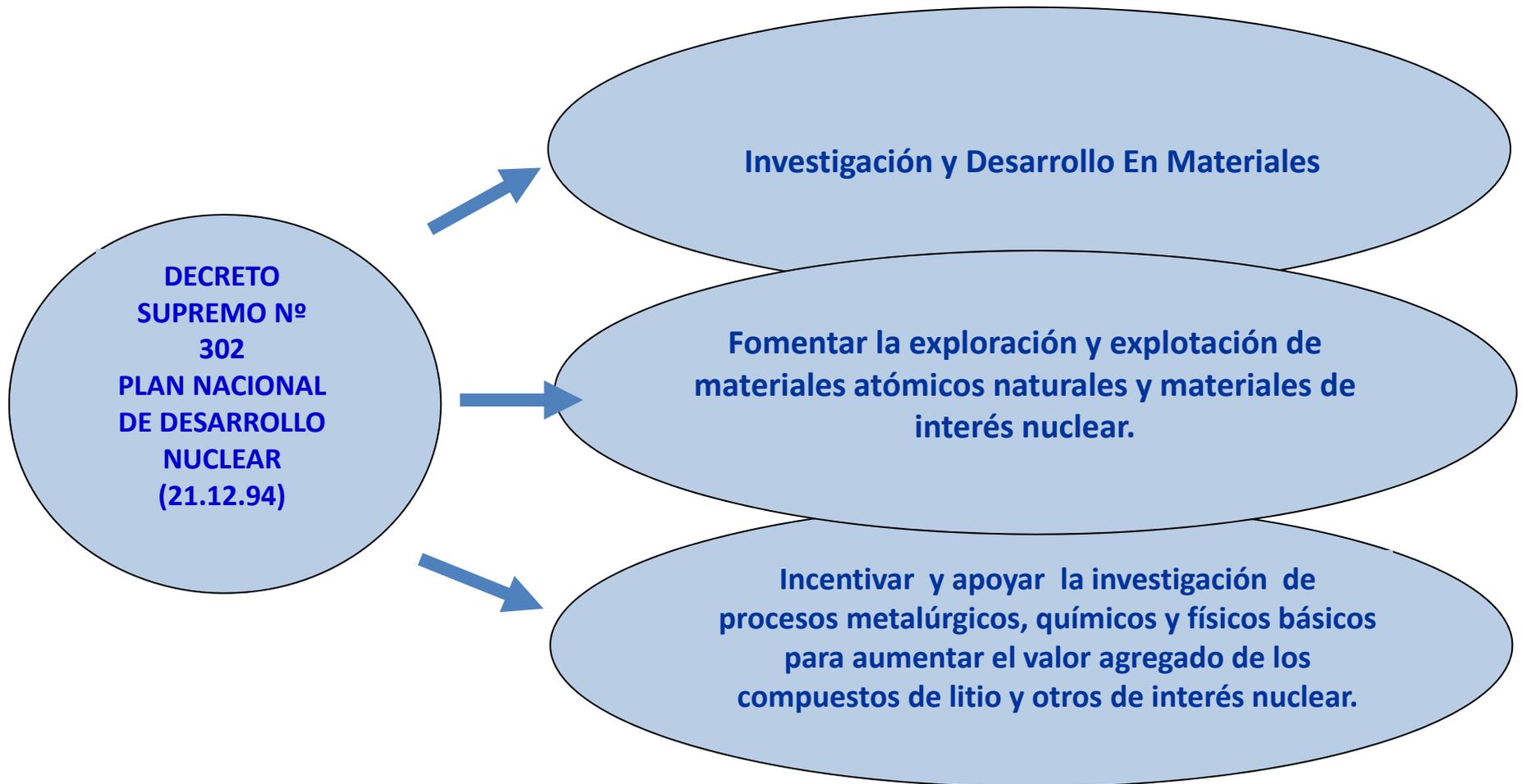


# Litio : Aspectos Legales





# Litio : Aspectos Legales





# Litio : Aspectos Legales

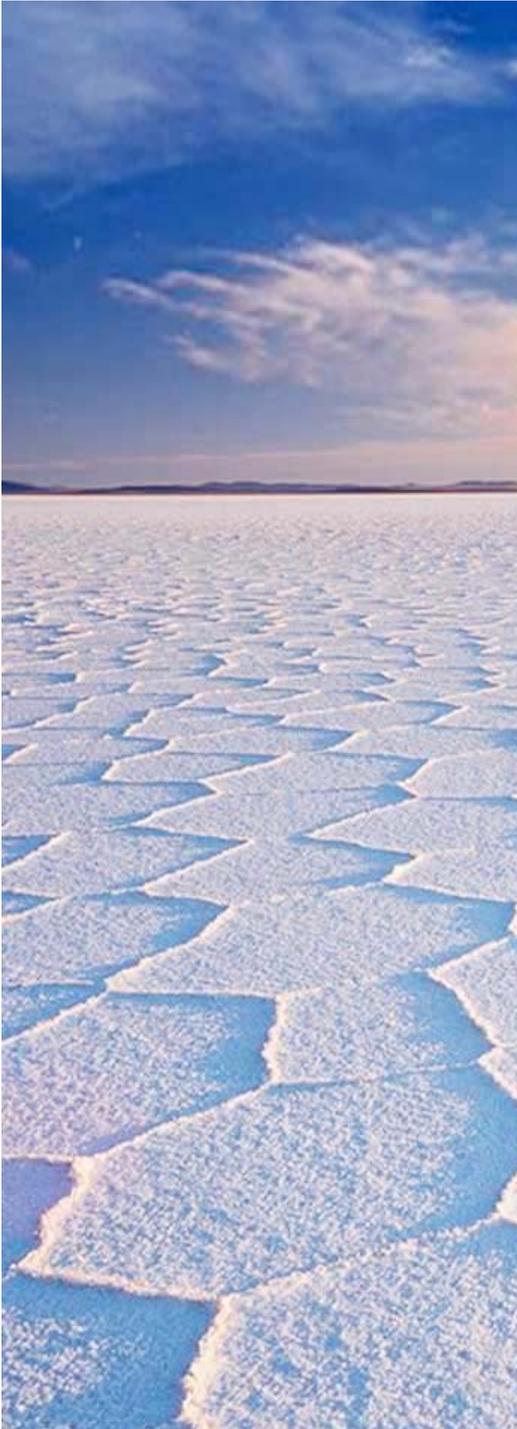
**DECRETO LEY  
1557 del  
30/9/1976**

**(art. 27)**

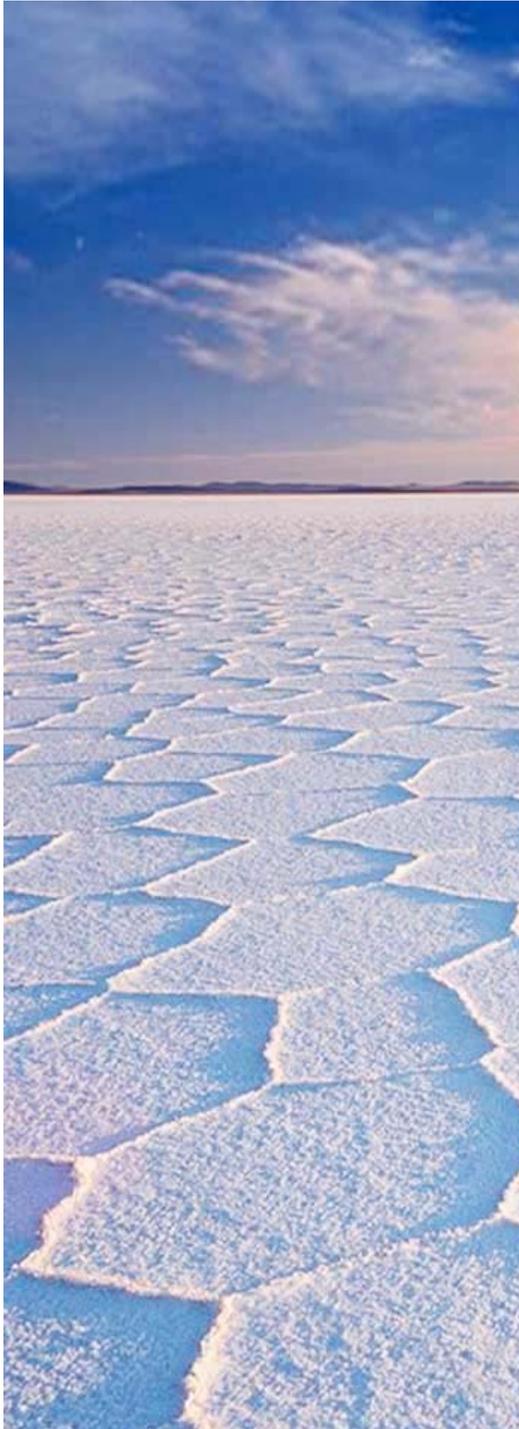
“La Comisión podrá analizar, por sí o por medio de terceros, cualquier mineral, concentrado o producto fundido o refinado que se trate de exportar, para determinar la existencia y la cantidad de materiales de interés nuclear contenidos en ellos”.

# Actuaciones de la CCHEN

## AUTORIZACIONES



- ❑ **Sociedad Chilena del Litio. Hoy Rockwood Litio Ltda.**
  - Autorización de comercialización por 200.000 toneladas de LME, plazo de 30 años (1984). Plazo prorrogado por 10 años más a contar del año 2014. Salar de Atacama, en pertenencias aportadas por CORFO.
- ❑ **SQM.**
  - 180.100 toneladas de LME, plazo de 30 años (1996). Salar de Atacama, en pertenencias arrendadas por CORFO.
  - 1.000.000 de toneladas de LME (2008), denegada.
- ❑ **Simbalik Ltda.**
  - 50.000 toneladas de LME (2011), plazo de 15 años (año 1ra venta). Salar de Maricunga, propiedades previas a 1979.
  - Autorización rebajada, en 2013, a 24.300 toneladas de LME.
- ❑ **Cominor Ing. y Proy. S.A.**
  - 30.000 toneladas de LME, plazo de 15 años (2013). Salar de Maricunga, propiedades previas a 1979.



## PROCEDIMIENTO PARA LAS SOLICITUDES DE VENTAS DE LITIO Y SU CONTROLPRC-CCHEN-088

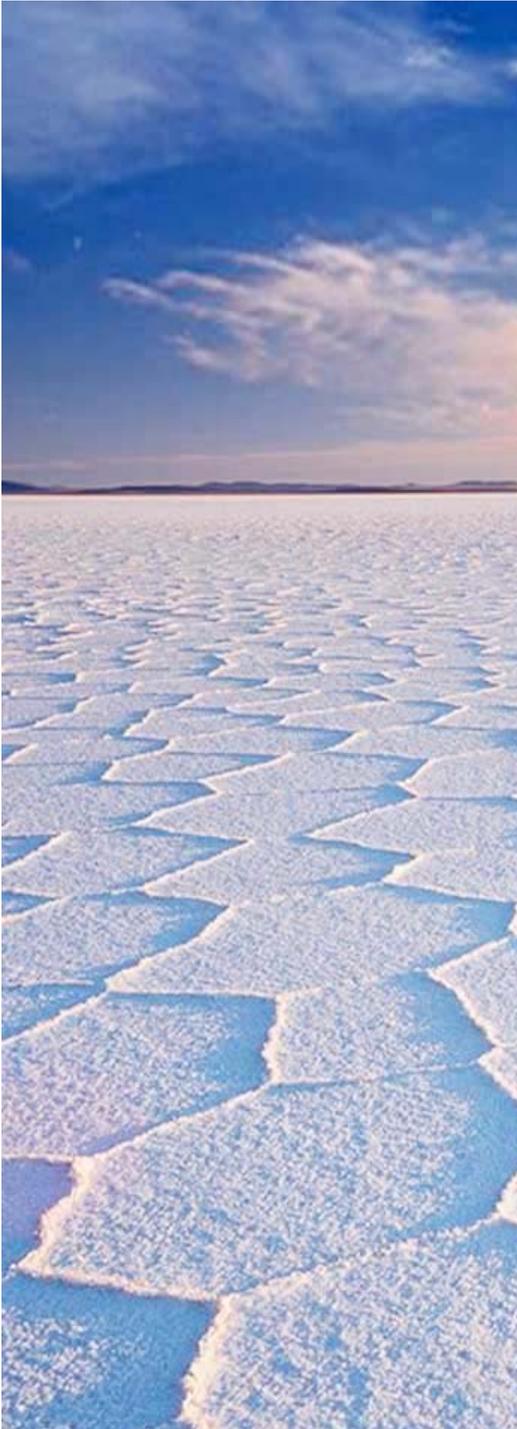
Mediante Acuerdo de Consejo Directivo de la CCHEN, N°2167/2016 de fecha 21 de enero de 2016, fue aprobada la primera versión del PRC-CCHEN-088.

### OBJETIVO

- Dar cumplimiento a lo dispuesto en el artículo 8° de la Ley N°16.319 que crea la Comisión Chilena de Energía Nuclear (CCHEN).
- Describir los requisitos que deben cumplir las solicitudes de ventas de litio y los controles que debe efectuar la CCHEN, en el cumplimiento de sus atribuciones legales, dando origen a un Acto Administrativo.
- Describir cómo se registran las solicitudes recibidas, cómo se procesan, cómo se controlan y cómo se responde a ellas, de acuerdo al ordenamiento jurídico vigente, y a las disposiciones administrativas que emite fundadamente la CCHEN a través de Acuerdos de Consejo.
- Determinar responsabilidades de las empresas y sus representantes legales, como, asimismo, las responsabilidades que asumen las unidades de la CCHEN, directamente involucradas en este procedimiento.

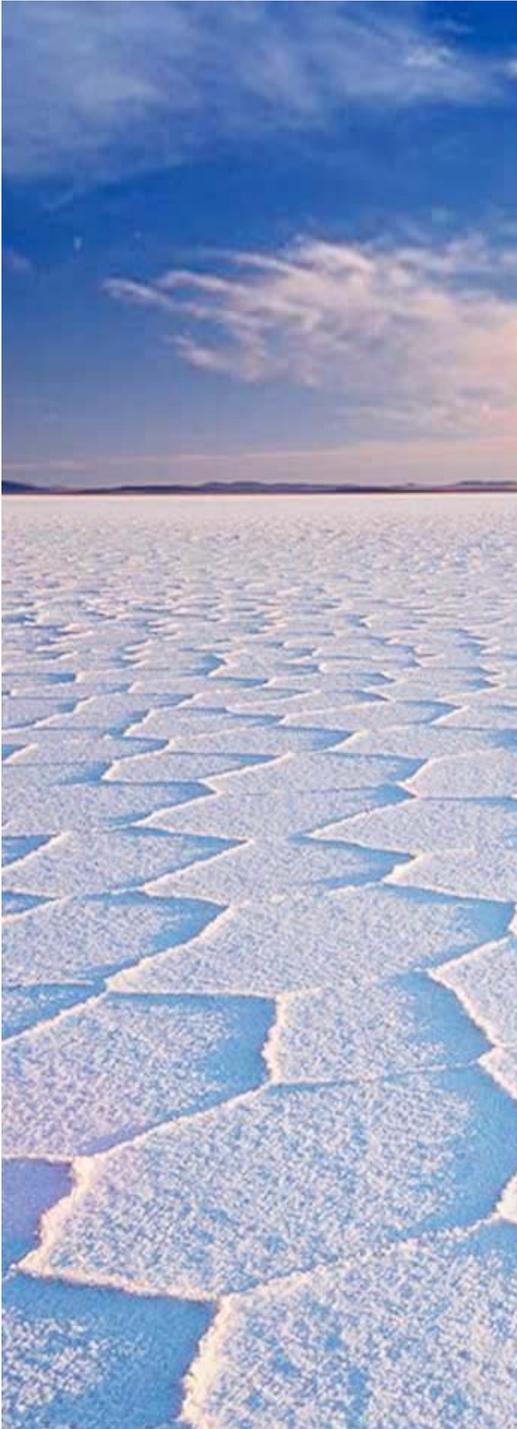
### ALCANCE

Aplica a todas las empresas que, de acuerdo al régimen legal vigente, exploten, comercialicen y/o, lleven a cabo cualquier acto jurídico sobre litio extraído.



## Sistema de control de ventas autorizadas

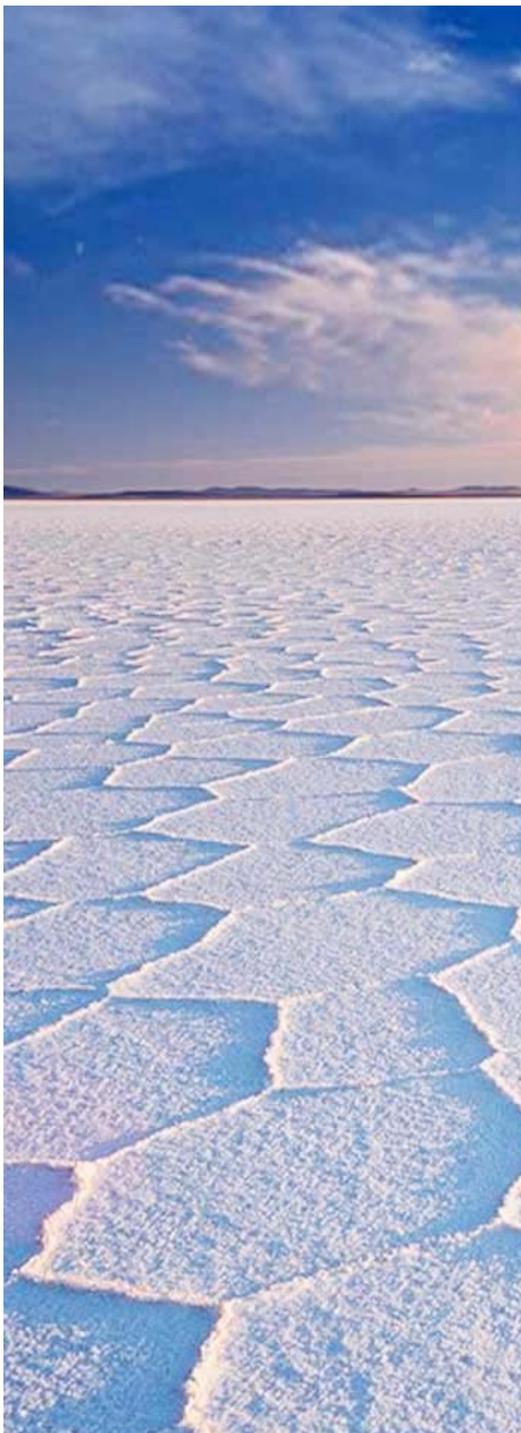
1. Las solicitudes de autorización de venta numeradas y fechadas, indican:
  - Volumen y características técnicas del litio.
  - Tipo de embalaje y conversión utilizada para su transformación a LME por peso de la solución.
  - Tipo de embalaje y su precio de venta por peso.
  - Consigna el comprador y
  - El uso final que se dará al producto.
2. La CCHEN antes de autorizar:
  - Verifica que la solicitud de venta se apegue a las condiciones establecidas en el acuerdo de Consejo Directivo.
  - Asesoría Jurídica emite una autorización de venta a través de una resolución exenta numerada y fechada para, eventual, revisión de la Contraloría General de la República.



## ¿Cuál es la opinión de la CCHEN respecto a la sostenibilidad de los salares?

Sin que existan estudios concluyentes, existe consenso en el sector respecto de:

- El Salar de Atacama es un sistema frágil.
- Su estabilidad es muy compleja desde el punto de vista químico, físico e hidrogeológico.
- El Litio es un recurso no renovable.
- Una explotación no sustentable del recurso Litio, por grandes volúmenes de extracción de salmueras, podría llevar al colapso del Salar y generar un grave riesgo para los habitantes del entorno.

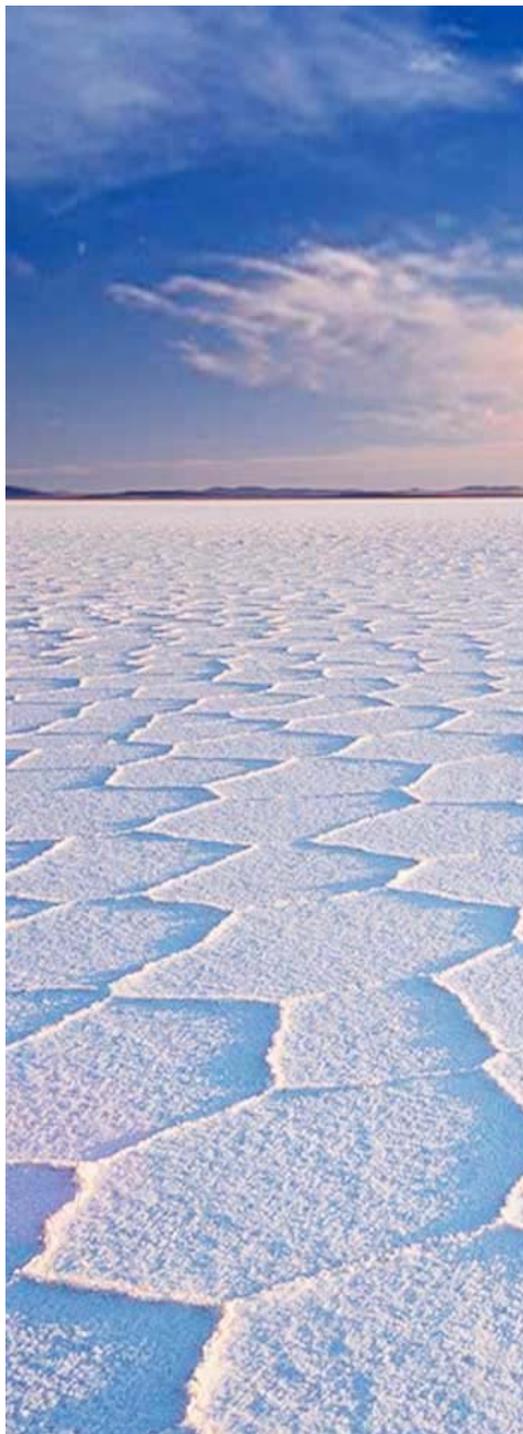


## MERCADO DEL LITIO A NIVEL MUNDIAL 2015

PAIS	PRODUCCION (ton/año LME)
EE.UU	790 (*)
Argentina	3.800
Australia	13.400
Brasil	160
Chile	11.700
China	2.200
Portugal	300
Zimbawe	900
<b>TOTAL</b>	<b>33.250</b>

Fuente: U.S Geological Survey, Mineral Commodity  
Summaries, January 2016

(\*) Cifra estimada en base a la misma fuente anterior.



## MERCADO DEL LITIO A NIVEL MUNDIAL

- ❑ Usando los precios Diciembre 2015, una valorización estimativa del mercado del litio es la siguiente, usando como base la cifra de 176.890 ton/año Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> equivalente (LCE).

LiCO<sub>3</sub> grado batería :46.000 ton/año x 6.500 US\$/ton=US\$ 299.000.000

Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> standard :68.980 ton/año x 5.500 US\$ /ton= US\$ 379.400.000

LiOH, LiCl, otros : 61.910 ton/año x 7.400 US\$/ton = US\$ 458.100.000

Totales 176.890 ton/año US\$ 1.136.500.000

- ❑ En resumen, el Mercado del Litio en el Mundo se puede valorar hoy (fines de 2015) entre US\$ 1.150 millones /año a US\$ 1.200 millones/año.

- ❑ **Proyección a Futuro.**

Considerando que el uso del litio en baterías y pilas crece a una tasa del 15% anual y que el resto de las aplicaciones crece a un ritmo del 5 % anual, la demanda global hacia el año 2020 se puede estimar entre **280.000 ton/año a 285.000 ton/año de Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> equivalente (LCE).**



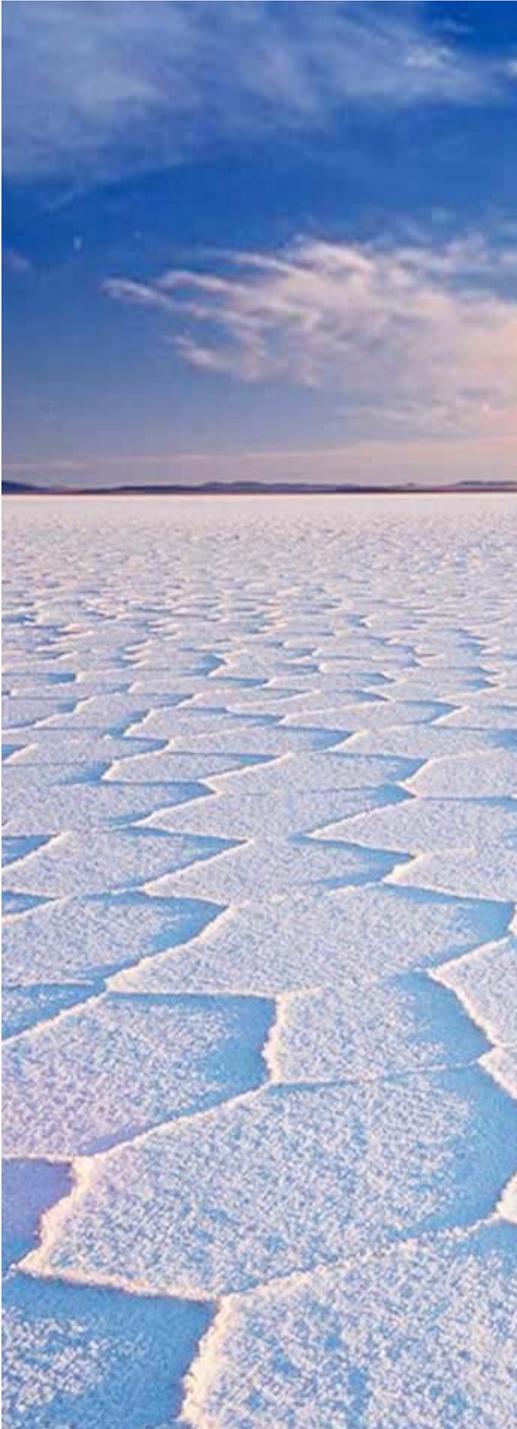
## Consideraciones técnicas 1 que deben cumplir las empresas autorizadas (Simbalik-Cominor)

- ❑ Disponer que es imperioso ubicar zonas de retorno de las salmueras residuales y sales de descarte al Salar, de manera que el litio contenido en ellas, sea técnica y económicamente factible de recuperar.

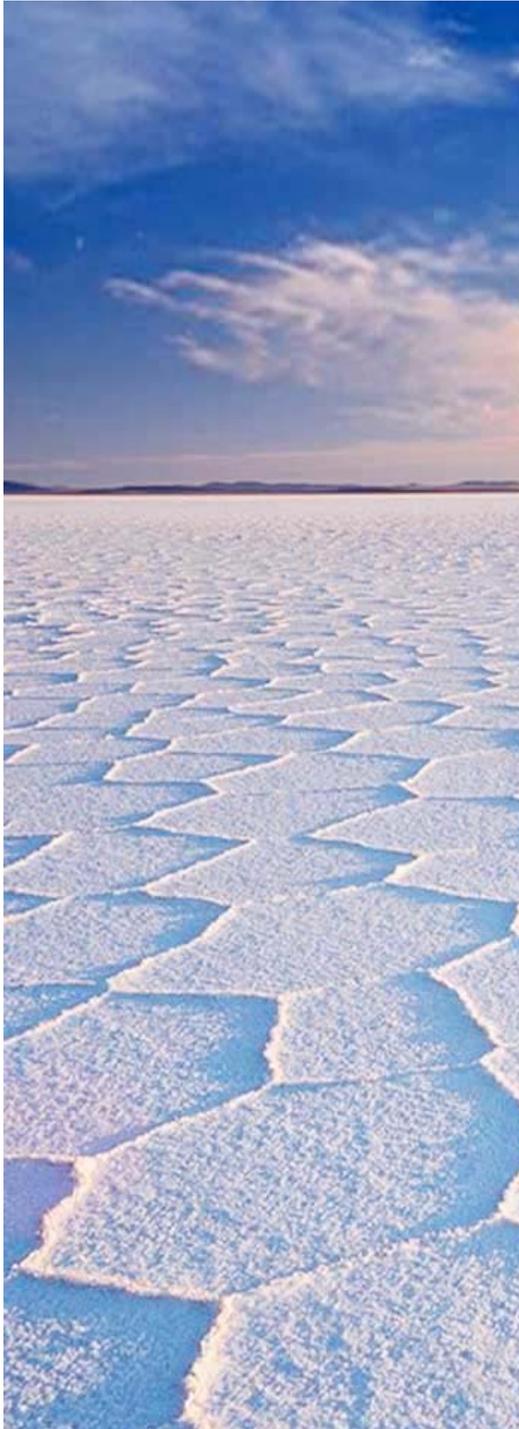
A tal efecto, SIMBALIK y COMINOR, deberán realizar, a través de terceros independientes, aceptados por la Comisión, cada cinco años, un estudio completo del acuífero donde se encuentran las pertenencias, el cual deberá contener, a lo menos, lo siguiente:

- Análisis y recopilación de la información histórica de la explotación del Salar de Maricunga, incluyendo número de pozos perforados, caudales promedios y acumulados de salmuera extraída por pozo, nivel freático en los pozos de extracción y en pozos de observación, leyes medias de litio y potasio en porcentaje/ partes por millón en salmueras; densidades, reinyecciones de salmueras, producciones finales de sales de litio y potasio, respectivamente.

## Consideraciones técnicas 2 que deben cumplir las empresas autorizadas (Simbalik-Cominor)

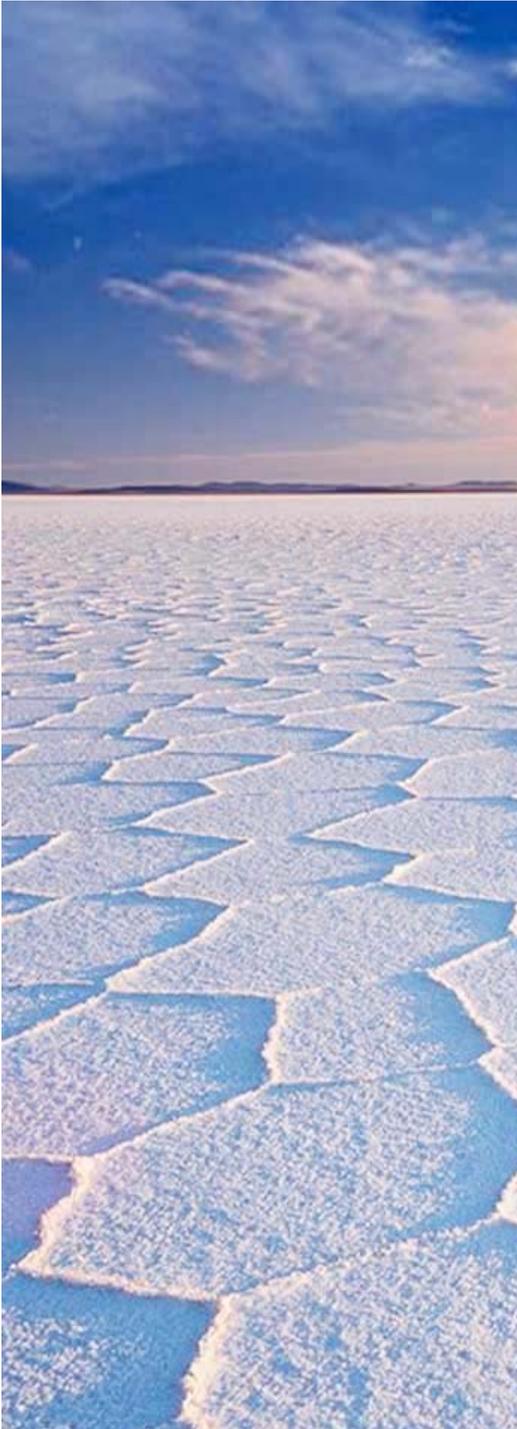


- ❑ Estudio de los niveles freáticos (niveles piezométricos) y de los conos de depresión en los pozos de extracción de salmueras. Análisis de los pozos de observación ubicados a 300, 600 y 100 metros de distancia. Además, realizar gráficas en función de las fechas de observación y estimar la conductividad hidráulica (transmisibilidad promedio) en el Salar;
- ❑ Confeccionar un modelo hidrogeológico del Salar, junto a un balance hídrico, como un todo. Mostrar el nivel de evaporación del Salar, recargas subterráneas y superficiales, precipitaciones, extracciones de salmueras y reinyecciones originadas por el proyecto;
- ❑ Entregar una geometría del acuífero inherente a las propiedades mineras explotadas, indicando la probable distribución espacial de la porosidad o coeficiente de almacenamiento. Indicar, asimismo, un porcentaje promedio de la porosidad para el acuífero de SIMBALIK Y COMINOR.



## Consideraciones técnicas 3 que deben cumplir las empresas autorizadas (Simbalik-Cominor)

- ❑ Con la información de las concentraciones de litio y potasio de los pozos y de las exploraciones ya efectuadas, confeccionar curvas de isoleyes y de distribución espacial de las concentraciones de Li y K y calcular la concentración media ponderada de Li y K en el acuífero, y
- ❑ Con toda la información anterior, realizar un cálculo de reservas de Li contenidas en las propiedades de SIMBALIK y COMINOR.

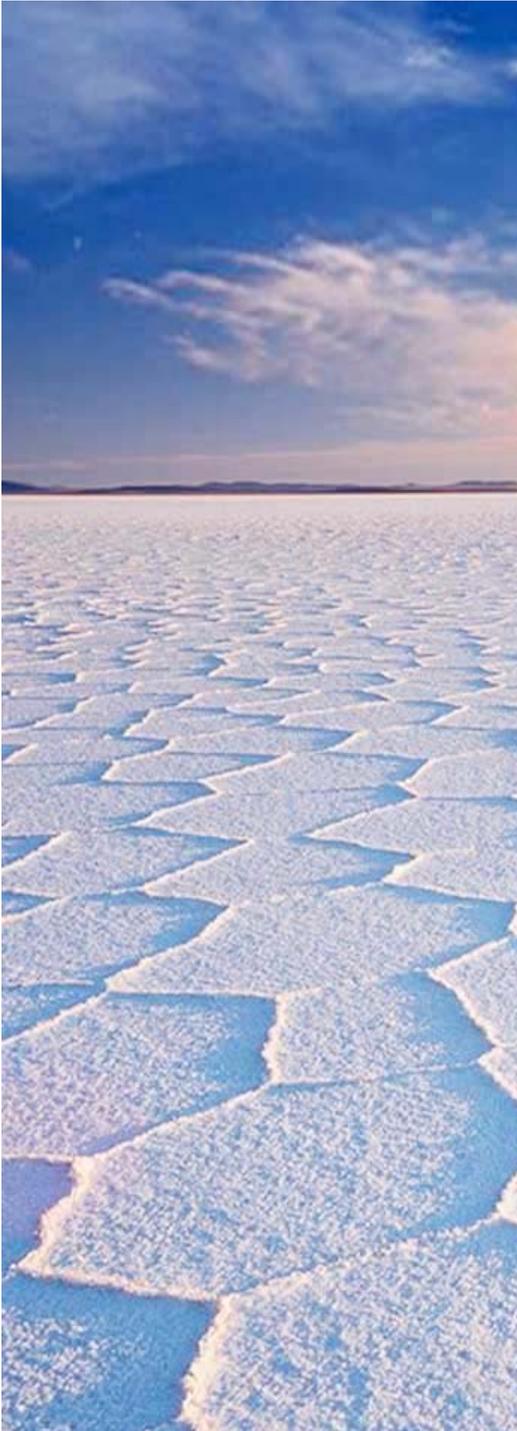


## ¿Cómo interpretamos la intención que tuvo el legislador?

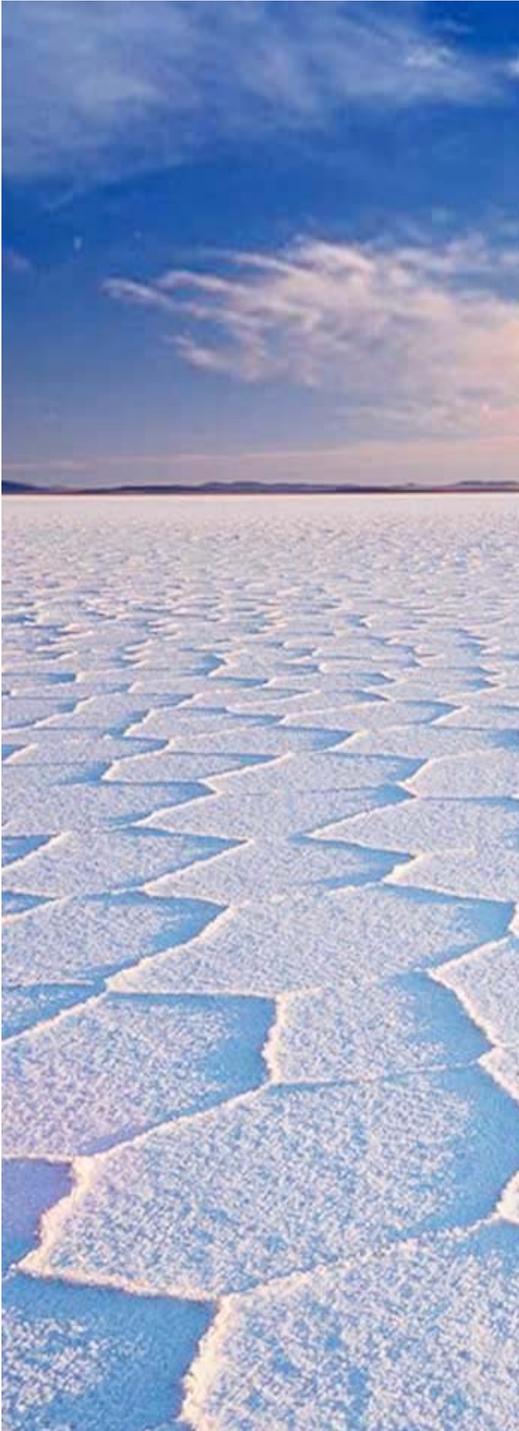
- ❑ La CCHEN posee pleno control respecto de los actos jurídicos que se celebren respecto al litio extraído, así como sus concentrados, derivados y compuestos.
- ❑ Claro interés del legislador por cubrir la totalidad de la producción, uso y destino del litio y los materiales atómicos naturales, no bastándole con regular la extracción del mineral o el título necesario para su explotación. Esto también incluiría el comercio de dicho mineral.
- ❑ La intención del legislador fue que la CCHEN concentrará un amplio control de los materiales de interés nuclear, incluye tanto el material, el movimiento comercial (extracción, producción de derivados, etc.).
- ❑ Luego, a través de la facultad exclusiva de acopio de litio, se evidencia que lo que buscaba el legislador era evitar que dicho mineral fuese acopiado por particulares.

# Conclusiones

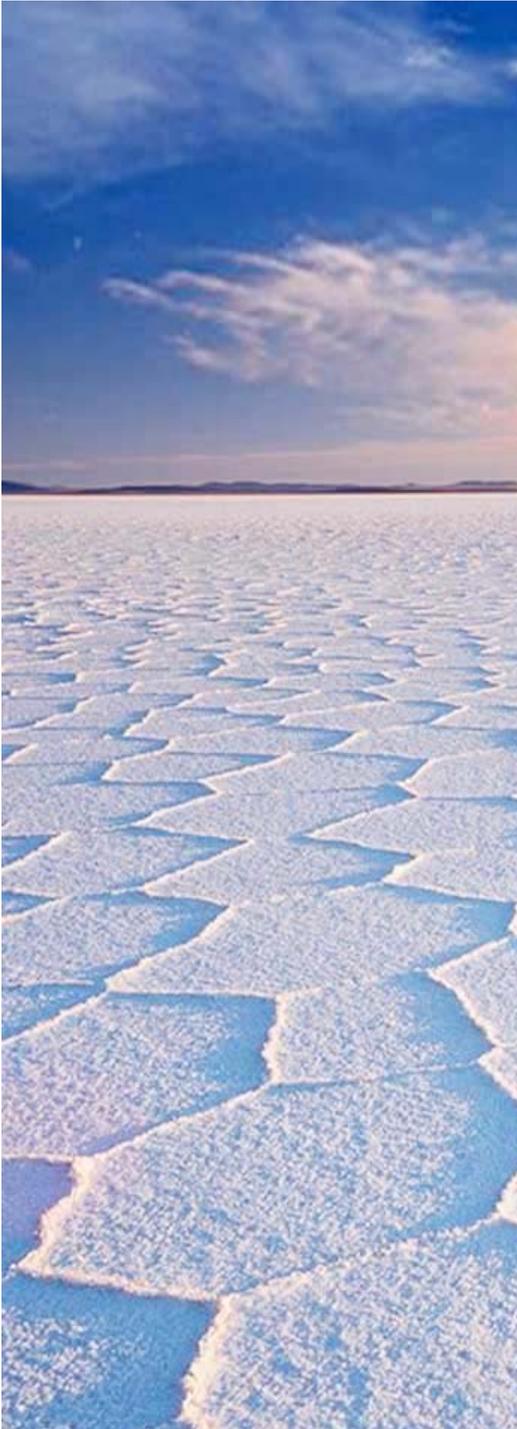
1. La CCHEN ha ejercido su rol en la autorización de comercialización de litio extraído, en cuatro casos y una denegación.
2. La CCHEN ha desarrollado importantes investigaciones en las aplicaciones del litio, en el contexto del área nuclear. El programa actual de fusión se focaliza en física de plasma.
3. La discusión en el país respecto del Litio ha estado centrada en tanto recurso minero. Nuestro país posee dos ventajas naturales que facilitan esa actividad: la gran concentración de éste en salmueras provenientes de salares, y las condiciones geográficas y climáticas que abaratan su explotación y originan mercados regionales competitivos que garantizan la provisión del insumo a bajo costo de producción. Este modelo de desarrollo favorece la exportación de materias primas, pero inhibe la innovación que el país puede lograr con un proceso de agregación de valor.
4. Desde un punto de vista estratégico, la institucionalización del esfuerzo (Instituto del Litio) es recomendable.



# INFORMACIÓN ADICIONAL



## Reservas Mineras de Litio



- ❑ Ocurrencia del litio: 30% en minerales pegmatitas (espodumeno, petalita, lepidolita) y 70% en salares (salmueras).
- ❑ Reservas de litio en el mundo: 160-170 millones de tons de carbonato de litio equivalente (LCE).
- ❑ Recursos totales: 300 millones tons LCE aprox.
- ❑ Reservas de litio en Chile: 7,3 millones de tons equivalente a 38 millones de tons de LCE, representando el 22% del total mundial.