

# Producción de litio a pequeña escala a partir de salmueras

Catalina Velásquez, Ingeniería Civil Industrial<sup>1</sup> and Victor Cabrera, Post-Doc en Ingeniería Ambiental<sup>2</sup>,

<sup>1</sup>Universidad Finis Terrae, Chile, catavelasquezcarrasco@gmail.com

<sup>2</sup>Massachusetts Institute of Technology, USA, victor.cabrera27@gmail.com

*En los últimos años, el uso del litio ha crecido innegablemente, debido a que existen diversos usos de este y sobretodo por la demanda por baterías pequeñas en electrónica portátil y por su practicidad tecnológica. También es posible evidenciarlo, gracias a las fuertes inversiones y exploraciones importantes en el sector, lo que ha instalado el interés por buscar métodos de explotación mas económicos, efectivos y que se obtenga una alta pureza. Considerando que la manera de consumir este metal ha evolucionado, ya que hace años se utilizaba mayormente como carbonato de litio usado como medicamento para tratar problemas psiquiátricos y lo restante se consumía como hidróxido del litio, actualmente se consume un porcentaje cada vez mas alto como hidróxido de litio por sus propiedades como agente para transferir el calor y como electrolito para baterías. Además el crecimiento significativo de la explotación del litio trae como consecuencia que muchos productores pequeños incursionen en el mercado. Es por esto que en el siguiente trabajo de investigación se describen los métodos de extracción del litio, en el que se destaca principalmente el de salmueras, sus ventajas y desventajas, se han aplicado a una producción de hidróxido de litio y finalmente se ha realizado la evaluación económica de CAPEX y OPEX de la producción de litio a pequeña escala a partir de salmueras.*

**Keywords:** Litio, inversiones, métodos de explotación, hidróxido de litio, carbonato de litio, electrolito, pequeña escala, CAPEX, OPEX.

## I. INTRODUCCIÓN

El Litio es una metal blanco, ampliamente utilizado actualmente en el mundo, para diferentes aplicaciones, por lo que su importancia es cada vez mayor. Es considerado un material energético fundamental, esto es gracias a sus propiedades fisicoquímicas, dentro de las cuáles se destacan que es el metal sólido más ligero, blando, de bajo punto de fusión y reactivo. Entre las propiedades físicas se encuentran el alto calor específico, su alta conductividad térmica, baja viscosidad y muy baja densidad[1]. Con todas estas propiedades, se han logrado desarrollar baterías que pueden acumular energía y cuyo mercado está empujando la demanda mundial del litio y por ende la oferta e interés de los países que poseen este recurso ha aumentado, existiendo un fuerte interés por desarrollar nuevos proyectos en esta industria. Si bien es cierto, el uso que se le da al litio es amplio y variado, en los últimos años ha evolucionado, debido a que en el siglo XX se utilizaba mayormente como carbonato de litio  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  para la psiquiatría, para tratar y prevenir los episodios de manía, ya que funciona al reducir la actividad anormal en el cerebro. Sin embargo actualmente se consume

aproximadamente un 50% como hidróxido de litio  $\text{LiOH}$ , uno de los principales componentes de las baterías recargables, a lo que se suma las proyecciones de la demanda a futuro por vehículos eléctricos. Las baterías de iones de litio, son las baterías más eficientes e inteligentes utilizadas en productos electrónicos de consumo masivo.

Chile tiene una de las mayores reservas de litio del mundo, junto a Bolivia y Argentina, conformando el denominado triángulo de litio, en estos países es común encontrarlo en las salmueras, donde se encuentran mezclados con otros tipos de minerales, que pueden ser aprovechados, tales como el potasio, sodio, boro, sulfatos y cloruros[2]. Las salmueras son el método mas económico de extracción del litio, lo que hace que sea enormemente atractivo en la industria.

La idea de realizar un informe acerca del litio tiene relación con la creciente demanda de este, su mercado cambiante, las implicancias del desarrollo de la industria de la minería no metálica y mas precisamente explicar cómo la explotación de este mineral se perfila en el continente, revisando los usos actuales del litio y su proceso de extracción. Es por esto que en el desarrollo del siguiente informe se describirán los métodos de extracción del litio, junto con sus ventajas y desventajas y como esto se aplicaría a una producción de hidróxido de litio, ya que éste es el mercado que ha ido creciendo y que coninará en los próximos años, debido a que el hidróxido de litio es utilizado para almacenar energía en pilas de teléfonos, cámaras, y automóviles como se ha explicado anteriormente. El informe finalizará con un análisis de CAPEX Y OPEX con el objetivo de dar a conocer los costos permanentes para el funcionamiento del negocio y por otro lado su contraparte, el costo del desarrollo no consumibles para la industria. Cabe destacar además que se tundra énfasis en la extracción por salmueras, debido a que la metodología de extracción de este mineral ha cambiado notablemente, en el año 1995 la producción de litio provenía en un 65% del mineral, y tan solo 35% de salmueras. En el 2007 el 86% era proveniente de salmueras[3].

## II. DESARROLLO

El litio,  $\text{Li}$ , es el tercer elemento de la tabla periódica y comparte el grupo con el sodio, el potasio, el cesio, rubidio y francio, siendo parte de los sólidos alcalinos. Este elemento se caracteriza por ser fuertemente electropositivo, lo que le confiere gran poder de reactividad frente a los agentes químicos. Además es de fácil acceso, ya que está presente en la corteza terrestre[3]. Actualmente se sabe que el 85% de las reservas mundiales de litio en forma de salmueras se

encuentran en América del Sur, específicamente en los países de Chile, en el Salar de Atacama, Bolivia en el salar de Uyuni y Argentina en el Salar del Hombre Muerto, Rincón y Olaroz[4]. En este sentido Chile es el país con las mejores condiciones para la explotación del litio, debido a que permiten su extracción con los menores costos a nivel mundial junto con la ausencia de elementos contaminantes y la gran tasa de evaporación por el calor y la sequedad existente.

A pesar de que Bolivia y Argentina concentran una gran cantidad de este mineral en sus tierras, Chile y Australia son actualmente los dos productores de litio más importantes del mundo, mientras que China, Corea del Sur y Japón los mayores consumidores. A continuación se puede observar gráficamente los mayores productores de Litio del mundo para el año 2016[5].

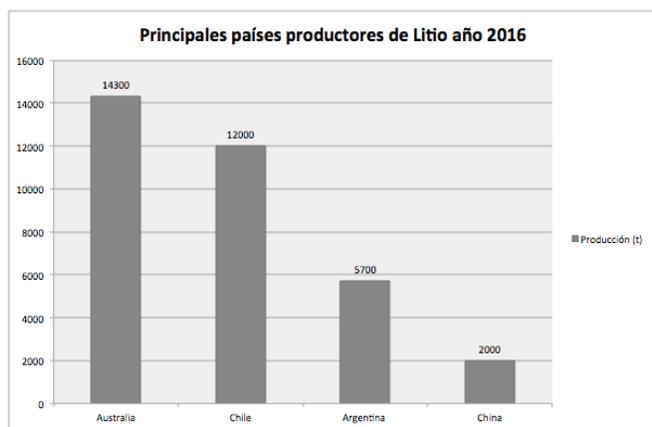


Fig. 1 Fuente: El Statista; El portal de estadísticas.

Otra de las características que hacen que Chile se vea enormemente beneficiado por la cantidad de Litio que posee, es que al tener el desierto más árido del mundo se pueden instalar paneles solares o molinos de viento y como se necesita un espacio donde almacenar esta potencia, las baterías de litio, son ideales para este fin. Ya que la demanda del litio está siendo impulsada por un fuerte aumento en la fabricación de baterías, como se ha mencionado anteriormente el siguiente informe de investigación busca detallar los métodos de extracción de litio utilizados actualmente en el mundo, junto con sus ventajas y desventajas, en qué momento se utilizar uno u otro.

### III. MÉTODO TRADICIONAL

Una de las fuentes de obtención del litio más importantes, antes de que se explotara el litio contenido en las salmueras, era mediante los minerales, el principal; El espodumeno, el mineral más abundante rico en litio. En este proceso el espodumeno se concentra por flotación, hasta que se logra un concentrado de un 3% de litio. Debe ser calcinado con caliza y

luego debe ser tratado por procesos de molienda, lixiviación o precipitaciones sucesivas y con un agente tratante se obtiene litio con un alto porcentaje de pureza. Teniendo ya ese mineral se puede obtener carbonato de litio, hidróxido de litio o cloruro de litio. Como se mencionó anteriormente, el espodumeno es el mineral más abundante rico en litio, este elemento se puede obtener también a través de la petalita, con la que se produce concentrado de litio utilizado en industrias de vidrios y cerámicas, por ejemplo. En resumen, los procesos químicos de este método de extracción son cuatro: tratamiento con ácido sulfúrico, lixiviación, purificación y concentración y precipitación del carbonato del litio [6]

### Ventajas

- En estos depósitos también se extrae tantalio mediante el cual el litio es generado como subproducto.
- Actualmente este proceso de extracción se utiliza en las minas de Greenbushes y McCattlin en Australia, y como se ha mencionado anteriormente los países que más consumen el mineral son China, Corea del Sur y Japón, la cercanía de Australia con los países consumidores es mayor, se pueden establecer mejores relaciones comerciales.

### Desventajas

- La principal desventaja que presenta este método son los altos costos en comparación con el litio que es obtenido de las salmueras, ya que debe pasar por variados procesos químicos para finalmente obtener el elemento.
- La concentración de litio en el mineral es en general baja, por lo que requiere mayores esfuerzos para extraer el litio de estas.

### VI. MÉTODO DE SALMUERAS

El método de extracción por salmueras es uno de los métodos más utilizados por los beneficios que este conlleva, los cuáles serán mencionados más adelante. Dependiendo de la cantidad de minerales que posea el litio, dentro de los cuales pueden ser; Potasio, Magnesio, Calcio, Sodio, Cloruros, Nitratos, etc, que van variando dependiendo del salar, es el tipo de extracción por salmueras que conviene más utilizar, es decir el tratamiento de cada salmuera es específico y de acuerdo con su composición [7]. La extracción del litio de los salares se realiza mediante la perforación que puede llegar a alcanzar hasta los 200[m] de profundidad y de donde se efectúa el bombeo de la salmuera, extrayendo el líquido, que es enviado luego a pozas de evaporación, a través de las cuales se

obtienen las salmueras concentradas y las sales. Como lo que se necesita a través de este proceso es la obtención de litio, se deben separar los demás minerales que contiene las salmueras concentradas, de manera de obtener litio en estado líquido. Este proceso se realiza en plantas de procesamiento, mediante precipitación y agregado de ciertos reactivos químicos, el Litio se obtiene como carbonato de litio, el cual debe tener una pureza mínima de 99,1% para que pueda ser comercializado[8]

### Ventajas

- La principal ventaja que se puede mencionar respecto a los demás métodos utilizados para la extracción del litio es el precio. Este método es el preferido por ser el más económico.
- En general, cuando se extrae el litio a través de las salmueras, estas se encuentran en los salares que están ubicados en lugares donde las condiciones climáticas son áridas, al ser desiertos, contribuyen a la evaporación, aminorando también los costos de producción.
- Las salmueras se concentran principalmente en tres países, Chile, Argentina y Bolivia, lo que beneficia a las relaciones internacionales, siendo también un beneficio para este tipo de extracción.

### Desventajas

- Como ocurre también con la minería metálica del cobre, oro, etc. Una de las principales desventajas de la explotación del litio por salmueras es el consumo y contaminación de agua y el impacto en la flora y fauna y la generación de residuos sólidos y químicos.

### REFERENCES

- [1] Lenntech. (2017). Propiedades Químicas del Litio. [Online]. Available: <https://www.lenntech.es/periodica/elementos/li.htm>
- [2] F. Aguilar & L. Zeller, Centro de derechos humanos y ambiente, "El Nuevo Horizonte Minero Dimensiones Sociales, Económicas y Ambientales", Córdoba, 2012.
- [4] R. Briones, H. Bosselin, G. Gutiérrez & J. Zagal, "El litio, mineral estratégico para la energía en Chile y el mundo", *elmostrador*, Diciembre 2017.
- [5] J.Díaz & D. Tapia. "Procedimiento de extracción de litio para la obtención de carbonato de litio, desde una salmuera o mineral y/o arcilla previamente tratado para estar libre de boro.", *Iholdi minerales*, Atacama, Chile, Inf. Inv. 2013.
- [6] COCHILCO (Comisión Chilena del Cobre) . Dirección de Estudios y Políticas Públicas. "Antecedentes para una Política Pública en Minerales

Estratgicos : Litio ( DE/12/09)

[7] F. Villalobos. "Por qué Argentina podría desplazar a Chile como el primer productor de litio del mundo?", *Emol*, vol. 12, pp. 6-7, Marzo 2017.

[8] C. Lagos, 'Antecedentes para una política pública en minerales estratégicos: Litio', Cochilo, Atacama, Chile, inf. inv. Diciembre 2009.

[9] F. Aguilar, & L. Zeller, Centro de derechos humanos y ambiente, "El Nuevo Horizonte Minero Dimensiones Sociales, Económicas y Ambientales", Córdoba, 2012.

[10] A. Manrique, "Explotación del Litio, producción y comercialización de baterías de litio en Argentina", 1<sup>a</sup> ed. Universidad Nacional de Mar del Plata, Mar del Plata, 2015.