

Extracción Directa de Litio (DLE) desde salmueras

Autor

Rafael Torres M.
Email: rtorres@bcn.cl
Tel.: (56) 32 226 3912

Comisión

Elaborado para la Comisión de
Minería y Energía del Senado

Nº SUP: 139123

Resumen

El litio es una materia prima fundamental para la transición energética renovable debido a su uso generalizado en baterías recargables y al despliegue de vehículos eléctricos. El proceso de extracción de litio consume cantidades significativas de agua y energía, y la minería del litio puede contaminar el aire y el agua con productos químicos y metales pesados, con las previsibles consecuencias ambientales.

Actualmente, la extracción de litio proviene exclusivamente de minerales de roca dura y salmueras continentales, siendo estos recursos más abundantes que aquellos. La tecnología evaporítica, utilizada actualmente para extraer litio de los depósitos de salmuera continentales, se basa en la evaporación al aire libre para concentrarla, tecnología que es intrínsecamente lenta, tardando de 10 a 24 meses, una rigidez que no permite responder a cambios de corto plazo en la demanda.

Por otra parte, la tecnología evaporítica no es aplicable a salmueras diluidas, razón por la que se están desarrollando tecnologías para explotar dichos recursos. Un conjunto de tecnologías llamadas Extracción Directa del Litio (DLE, por su nombre en inglés). En general existen tres tecnologías DLE básicas diferenciadas por los procedimientos químicos utilizados para separar el litio de la fase acuosa: Absorción; Intercambio Iónico y Extracción del Solvente.

Introducción

Este documento describe las tecnologías de extracción directa (DLE) y analiza las características de estas tecnologías respecto a la tradicional tecnología evaporítica utilizada en nuestro país.

Prólogo

El litio es una materia prima fundamental para la transición energética renovable debido a su uso generalizado en baterías recargables y al despliegue de vehículos eléctricos, cuyo stock alcanzó 11,3 millones en 2020, y se pronostica que hacia 2035 142 millones de vehículos eléctricos estarán en las

carreteras. El litio es una materia prima fundamental para la transición energética renovable debido a su uso generalizado en baterías recargables y al despliegue de vehículos eléctricos. Sin embargo, la implementación de políticas de extracción más sostenibles, permitirá un aumento de la demanda de hasta 40 veces hacia la misma fecha¹.

Las baterías de iones de litio son una tecnología clave para almacenar energía renovable, como la energía solar y eólica. Como tal, la minería de litio es un componente importante de la transición hacia una sociedad más sostenible.

Minería del Litio

Si bien la minería de litio tiene impactos ambientales y sociales, es –por ahora- fundamental para el desarrollo de energía limpia y de una sociedad más sostenible. Se deben hacer esfuerzos para desarrollar prácticas mineras más sostenibles y responsables y también para abordar las preocupaciones de las comunidades afectadas. Hacerlo, podrá garantizar que los beneficios de la minería de litio se maximicen al tiempo que se minimicen sus impactos negativos.²

Actualmente, la extracción de litio proviene exclusivamente de minerales de roca dura y salmueras continentales, siendo estos recursos más abundantes que aquellos. La tecnología evaporítica, utilizada actualmente para extraer litio de los depósitos de salmuera continentales, se basa en la evaporación al aire libre para concentrar la salmuera. Grandes volúmenes de agua, 100-800 m³ por tonelada de carbonato de litio -dependiendo del depósito- se pierden por evaporación, lo que genera preocupaciones sobre la sostenibilidad general del proceso. Además, la concentración por evaporación de la salmuera continental es intrínsecamente lenta, tardando de 10 a 24 meses, una rigidez que no permite responder a cambios de corto plazo en la demanda³.

Por otra parte, las salmueras continentales adecuadas están geográficamente restringidas, estimándose que el 50-85% de los depósitos de salmuera continentales ricos en litio se ubican en el Triángulo del Litio⁴, con China como la siguiente fuente más rica. Los minerales de roca dura también se concentran geográficamente, especialmente en Australia y China⁵.

La tecnología evaporítica no es aplicable a salmueras diluidas; inviabilidad debida a la diferente química, los plazos mucho más largos que se requerirían para una concentración exitosa y el que la mayoría de estos depósitos no están ubicados en regiones áridas, secas y calurosas⁶. Consecuentemente, se están desarrollando tecnologías para explotar estos recursos más diluidos para diversificar la producción de litio⁷. Estas nuevas tecnologías se denominan genéricamente “extracción directa de litio” (DLE, por su

¹ “Environmental impact of direct lithium extraction from brines” Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s43017-022-00387-5>. Agosto 2023.

² *Ibid.*

³ “Towards a low-carbon society: A review of lithium resource availability, challenges and innovations in mining, extraction and recycling, and future perspectives”. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S089268752030563X?via%3Dihub>. Agosto 2023.

⁴ Norte de Chile y Argentina y sur de Bolivia. (*N. del A.*)

⁵ “Producción mundial de Litio” Disponible en: <https://ingfx.thomsonreuters.com/gfx/editorcharts/CHILE-LITHIUM/0H001PGBB6JL/index.html>. Agosto 2023.

⁶ Lo que significa menor irradiación solar, es decir menor energía calórica para evaporar el agua de las salmueras. (*N. del A.*)

⁷ “Lithium recovery from diluted brine by means of electrochemical ion exchange in a flow-through-electrodes cell”. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0011916419315966>. Agosto 2023.

nombre en inglés), y podrían permitir el procesamiento de salmueras continentales y otras más diluidas evitando las piscinas de evaporación.

DLE abarca una amplia variedad de tecnologías, incluyendo, por ejemplo, procesos térmicos y electroquímicos. Para el proceso clave de captura o concentración de litio, se dispone de análisis químicos muy exhaustivos y datos cuantitativos. Los datos cuantitativos sobre el pre-procesamiento de salmuera nativa, que conduce a la viabilidad del proceso específico de DLE, son escasos o no están disponibles. A menudo también falta información sobre el post-procesamiento después del DLE⁸.

Desde luego, todos los aspectos del procesamiento de las salmueras deben ser considerados para una correcta estimación de los impactos ambientales y los costos involucrados. A partir de 2022, se han propuesto varios métodos avanzados de DLE que producen notables eficiencias. En consecuencia, es oportuno conocer las nuevas tecnologías DLE para la extracción del Litio.

Las tres principales familias para la extracción directa del Litio (DEL)

Inventada por John Burba, la tecnología DLE en lo esencial afirma que -vía el uso de un absorbente selectivo optimizado- puede extraer Litio de alta pureza, desde salmueras de dicho elemento para la producción de baterías a bajo costo, sin degradar el medio ambiente⁹.

1. Absorción.-

La primera familia de las tecnologías DLE es la Absorción. En ella, las moléculas de cloruro de litio en el agua de la salmuera se solubilizan físicamente en el solvente y luego se separan con un agente precipitante. Dado que se utiliza agua para recuperar el cloruro de litio, no se necesitan reactivos con una eficiencia de extracción de litio superior al 90%. Por lo general, hay una producción de cloruro de litio de alta calidad, y generalmente se requieren temperaturas superiores a 50 °C¹⁰.

2. Intercambio Iónico.-

La siguiente familia de la tecnología DLE es la de Intercambio Iónico (Ion-Exchange). Los iones de litio en el agua de salmuera se absorben en material de iones sólidos y luego se intercambian por otro ion positivo. Esta tecnología es excelente porque hay una alta concentración de litio en la solución y se minimiza el riesgo de contaminación por impurezas, pero también hay baja eficiencia de extracción, altos costos de OPEX debido a las numerosas etapas de alternación de condiciones ácidas y básicas, y la probabilidad no nula de degradación en condiciones ácidas¹¹.

3.- Extracción de Solvente

Esta tecnología contempla el paso de la salmuera a través de una fase con propiedades adsorbentes¹² o de intercambio iónico, para extraer el cloruro de litio desde la salmuera.

Esta tecnología tiene el potencial de producir altas concentraciones de litio a partir de la salmuera, sin embargo, los solventes orgánicos son ambientalmente desafiantes y solo funcionan con bajas

⁸ "THE 3 MAIN FAMILIES OF DLE TECHNOLOGIES". Disponible en: <https://www.ibatterymetals.com/insights/the-3-main-families-of-dle-technologies>. Agosto 2023

⁹ *Ibidem*.

¹⁰ *Ibidem*.

¹¹ *Ibidem*.

¹² Adsorción: Es la capacidad de todas las sustancias sólidas de atraer a sus superficies moléculas de los gases o soluciones con las cuales están en contacto. Las características físicas de la unión dependerán de las características físicas de los componentes. (N. del A.)

concentraciones de calcio y magnesio. También hay riesgos de incendio con las salmueras de alta temperatura y esta tecnología es inherentemente costosa¹³.

Impactos en el mercado del Litio

Según Battery Metals en la medida que la tecnología actualiza y optimiza la industria minera del litio, se produce litio de mayor calidad a un costo menor con menos tiempo de comercialización. La demanda de litio crece constantemente junto con la adopción de prácticas de energía limpia y la producción de vehículos eléctricos¹⁴.

Con la producción, la demanda y la innovación aumentando en el espacio del litio, muchos inversores han tomado nota y han respaldado financieramente a las empresas de litio a medida que el mundo examina los impactos ambientales y las huellas de carbono de las corporaciones de todo el mundo¹⁵.

La sostenibilidad y la viabilidad económica de las iniciativas de energía verde penetran en otros mercados e industrias. Por ejemplo, LITH Token es un token de criptomoneda basado en litio que incentiva las prácticas sostenibles en los negocios y ofrece recompensas por compras de energía verde, como paneles solares y vehículos eléctricos.

Nota aclaratoria

Asesoría Técnica Parlamentaria, eestá enfocada en apoyar preferentemente el trabajo de las Comisiones Legislativas de ambas Cámaras, con especial atención al seguimiento de los proyectos de ley. Con lo cual se pretende contribuir a la certeza legislativa y a disminuir la brecha de disponibilidad de información y análisis entre Legislativo y Ejecutivo.



Creative Commons Atribución 3.0
(CC BY 3.0 CL)

¹³ Op.Cit. "THE 3 MAIN FAMILIES OF DLE TECHNOLOGIES".

¹⁴ *Ibid.*

¹⁵ *Ibid.*