

# TECNOLOGÍAS EDL: PROS Y CONTRAS

Conozca las ventajas ambientales y productivas, así como los potenciales impactos, de los procesos de extracción directa de litio (EDL) frente a los métodos de evaporación que hoy se emplean en Chile.



**D**el litio mucho se ha dicho, se está diciendo y se dirá cada vez más en Chile. Y cómo no, si en el Salar de Atacama está el yacimiento en operación, a partir de salmueras continentales, más grande a nivel mundial. Además, este mineral es una materia prima fundamental para la transición energética por su uso masivo en baterías recargables y el impulso que da a la electromovilidad.

Las anteriores son dos razones de peso para que, desde hace más de un año, nuestro país esté trabajando en la implementación de la Estrategia Nacional del Litio, un conjunto de medidas que buscan incorporar

capital, tecnología y sostenibilidad para agregar valor a esta industria en armonía con las comunidades y el resguardo del medio ambiente.

Esos objetivos no son casuales, ya que, por ejemplo, *“el proceso de extracción de litio consume cantidades significativas de agua y energía, y su minería puede contaminar el aire y el agua con productos químicos y metales pesados, con las previsibles consecuencias ambientales”*, señala un reciente informe elaborado para la Comisión de Minería y Energía del Senado.

El documento precisa que el método empleado actualmente en Chile para extraer litio es la tecnología evaporítica. *“Se basa en la evaporación de la*

salmuera al aire libre para su concentración, tecnología que es intrínsecamente lenta al tardar de 10 a 24 meses, una rigidez que no permite responder a cambios de corto plazo en la demanda. Además, no es aplicable a salmueras diluidas, por la que se están desarrollando tecnologías de extracción directa del litio (EDL)", revela.

Añade que existen tres tecnologías EDL básicas que se diferencian por los procedimientos químicos utilizados para separar el litio de la fase acuosa: absorción, intercambio iónico y extracción del solvente.

El Dr. Humberto Estay, subdirector del Centro Avanzado de Tecnología para la Minería (AMTC) de la Universidad de Chile, complementa: "Esos tres procesos son hasta ahora los con mayor desarrollo tecnológico. Hay varias compañías que ya cuentan con plantas piloto y realizan pruebas con salmueras reales. Si bien no hay mucha información pública, se sabe que hay resultados promisorios en términos de validación de eficiencias y operatividad de las tecnologías".

Para Cristóbal de la Maza, Director de Postgrado de la Facultad de Economía y Gobierno de la Universidad San Sebastián (USS), "todas las tecnologías son alternativas en este momento, aunque su desarrollo está en etapas tempranas y aún requieren su implementación a escala".

A juicio del ex Superintendente del Medio Ambiente, proyectos EDL híbridos, con tecnologías de evaporación que potencien su eficiencia mediante sistemas de extracción directa, "nos permitirían avanzar en la dirección correcta y generar antecedentes suficientes para estudiar el desempeño real de las tecnologías EDL".

## IMPORTANTES BENEFICIOS

¿Qué ventajas productivas y ambientales podrían tener las tecnologías EDL frente a los métodos convencionales que hoy se ocupan en Chile?

Humberto Estay responde: "Implican un aumento de la eficiencia de producción de litio desde menos del 50% en el proceso actual hasta sobre 90%; la reducción significativa del tiempo de procesamiento de meses a unas pocas horas, lo que permite tener instalaciones de menor tamaño; y la producción de sales de litio en una menor cantidad de etapas u operaciones unitarias".

Agrega que esos atributos productivos determinan beneficios ambientales como "evitar la pérdida de agua por evaporación, con la posibilidad teórica de mantener los niveles freáticos del salar y su balance hídrico sin impactos; poder aumentar la producción de litio sin elevar la extracción de salmuera;



## El proceso LiSa

Una tecnología de destilación y cristalización por membranas (LiSa), que podría complementar las tecnologías EDL, desarrolla actualmente el AMTC. Humberto Estay, que lidera la iniciativa, informa que "estamos en la etapa de diseño de la planta piloto para poder operar en dicha escala a fines de 2025 o principios de 2026. Dado que LiSa permite producir agua fresca de alta calidad desde salmueras y las tecnologías EDL requerirán de este insumo, nuestro proceso puede aportarla sin generar un consumo adicional de fuentes continentales o de agua desalada. El objetivo es establecer un circuito cerrado de agua en los procesos".

El investigador añade que la tecnología en desarrollo podría también tratar los efluentes resultantes de los procesos EDL para controlar impurezas, apuntando a una descarga cero de líquidos. "Si bien serán caudales menores, los proyectos deberán proponer soluciones para dichas corrientes acuosas. En ese sentido, el proceso LiSa podría ser una opción que a su vez recupera agua desde esos flujos", concluye.





*"Dependiendo la tecnología EDL se requieren consumos de agua fresca, en algunos casos de alta calidad y mayores a los empleados actualmente", señala Humberto Estay.*



*Sobre la reinyección de salmueras en los salares, Cristóbal de la Maza indica que "no se conoce efectivamente su posible impacto medioambiental".*



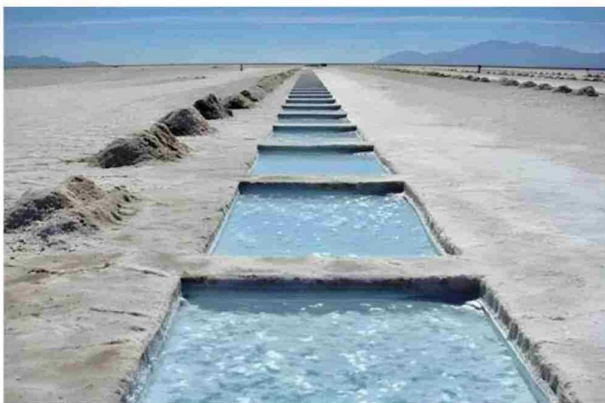
→ y un menor impacto visual y ambiental en el salar, ya que no se requieren las grandes áreas que hoy se emplean en piscinas de evaporación".

De manera coincidente, Cristóbal De la Maza plantea que las potenciales ventajas ambientales de los procesos EDL "son un uso más eficiente de los recursos hídricos y del territorio al requerir menor espacio en su operación. Además, podrían acelerar el proceso productivo, permitiendo una mayor producción en menor tiempo. No obstante, esto muchas veces requiere, dependiendo de la tecnología, del uso de sustancias químicas o un mayor empleo de energía, lo que genera más costos".

## REINYECCIÓN DE SALMUERA

Una de las principales dudas en torno al uso de estas tecnologías es el impacto que puede tener la reinyección de las salmueras en los salares, ¿qué efectos ambientales podría generar esta práctica y cómo se podrían mitigar?

Al respecto, el académico de la USS señala que, aunque existen experiencias en otros países, "no se conoce efectivamente su posible impacto medioambiental en los salares, que son ecosistemas únicos y muy frágiles a cualquier perturbación. En el límite, una falla en el sistema de reinyección podría alterar el balance hidroggeoquímico de un salar, afectar su dinámica y generar eventuales consecuencias negativas sobre flora, fauna, fungi y/o bacterias. Para prevenir esta situación se debe exigir el uso de las mejores técnicas disponibles y su implementación segura, incluyendo lo relativo a frecuencia y presión de bombeo, y un monitoreo ambiental intensivo en tiempo real que permita reaccionar con rapidez".



Las tecnologías EDL ayudarían a reducir la pérdida de agua que se da en los procesos evaporativos.

Por su parte, Humberto Estay explica que las dudas que existen en torno a la reinyección de las salmueras son variadas: desde la posible disolución de sales que forman parte de la estructura del salar, lo que se traduciría en impactos estructurales, hasta la dilución con salmueras ricas en litio y la eventual contaminación con compuestos químicos remanentes de los procesos EDL. "En todos estos casos se requiere hacer estudios e investigaciones que permitan predecir potenciales impactos, para definir acciones de mitigación adecuadas, ya que sin un diagnóstico correcto las medidas pueden ser inertes o provocar impactos adicionales", advierte.

Añade que los procesos de extracción directa del litio "deberían poder predecir de una forma muy acertada la calidad química de las salmueras de retorno a reinyección, para evaluar la necesidad de etapas adicionales que impidan la contaminación de los acuíferos salinos".

Asimismo, el investigador del AMTC indica que hay empresas realizando estudios, "pero lamentablemente no son públicos y para que a nivel estatal se definan políticas o criterios de evaluación ambiental se requiere información de base. Esto se debe construir en poco tiempo para no trabar proyectos por falta de criterios de evaluación y no generar impactos ambientales no visualizados en proyectos que se vayan a ejecutar".

## OTROS IMPACTOS

Los procesos de extracción directa de litio también pueden generar otras externalidades ambientales negativas.

Estay detalla: "Dependiendo la tecnología EDL se requieren consumos de agua fresca, en algunos casos de alta calidad y mayores a los empleados actualmente. Esto implicará que cada proyecto deba definir el abastecimiento de agua fresca a su proceso desde fuentes continentales, que suelen ser escasas, u otras, por lo que tendrá que evaluarse el uso de agua desalada, sobre todo su calidad y mezcla en un ambiente diferente. Además, los consumos de energía pueden ser importantes considerando que el proceso actual utiliza mucha energía solar para evaporar, pero que se cuantifica, es directa (no requiere instalaciones de transferencia o transformación de energía) y gratis".

En el mismo sentido, Cristóbal De la Maza puntualiza que "estas tecnologías, en general, necesitan una porción de agua fresca, por lo que hay que considerar la existencia de fuentes que permitan su consumo. El intercambio iónico, en particular, requiere además del uso de químicos que pueden alterar la composición de la salmuera. Y los sistemas de absorción podrían necesitar, en algunos casos, variar la temperatura de la salmuera, alterándola respecto a su composición natural. Todo esto puede eventualmente modificar el medio físico y químico del salar durante la fase de reinyección de salmuera. De ahí la importancia que estas soluciones se sometan a una evaluación ambiental intensiva para definir las medidas de mitigación de riesgos más idóneas". 