

Justicia Ambiental en el Valle de Litio de California

Comprender los impactos potenciales de la extracción directa de litio de la salmuera geotérmica.

Un documento para la formación comunitaria

FEBRERO 2024



EARTHWORKS



Justicia Ambiental en el Valle de Litio de California

Comprender los impactos potenciales de la extracción directa de litio de la salmuera geotérmica.

Un documento para la formación comunitaria

Febrero 2024

AGRADECIMIENTOS

El presente informe ha sido redactado por Jared Naimark. La investigación ha corrido a cargo de Kenneth Larsen, la edición de Brendan McLaughlin y el diseño de Creative Geckos. El informe fue revisado por los expertos John Hadder (Great Basin Resource Watch), James J.A. Blair (Cal Poly Pomona) y Steven H. Emmerman (Malach Consulting). Agradecemos a todas las personas del Comité Cívico del Valle y el personal y socios de Earthworks que aportaron su orientación y retroalimentación esencial.

ACERCA DEL COMITÉ CÍVICO DEL VALLE

El Comité Cívico del Valle (CCV) fue fundado sobre la base del principio que «las personas informadas crean comunidades saludables» y continúa incorporando esa visión en todos sus socios, investigación y acción cívica. CCV es una organización sin fines de lucro 501 (c)(3) con experiencia y logros importantes que se remontan a nuestros orígenes como movimiento de base en 1987. Nuestra organización fue fundada en el Condado de Imperial, California, con la misión de mejorar la vida de las comunidades desfavorecidas mediante la información, educación, y participación cívica.

CCV es miembro de la Coalición Comunitaria del Valle del Litio (Lithium Valley Community Coalition, LVCC). La LVCC es una coalición de diferentes organizaciones que representan a las comunidades excluidas, comunidades rurales, sindicatos, esfuerzos por la justicia ambiental y las personas en todo el Valle Imperial que alzan sus voces a favor de un futuro justo y equitativo para el Valle de Litio. La LVCC sueña con una región con oportunidades económicas abundantes para las comunidades que históricamente han estado en desventaja, con un compromiso de equilibrar el daño cero al medio ambiente con la promoción de los objetivos ambiciosos de California sobre el clima. La LVCC trabaja por satisfacer las necesidades de las comunidades del Valle de Litio, de forma equitativa, respetuosa con el medio ambiente y consciente de la comunidad. El objetivo de la LVCC es garantizar que las comunidades desfavorecidas tengan representación equitativa, con voz y voto en la toma de decisiones.

ACERCA DE EARTHWORKS

Earthworks es una organización sin fines de lucro dedicada a proteger comunidades y el medio ambiente de los impactos adversos del desarrollo minero y energético, promoviendo soluciones sostenibles. Trabajamos con comunidades y grupos de base para reformar políticas gubernamentales, mejorar prácticas empresariales, influir en decisiones de inversión y promover el suministro y consumo responsable de materiales. Exponemos y buscamos evitar los impactos de las industrias mineras y energéticas sobre la salud, el medio ambiente, la economía, sociedad y cultura de un trabajo fundamentado en ciencia sólida.

Foto de portada y foto actual: Comité Cívico del Valle
Diseño gráfico por CreativeGeckos.com



EARTHWORKS

EARTHWORKS • 1612 K St. NW, Suite 904 Washington, D.C., USA 20006
earthworks.org • Informe disponible en: earthworks.org/lithium-valley |
Earthworks se dedica a proteger a las comunidades y el medio ambiente de los impactos adversos del desarrollo minero y energético, promoviendo soluciones sostenibles.



COMITÉ CÍVICO DEL VALLE • 235 Main Street Brawley, CA 92227 • ccvhealth.org
Fundado en el Condado de Imperial, California, con base en el principio que «Las personas informadas construyen comunidades saludables», con la misión de mejorar la vida de las comunidades desfavorecidas mediante la información, educación, y participación cívica.

Consulte en informe en línea:
earthworks.org/lithium-valley

Contenidos

Agradecimientos.....	2
Glosario.....	4
Resumen Ejecutivo.....	6
Introducción.....	9
Propósito del este Documento	12
Justicia Ambiental y Participación Comunitaria	12
Derechos de los Pueblos Indígenas.....	13
Revisión Bibliográfica.....	14
Generalidades de las Salmueras de Litio.....	14
Salmueras Geotérmicas del Mar de Salton.....	16
Centrales Geotérmicas.....	17
Panorama General de la Extracción Directa de Litio	20
Propuestas de Extracción Directa de Litio en el Mar de Salton.....	21
Impactos Medioambientales Potenciales.....	23
Calidad del Aire.....	23
Consumo de Agua	25
Degradación del Mar de Salton.....	27
Residuos y Materiales Peligrosos.....	29
Actividad Sísmica.....	31
Conclusión.....	32
Referencias.....	34

Listado de Tablas

- Consumo estimado de agua dulce por proyectos de extracción directa de litio en el Valle Imperial.....25

Listado de Figuras

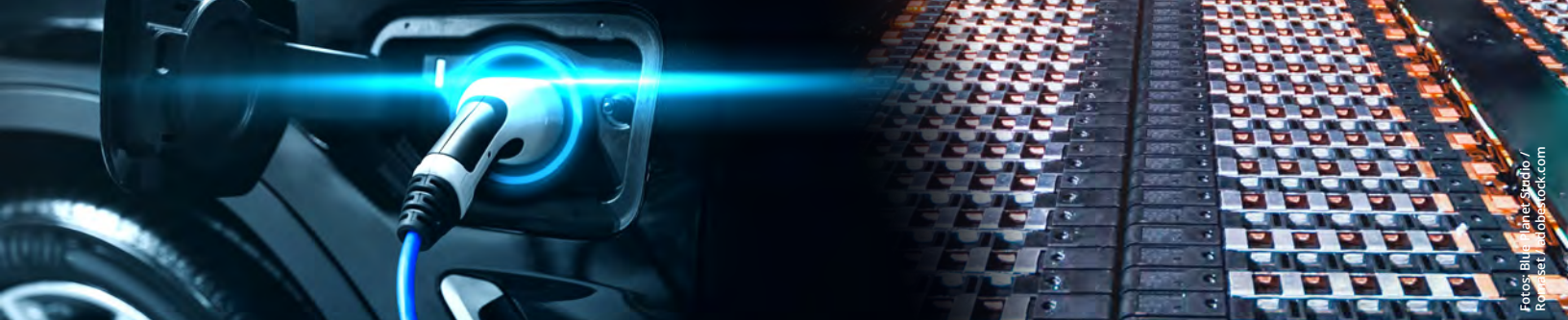
- Mapa del Valle de Litio 8
- Mapa detallado del Valle de Litio y el Mar de Salton.....11
- Proceso de concentración de litio en salar.....15
- Litio disuelto en salmuera en el área de recursos geotérmicos conocidos del Mar de Salton.....16
- Vista general de una central geotérmica.....17
- Centrales geotérmicas propuestas y operativas del área zona de recursos geotérmicos conocidos del Mar de Salton.....18
- Central geotérmica de cámara flash.....19
- Sistema geotérmica mejorada mediante la fracturación hidráulica ("fracking").....19
- Extracción directa de litio de salmuera geotérmica.....20
- Fuentes de contaminación de aire en el Valle Imperial.....28
- Contaminación por partículas por el retroceso del Mar de Salton.....28



Glosario

BHER	Berkshire Hathaway Energy Renewables Empresa que opera diez centrales geotérmicas en El Valle Imperial y está probando una tecnología de extracción de litio.
CEQA	Ley de Calidad Medioambiental de California [California Environmental Quality Act] Ley de California que obliga a los organismos públicos y las administraciones locales a evaluar y divulgar los impactos medioambientales de los proyectos de desarrollo.
CPLI	Consentimiento Libre, Previo e Informado Derecho internacionalmente reconocido de los pueblos indígenas en relación con los proyectos que afectan a sus tierras, territorios, recursos y patrimonio cultural. Esto incluye el derecho a decir «no» ante un proyecto.
CTR	Controlled Thermal Resources Empresa que propone construir la central geotérmica «Hell's Kitchen» y una instalación de extracción de litio en El Valle Imperial.
ECL	Equivalente de Carbonato de Litio Estándar para comparar la cantidad de litio apto para baterías que puede producir un yacimiento, suponiendo una recuperación del 100%.
EDL	Extracción Directa de Litio Tipo de extracción propuesta en El Valle Imperial, que utiliza un proceso químico o físico para extraer el litio de la salmuera.
EGS	Sistema Geotérmico Mejorado Técnica de perforación de pozos geotérmicos mediante la inyección de fluido a presión, similar al “fracking”.
EPA	Agencia de Protección Ambiental [Environmental Protection Agency] Agencia gubernamental estadounidense encargada de la protección del medio ambiente.
ESM	ES Minerals / EnergySource Minerals Empresa que proyecta construir instalaciones de extracción de litio en la central John L. Featherstone (Hudson Ranch 1).
HCl	Ácido clorhídrico Material peligroso utilizado en el proceso de extracción del litio.
ICAPCD	Distrito de Control de la Contaminación Atmosférica del Condado Imperial Organismo del Condado de Imperial que establece normas de calidad del aire y requisitos de mitigación para proyectos de desarrollo.
IIA	Informe de Impacto Ambiental Informe en el que se analizan los impactos de un proyecto propuesto sobre el medio ambiente y se esbozan formas de evitarlos o minimizarlos.

IID	Distrito de Riego de Imperial Distrito de riego y empresa de servicios públicos que suministra agua a el Valle Imperial, incluidos los proyectos de litio propuestos.
ILiAD	Adsorción y Desorción Integrada de Litio Tecnología patentada que EnergySource Minerals tiene previsto utilizar para extraer litio de salmueras geotérmicas.
LVC	Comisión del Valle del Litio Comisión encargada de analizar el potencial de extracción de litio en California y de hacer recomendaciones a la legislatura estatal.
MW	Megavattios Unidad de potencia igual a un millón de vatios, utilizada para medir la producción de las centrales eléctricas.
OIT	Organización Internacional del Trabajo Agencia de las Naciones Unidas que establece normas laborales para promover la justicia social y económica.
PEIR	Informe programático de impacto ambiental Informe que analiza los impactos ambientales acumulativos de un plan de uso del suelo que incluye múltiples proyectos propuestos, en lugar de examinarse proyecto por proyecto.
Planta geotérmica	Central eléctrica que extrae calor de la tierra para producir electricidad con bajas emisiones de carbono.
PM	Partículas en suspensión Pequeñas partículas, como el polvo, que contribuyen a la contaminación atmosférica y son perjudiciales para la salud humana.
Salar	Cuenca hidrográfica endorreica donde a menudo se encuentra litio disuelto en salmuera.
SSKGRA	Área de Recursos Geotérmicos Conocidos del Mar de Salton La zona de la orilla sur del Mar de Salton donde se sabe que existe un alto potencial de energía geotérmica y se están proponiendo proyectos de extracción de litio.
VE	Vehículo eléctrico Vehículo propulsado por un motor eléctrico que obtiene energía de una batería.



Resumen Ejecutivo

La demanda de litio, componente esencial en las baterías para vehículos eléctricos, va en ascenso. Los vehículos eléctricos son importantes para la transición para abandonar los combustibles fósiles. No obstante, hay impactos sociales y ambientales negativos ya documentados de la minería de litio. El Valle Imperial, en el sur de California, alberga uno de los depósitos de litio más grandes del mundo, por lo que ha sido bautizado como el «Valle de Litio». Aquí, el litio se encuentra disuelto en la salmuera subterránea que se utiliza para generar electricidad en las centrales geotérmicas de la orilla sur del Mar de Salton.

La técnica de extracción directa de litio se ha promovido como un método más amigable con el medio ambiente que otros tipos de minería de litio, pero nunca se ha empleado a escala comercial. Las comunidades del Valle Imperial han planteado serias dudas acerca de los impactos potenciales a la tierra, el aire, el agua y la salud pública.

El objetivo del presente informe es educar a las comunidades de primera línea y al público general acerca de los impactos ambientales potenciales de la extracción de litio del Valle Imperial. Esto es importante desde la óptica de la justicia ambiental; las comunidades desfavorecidas que viven cerca de los proyectos de litio propuestos desde ya, sufren de forma desproporcionada la contaminación del aire y otras amenazas ambientales para la salud. Además, las comunidades indígenas han expresado su preocupación acerca de los impactos potenciales a los sitios culturales del Mar de Salton.

El presente informe se fundamenta en una revisión de la literatura académica, documentos gubernamentales y documentos públicos relacionados a los proyectos específicos de litio.

El litio se ha producido convencionalmente a partir de la minería en yacimientos de roca, principalmente en Australia, o de la evaporación de salmueras de salinas, principalmente en Sudamérica. En El Valle Imperial, el litio se encuentra en las salmueras calientes a más de 1,500 pies bajo tierra, en el Área de Recursos Geotérmicos Conocidos de la orilla sur del Mar de Salton. Hay 11 centrales geotérmicas que actualmente generan vapor a partir de la salmuera caliente, para producir energía con bajas emisiones de carbono. Los proyectos de extracción directa de litio aprovecharían tecnologías como el intercambio iónico y adsorción para extraer el litio de forma directa de la salmuera, antes de su reinyección a los pozos profundos del reservorio geotérmico. Actualmente, hay tres empresas que se encuentran en diferentes fases de desarrollo de proyectos de extracción de litio en El Valle Imperial, utilizando tecnologías propias de extracción directa de litio:

- Berkshire Hathaway Energy Renewables Minerals,
- Controlled Thermal Resources, y
- EnergySource Minerals.

Aunque es importante analizar de forma individual los impactos ambientales en cada sitio, nuestra revisión identifica 5 áreas de impacto potencial a considerar:

1 CALIDAD DEL AIRE: La construcción y operación de las instalaciones de litio y geotérmicas en El Valle Imperial podrían generar repercusiones para la calidad de aire — que ya se ha degradado — debido a la emisión de partículas, gases de efecto invernadero y cloruro de hidrógeno. Aunque lo más probable es que los niveles no alcancen los umbrales mínimos legales que exigen medidas de mitigación de parte del proyecto, será importante analizar los impactos acumulativos a medida que se siga desarrollando el «Valle de Litio», incluyendo los derivados del desplazamiento de vehículos, las plantas de baterías y otra infraestructura.

2 CONSUMO DE AGUA DULCE: Los proyectos de extracción de litio aprovecharán agua del Río Colorado para fines de enfriamiento y procesamiento. Por ejemplo, EnergySource Minerals anticipa que sus operaciones consumirán 4.2 millones de metros cúbicos de agua para producir 19,000 toneladas métricas de hidróxido de litio al año durante 30 años. Eso equivale aproximadamente a la cantidad que se necesitaría para cubrir 9 canchas de fútbol americano con 30 centímetros de agua, todos los días. Si bien la industria suele hacer comparaciones favorables de los ahorros comparativos con la extracción directa de litio frente a las operaciones sudamericanas, estas comparaciones son difíciles de verificar por la falta de fuentes de datos transparentes. No obstante, se debe analizar el consumo de agua dulce en el contexto del cambio climático y los recortes potenciales a la asignación de aguas del Río Colorado en El Valle Imperial. Si la industria de litio se expande hasta la capacidad planificada, sobrepasará los niveles de agua actualmente concedidos por el Distrito de Riego del Valle Imperial para uso no agrícola.

Será importante analizar los impactos y contaminación acumulativos a medida que se siga desarrollando el «Valle de Litio», incluyendo los derivados del desplazamiento de vehículos, las plantas de baterías y otra infraestructura.

3 DEGRADACIÓN DEL MAR DE SALTON: El Mar de Salton es un lago terminal — un lago sin salida — alimentado por el drenaje de los campos agrícolas. Debido a la transferencia de aguas del Valle Imperial hacia las zonas urbanas, la evaporación ahora supera la afluencia, por lo que el Mar de Salton se encoge rápidamente, dejando al descubierto polvos nocivos contaminados por pesticidas y fertilizantes. Si el agua se desvía de la agricultura para la producción de litio, puede acelerarse este encogimiento. El consumo de agua dulce por los proyectos de extracción de litio también podría limitar las opciones de restauración de la zona del Mar de Salton, incluyendo la transferencia voluntaria del agua del Río Colorado en coherencia con las recomendaciones de un panel de expertos independientes. En este contexto, el consumo de agua de los proyectos de litio debe analizarse y planificarse de forma cuidadosa para evitar un aporte indirecto al desmejoramiento de la calidad de aire por medio de la exposición del lecho del Mar de Salton.

4 MATERIALES Y DESPERDICIOS PELIGROSOS: Actualmente, las operaciones geotérmicas de la región minimizan los residuos al re-inyectar la salmuera gastada en el mismo yacimiento geotérmico de donde procedió. Esta práctica continuará con la incorporación de la tecnología de extracción directa de litio. Sin embargo, además del litio, hay otros elementos disueltos en la salmuera que se concentrarán en los filtros, formando una torta de filtración que debe eliminarse. Estos residuos pueden incluir metales pesados nocivos para la salud humana, como el arsénico, plomo y cadmio. Por ejemplo, EnergySource Minerals estima que el 90% de sus residuos no serán peligrosos y que se eliminarán en California, mientras el 10% de los desperdicios serán peligrosos y deben disponerse en Arizona. Serán fundamentales las pruebas del contenido de los residuos y su divulgación, así como el almacenamiento y transporte adecuados.



5 ACTIVIDAD SÍSMICA: Es poco probable que la propia extracción de litio tenga un impacto sobre la actividad sísmica de la zona. Sin embargo, el éxito comercial de los proyectos exitosos de aprovechamiento de litio podría conducir a mayor desarrollo en esta zona sísmicamente activa. Hay opiniones encontradas dentro de la literatura científica acerca del impacto que el desarrollo geotérmico puede tener para la sismicidad, por lo que se trata de un área que requiere mayor estudio. Los nuevos pozos perforados con sistemas geotérmicos mejorados, parecidos al “fracking”, podrían tener un impacto en la inducción de la actividad sísmica. La zona del Valle Imperial ya tiene una línea base de riesgo sísmico, por lo que la infraestructura para la extracción de litio debe diseñarse para cumplir con estándares altos de seguridad antisísmica.

Los impactos ambientales de la extracción directa de litio en El Valle Imperial podrían resultar menos dañinos que la minería de roca dura o por evaporación. No obstante, todavía hay daños potenciales que deben ser evitados y mitigados. Para promover la justicia ambiental, las comunidades deben tener consciencia de estos impactos potenciales y poder participar plenamente en el proceso de revisión ambiental.



FIGURE 1: A la derecha, el “Valle de Litio” se muestra en el círculo punteado rojo.



Reunión a distancia de la Comisión del Valle del Litio en Calipatria, California. Se organizaron reuniones virtuales para permitir la participación de los residentes del Valle del Litio y otras comunidades circundantes en las audiencias de la Comisión.

Foto: Comité Cívico del Valle

Introducción

Se espera que la demanda de litio aumente dramáticamente en los próximos años, debido en gran medida a su uso en baterías para vehículos eléctricos (VE), que están en auge. La necesidad de litio también parte del objetivo del Estado de California de que todos los vehículos nuevos sean emisiones-cero antes de 2035. Se prevé que la demanda de litio crezca al 280% de las reservas actuales para el año 2050, y que el suministro proceda principalmente de la extracción nueva (Dorminish et al., 2019). Esta proyección no es inamovible. El reciclaje mejorado podría compensar el 25% de la nueva minería de litio (Dominish et al., 2021) y la demanda del litio nuevo producto de la minería podría reducirse aún más con el cambio hacia baterías más pequeñas y las esquemas que no priorizan la tenencia privada de vehículos (Riofrancos et al., 2023).

La nueva extracción de litio se está promoviendo agresivamente en todo el mundo así como en los Estados Unidos, donde existe tan solo un sitio activo de extracción de litio, en la mina Silver Peak de Nevada. La mayoría del litio que se extrae hoy en día procede de Australia y Chile; luego es refinado e incorporado a la fabricación de baterías en China. Por esta razón, los Estados Unidos ha designado al litio como «mineral crítico» para la seguridad nacional, promoviendo la minería nacional de litio como medida para minimizar el riesgo de interrupciones en la cadena de suministros (Riofrancos, 2023). Por ejemplo, la Ley de Reducción de la Inflación de 2022 contiene disposiciones que hacen que los créditos fiscales para vehículos eléctricos dependan del litio procedente de Estados Unidos (o de países con acuerdos de libre comercio). La probabilidad de la estabilidad de precios altos y los subsidios gubernamentales ha provocado una ola de especulación en nuevos proyectos de litio en los Estados Unidos, en los que las empresas mineras y sus inversionistas esperan obtener enormes beneficios.

Los Estados Unidos ha designado al litio como «mineral crítico» para la seguridad nacional, promoviendo la minería nacional de litio como medida para minimizar el riesgo de interrupciones en la cadena de suministros. La Ley de Reducción de la Inflación de 2022 contiene disposiciones que hacen que los créditos fiscales para vehículos eléctricos dependan del litio procedente de Estados Unidos.



La probabilidad de la estabilidad de precios altos y los subsidios gubernamentales ha provocado una ola de especulación en nuevos proyectos de litio en los Estados Unidos, en los que las empresas mineras y sus inversionistas esperan obtener enormes beneficios.

Foto: scharfsinn86/stock.adobestock.com

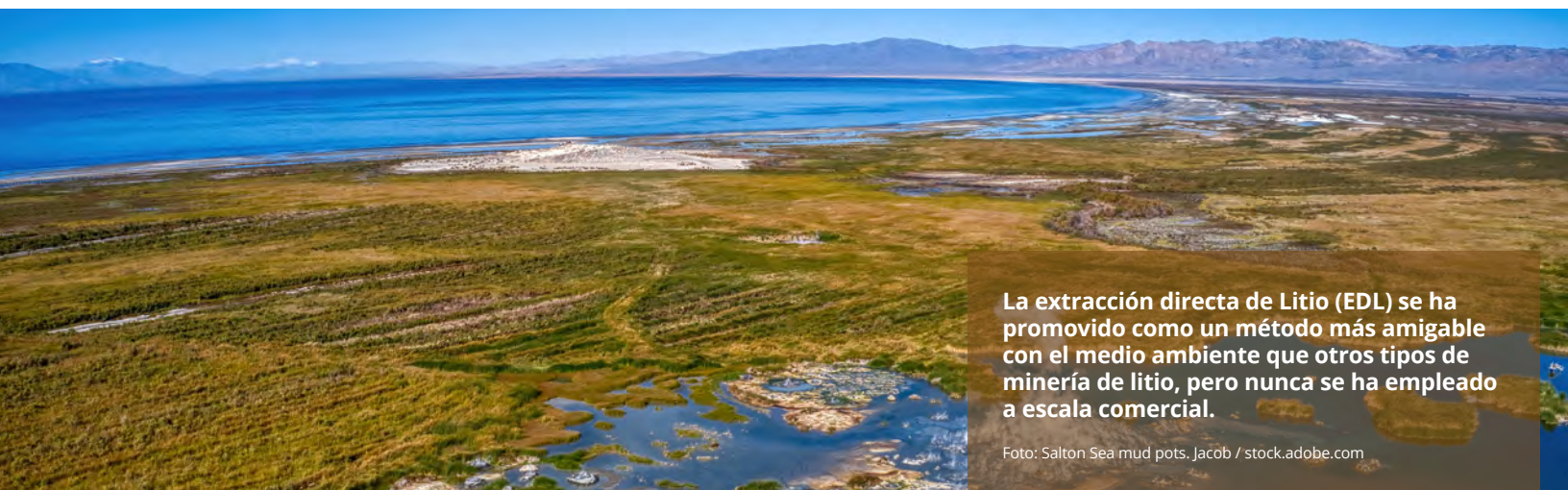
Los vehículos eléctricos se consideran parte importante del abanico de soluciones para la transición de los combustibles fósiles hacia una economía con bajas emisiones de carbono. Además, en su mayoría, las baterías de los vehículos eléctricos son de iones de litio. La extracción de litio, tanto por medio de la minería de roca dura como la evaporación de salmueras, tiene impactos sociales y ambientales negativos ampliamente documentados (Blair et al., 2022; Earthworks 2021b):

- 1 Creación de estrés hídrico en ambientes áridos, con la consiguiente contaminación del aire y el agua;**
- 2 Violación de los derechos de los pueblos indígenas al no respetar su derecho al Consentimiento Libre, Previo e Informado (CLPI);**
- 3 Profanación de paisajes sagrados.**

La gobernanza minera insuficiente y anticuada complica este escenario aún más. Por ejemplo, la minería de roca dura en tierras públicas en los Estados Unidos se rige por la Ley de Minería de 1872, legislación profundamente anticuada y defectuosa. Esta ley, que se aprobó para fomentar el asentamiento sobre tierras indígenas en el occidente del país, no incluye disposiciones ambientales, no exige regalías y prioriza a la minería como el mejor uso de las tierras públicas (Earthworks 2021a).

El Valle Imperial, en el sur de California, alberga uno de los depósitos de litio más grandes del mundo, por lo que ha sido bautizado por inversionistas y desarrolladores potenciales como el «Valle de Litio».

Este litio, junto con muchos otros elementos, se encuentra disuelto en la salmuera caliente a gran profundidad bajo tierra. Esta salmuera actualmente se extrae por medio de pozos geotérmicos para generar electricidad en 11 centrales, antes de re-inyectarse nuevamente al reservorio geotérmico subterráneo. Actualmente, tres empresas están desarrollando proyectos para extraer litio en centrales geotérmicas nuevas y existentes mediante tecnologías de extracción directa de litio (EDL). EDL hace referencia a un conjunto de procesos físicos y químicos para extraer el litio de forma directa de la salmuera, similar al proceso en el cual un ablandador de agua elimina los minerales. La técnica de EDL se ha promovido como un método más amigable con el medio ambiente que otros tipos de minería de litio, pero nunca se ha empleado a escala comercial Paz et al., 2022).



La extracción directa de Litio (EDL) se ha promovido como un método más amigable con el medio ambiente que otros tipos de minería de litio, pero nunca se ha empleado a escala comercial.

Foto: Salton Sea mud pots. Jacob / stock.adobe.com

Se dispone de muy poca información pública acerca del funcionamiento de estas tecnologías y sus posibles repercusiones medioambientales. La poca información que sí está disponible es altamente técnica y redactada por la propia industria del litio. La Comisión Blue Ribbon Sobre la Extracción del Litio en California sesionó en más de 20 ocasiones de 2021 a 2022, recibiendo inquietudes frecuentes del público acerca de los impactos potenciales de la EDL sobre la tierra, el aire y el agua. Algunas de estas interrogantes han sido respondidas en el informe de la comisión [Report of the Blue Ribbon Commission Lithium Extraction in California], publicado en diciembre de 2022. Sin embargo, persisten muchas áreas de incertidumbre que deben abordarse en el próximo Informe Programático de Impacto Ambiental sobre los Recursos Renovables del Mar de Salton (PEIR por su abreviatura en inglés).

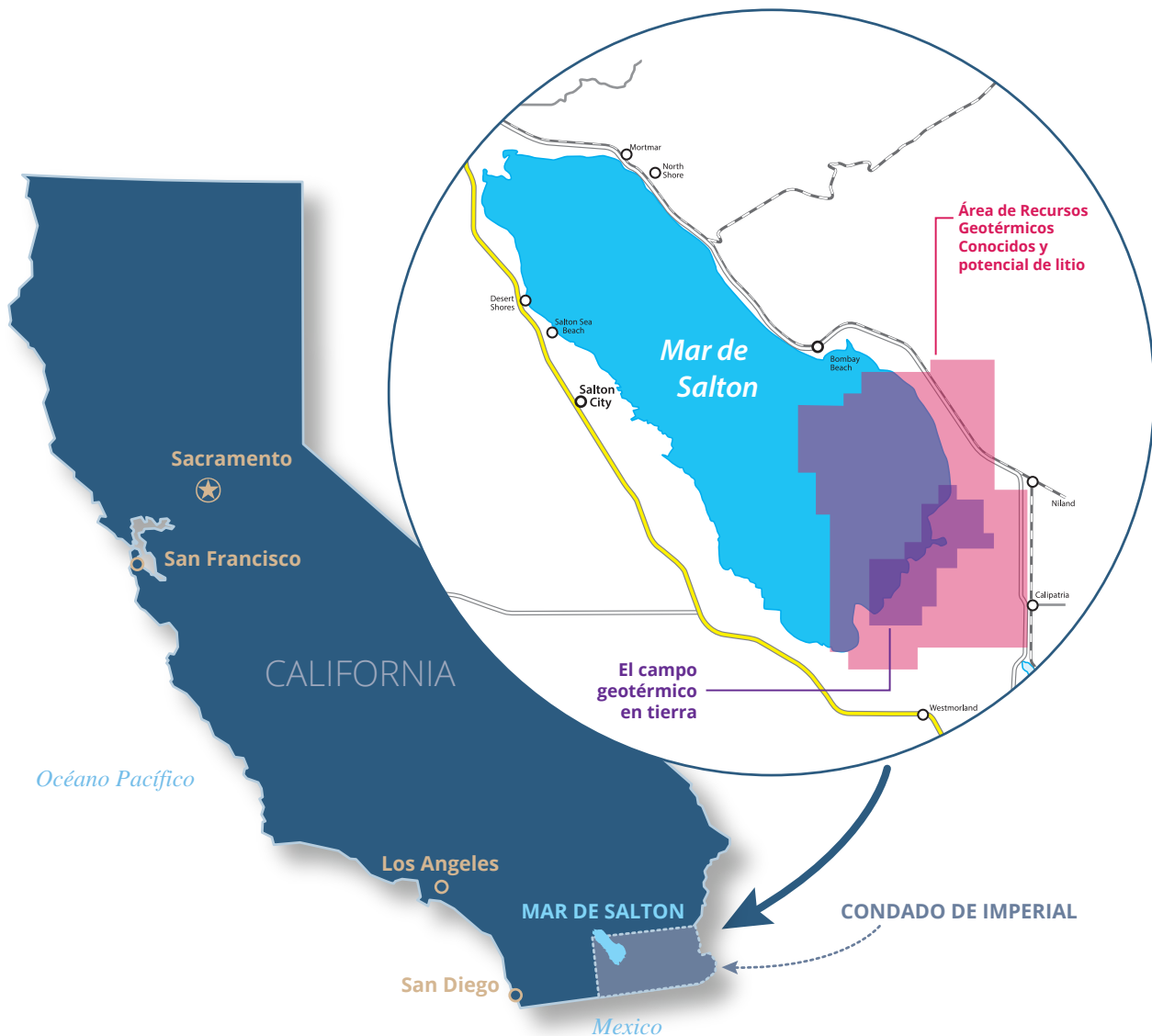


FIGURA 2. En el mapa a continuación, la zona sombreada de color rosa es el Área de Recursos Geotérmicos Conocidos (KGRA por su abreviatura en inglés), con alto potencial de litio. La zona sombreada en morado es el campo geotérmico que consta de 11 centrales, con capacidad para producir unos 414 MW de electricidad anualmente.

Propósito de este Documento

Esta revisión de literatura propone llenar algunas de las brechas de información acerca de EDL y pretende servir como herramienta educativa para las comunidades de primera línea y el público. Su objetivo es informar al lector sobre el litio, los pozos geotérmicos y las tecnologías EDL. Incluye un repaso de los impactos ambientales potenciales de la EDL de la salmuera geotérmica del Área de Recursos Geotérmicos Conocidos del Mar de Salton (SSKGRA). No es una evaluación integral de todos los impactos potenciales ni un recuento global de las tecnologías específicas de extracción que utilizan las empresas. Los autores esperan que el documento sea de utilidad para las comunidades como punto de partida de una mejor comprensión de los impactos potenciales de la extracción de litio, para ser participantes informados del proceso de revisión del PEIR.

Justicia Ambiental y Participación Comunitaria

Es de vital importancia que las comunidades comprendan los impactos potenciales de la extracción del litio para avanzar en la justicia medioambiental en la región. Las comunidades latinas excluidas y con altos índices de pobreza que viven cerca de los sitios propuestos para la extracción de litio en el Condado Imperial ya sufren de impactos adversos por la contaminación del Mar de Salton y la agroindustria. Estos impactos incluyen altas tasas de asma, que probablemente aumentarán debido al polvo en suspensión en el aire del lecho lacustre expuesto por el retroceso del Mar de Salton (Farzan et al., 2019). Según los datos de CalEnviro Screen recuperados en 2023, la zona censal más cercana a la zona propuesta para la extracción de litio se sitúa en el percentil 82 de las comunidades más afectadas por las cargas medioambientales para la salud en el estado de California. A lo largo de la vida de la Comisión del Valle del Litio, estas comunidades han planteado sus preocupaciones acerca de los posibles impactos de la extracción de litio y han expresado su preocupación por una mayor exposición a riesgos para la salud ambiental. El análisis de los beneficios y riesgos potenciales de la extracción de litio en El Valle Imperial no puede separarse del contexto subyacente y la historia de impactos ambientales desproporcionados, ya que las comunidades de primera línea trabajan hacia el objetivo de avanzar en la justicia ambiental a través de la participación informada en la toma de decisiones sobre el “Valle del Litio.” El derecho de la comunidad a conocer todas las consecuencias de las propuestas de extracción de litio es un pilar central de la justicia medioambiental.



Construcción de bermas de mitigación del polvo en el Mar de Salton.

Foto: Comité Cívico del Valle



Derechos de los Pueblos Indígenas

En los Estados Unidos y en todo el mundo, los impactos de la minería recaen de forma desproporcionada en las comunidades vulnerables y excluidas, particularmente los pueblos indígenas (Earthworks 2021a). Estos impactos pueden ir desde la destrucción de lugares sagrados, culturales y religiosos, la vulneración de la soberanía tribal y la violación de los derechos de los tratados, hasta el aumento de la violencia de género asociada a los “campamentos de hombres” para alojar a los trabajadores de los proyectos extractivos. Muchos de estos impactos son irreversibles y, en el caso de los que afectan a lugares sagrados, imposibles de mitigar. A nivel global, aproximadamente el 85% de los recursos y reservas de litio se encuentran en los territorios y tierras de los pueblos indígenas o cerca de ellos (Owen et al., 2022). En los Estados Unidos, el 79% de los yacimientos de litio se encuentran a menos de 35 millas de reservas de pueblos indígenas (Block, 2021). Incluso los yacimientos de litio más alejados de las reservas actuales se encuentran en territorios ancestrales que pueden tener una gran importancia cultural para las comunidades indígenas. En los Estados Unidos y en todo el mundo, el aumento previsto de la extracción de litio tendrá probablemente un impacto desproporcionado en las comunidades indígenas.

La Declaración de la ONU sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas consagra el derecho al consentimiento libre, previo e informado, incluido el derecho a decir «no» al desarrollo.

La extracción de litio propuesta en El Valle Imperial se sitúa en la huella del antiguo Lago Cahuilla, tierras ancestrales de los cahuilla, Kamia, Quechan, Yumeyaay y otros pueblos indígenas (Voyles, 2021). En sus comentarios públicos a las reuniones de la Comisión del Valle del Litio, los líderes tribales expresaron su preocupación por la ausencia de las consultas entre gobiernos, requeridas por la ley en relación con los proyectos del litio, los posibles impactos medioambientales y los impactos sobre los sitios culturales de la zona. Preocupa especialmente la protección de Obsidian Butte, una formación volcánica a orillas del Mar de Salton considerada sagrada por múltiples tribus de la zona. Según el anciano Quechan y Kamia, Preston J. Arrow-Weed, Obsidian Butte es un lugar sagrado que no debe ser perturbado (ArrowWeed, 2022). Del mismo modo, Carmen Lucas (Tribu Indígena Kwaaymii Laguna) instó a la protección de los recursos culturales en el Distrito Cultural Volcánico Activo del Sureste del Lago Cahuilla (Lucas, 2022). Un informe de 2010 elaborado para la Comisión de Energía de California concluyó que Obsidian Butte cumple los requisitos para figurar en los registros históricos nacional y estatal, y que la expansión del desarrollo geotérmico «perjudicaría la integridad del lugar sagrado adyacente» (Gates & Crawford, 2010).

La Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas y otras normas internacionales de derechos humanos, como el Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), consagran el derecho de los pueblos indígenas al consentimiento libre, previo e informado (CLPI) sobre proyectos que afecten a sus tierras, territorios, recursos y patrimonio cultural. Esto incluye el derecho a un diálogo significativo y el derecho a decir «sí», «no» o «sí pero con condiciones» a un proyecto, y a revocar el consentimiento en cualquier momento. Por tanto, comprender los posibles impactos medioambientales de la extracción de litio en El Valle Imperial es crucial para defender los derechos indígenas.

Un informe elaborado para la Comisión de Energía de California concluyó que Obsidian Butte cumple los requisitos para figurar en los registros históricos nacional y estatal, y que la expansión del desarrollo geotérmico «perjudicaría la integridad del lugar sagrado adyacente.»

Foto: CC Kevin Key



Revisión Bibliográfica

Para comprender mejor los impactos potenciales de la extracción directa de litio (EDL) en El Valle Imperial, los autores del presente informe revisaron la literatura académica, documentos gubernamentales y documentos públicos relacionados a los proyectos específicos de litio. En la revisión a continuación, se resumen los hallazgos claves, incluyendo antecedentes de las salmueras de litio que se encuentran en el Mar de Salton, una explicación de la energía geotérmica, cómo funcionan las tecnologías de EDL y el panorama de los impactos potenciales. Se cubre:

- Generalidades de las Salmueras de Litio
- Salmueras Geotérmicas del Mar de Salton
- Centrales Geotérmicas
- Extracción Directa de Litio
- Propuestas de Extracción Directa de Litio en el Mar de Salton

Generalidades de las Salmueras de Litio

El litio es el elemento metálico más ligero y tiene un alto potencial electroquímico, lo que significa que puede almacenar mucha energía en una batería. El litio es un material altamente reactivo que no existe en su forma elemental en la naturaleza. Forma enlaces químicos fácilmente, creando sales de litio que se disuelven fácilmente en agua. Estas características elementales del litio lo convierten en una parte importante de los procesos industriales (Evarts, 2015). El litio se utiliza para diversos fines, como la producción de cerámica y vidrio, pero se calcula que el 80% del litio producido en el mundo se destina a las baterías recargables de iones de litio (U.S. Geological Survey, 2023).

La electrificación del transporte y el almacenamiento de energía están impulsando la demanda de baterías de iones de litio de alta eficiencia en todo el mundo (Bridge & Faigen, 2022). En los Estados Unidos, el litio está clasificado como un “mineral crítico” para las industrias estratégicas, de consumo



y comerciales y una prioridad para el desarrollo de recursos nacionales (U.S. Department of Energy, 2021). La identificación y extracción del litio de las reservas nacionales es uno de los principales objetivos de los gobiernos federal y estatales. Hasta la fecha, la producción de litio en los Estados Unidos ha sido mínima y la mayor parte del litio se ha importado de Chile y Argentina (U.S. Geological Survey, 2022). Los principales recursos de litio se encuentran en yacimientos pegmatíticos (un tipo de roca ígnea), sedimentarios (arcillosos) o en salmueras.

Las salmueras son cada vez más importantes para la producción mundial de litio (Bradley et al., 2017). Las salmueras de litio continentales se encuentran en los salares. Se crean en cuencas endorreicas (cuencas de las que no hay salida a otras masas de agua) donde la evaporación es mucho mayor que la precipitación (Munk et al., 2016). Por lo general, estas salmueras de litio se forman cuando el agua transporta litio disuelto a una cuenca endorreica y luego el agua se evapora, dejando litio y otras sales. Este proceso se repite durante largos periodos de tiempo, dando lugar a un aumento de la salinidad y del contenido de litio en la cuenca, como se muestra en la Figura 1 (Rossi et al., 2022). Los largos periodos (de miles a millones de años) necesarios para generar depósitos de litio económicamente viables hacen de éste un recurso no renovable a escala humana. Actualmente, el litio se extrae de salares de Sudamérica y Nevada mediante grandes embalses de evaporación. Los nuevos procesos de extracción del litio han abierto la explotación de recursos no tradicionales, como las salmueras geotérmicas y de yacimientos petroleros (Kesler et al., 2012).

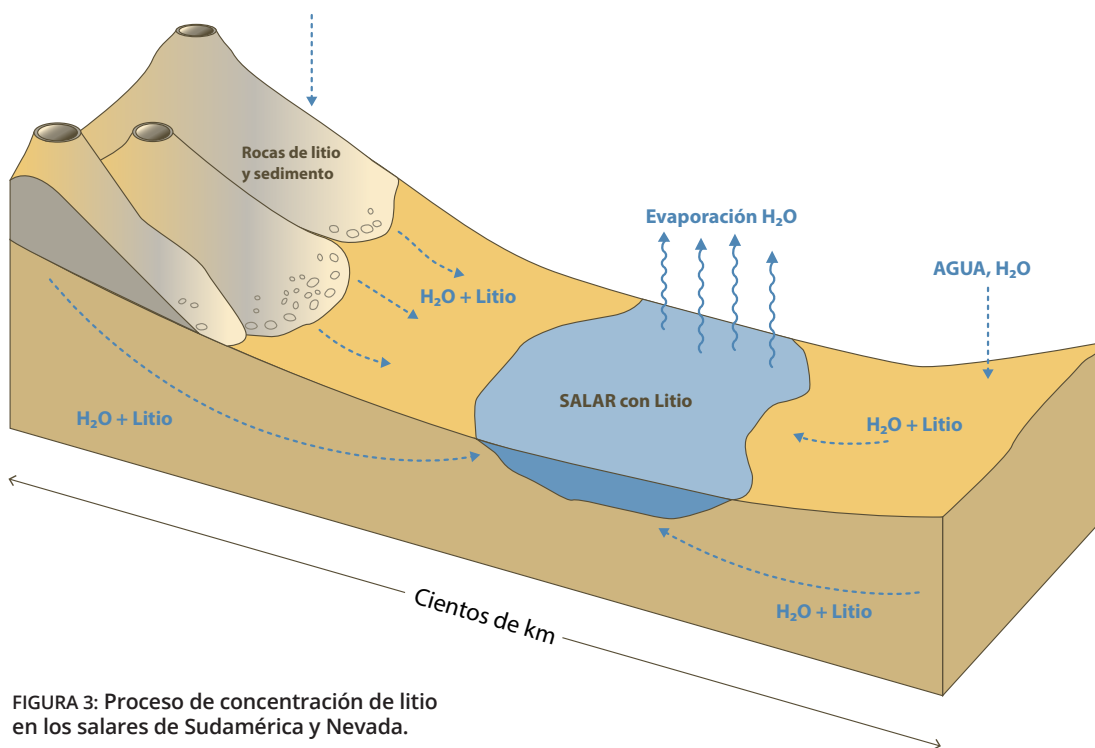


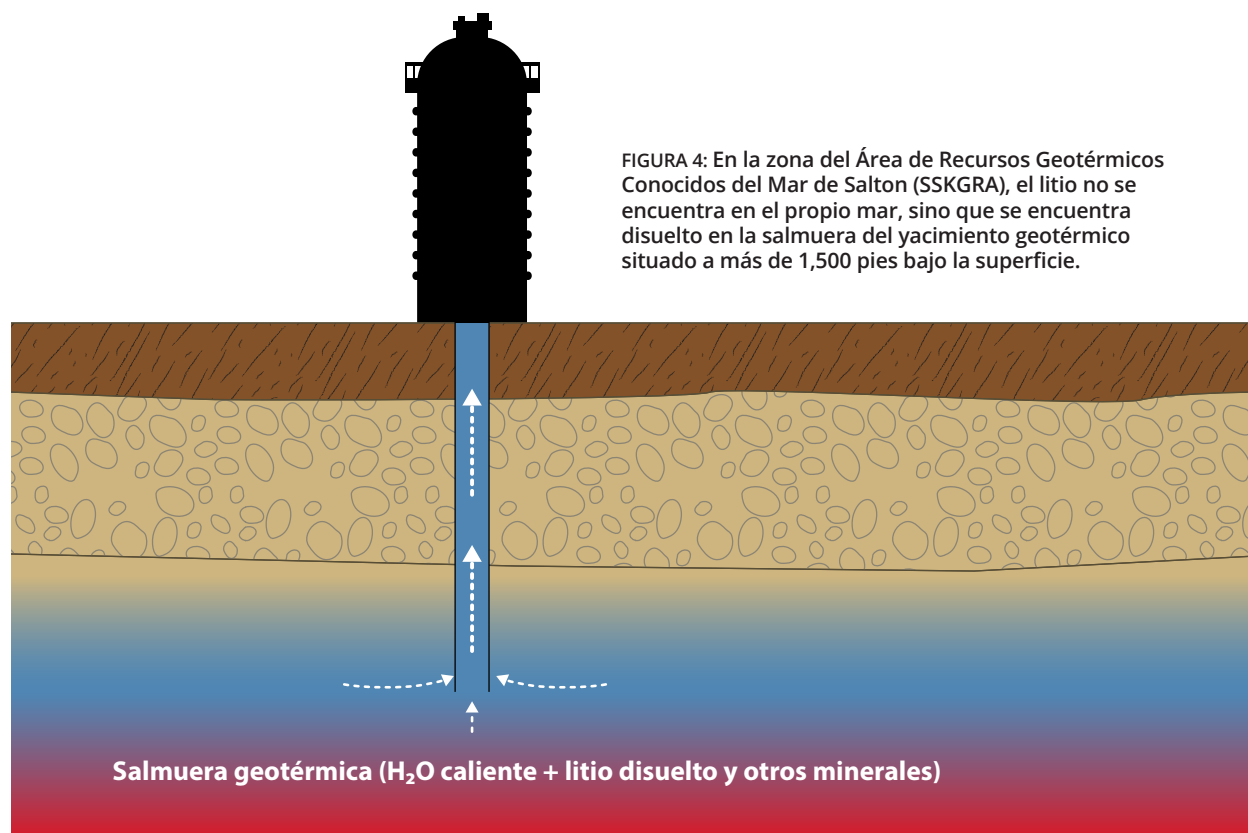
FIGURA 3: Proceso de concentración de litio en los salares de Sudamérica y Nevada.

Adaptado de Rossi et al., 2022

Salmueras Geotérmicas del Mar de Salton

Es importante notar que la fuente del litio de la SSKGRA no es el propio Mar de Salton. Más bien, el litio se encuentra disuelto en la salmuera del yacimiento geotérmico situado a más de 1,500 pies bajo tierra (Paz et al., 2022). Se calcula que la salmuera geotérmica del Mar de Salton contiene litio en concentraciones que oscilan entre 90 y 440 partes por millón, una concentración muy alta en comparación con otros yacimientos geotérmicos de los Estados Unidos (Stringfellow & Dobson, 2021). Se calcula que la parte del yacimiento de salmuera explotada actualmente con fines geotérmicos contiene 2 millones de toneladas métricas de litio, lo que la convierte en una de las mayores reservas de litio del mundo (McKibben et al., 2021). De aprovecharse en su totalidad, se espera que la SSKGRA pueda producir más de 600,000 toneladas métricas de carbonato de litio equivalente (ECL) al año (Ventura et al., 2020). A manera de referencia, en 2022 la producción mundial total se estimó en 737,000 toneladas métricas de ECL, y se espera que la demanda crezca rápidamente. Dado que el litio puede presentarse en diversas formas, la conversión a ECL es el estándar del sector para realizar comparaciones sobre la cantidad de litio apto para baterías que puede producir un yacimiento, suponiendo una recuperación del 100%.

Se están realizando investigaciones para comprender cuánto litio puede extraerse del yacimiento, de qué rocas madre procede y con qué rapidez se regenera. Algunos estiman que el yacimiento podría soportar entre 50 y 100 años de producción de litio (Chao, 2022). La salmuera geotérmica que se encuentra en la SSKGRA también contiene niveles económicamente explotables de magnesio, zinc y altas concentraciones de otros metales y minerales (Chao, 2020).



Centrales Geotérmicas

La extracción de litio propuesta a partir de las salmueras de la SSKGRA se conectaría a centrales geotérmicas existentes o de nueva construcción que extraen salmueras de pozos geotérmicos. Por lo general, los pozos geotérmicos extraen agua caliente de la tierra para la calefacción, el enfriamiento o la producción eléctrica. La primera central geotérmica del Valle Imperial, se construyó en 1982. Al 2023, hay 11 centrales geotérmicas en funcionamiento en la SSKGRA. Están situadas principalmente en terrenos privados, aunque algunas arriendan terrenos estatales. Estas centrales tienen la capacidad para producir 414 megavatios (MW) de electricidad, aproximadamente lo suficiente para abastecer a 300,000 hogares (Paz et al., 2022). Se calcula que con las nuevas centrales eléctricas, podría multiplicarse más de seis veces, hasta 2,950 MW, incluso en terrenos que quedarán al descubierto por el retroceso del Mar de Salton (DiPippo & Lippmann, 2017).

El desarrollo de nuevas centrales geotérmicas es una prioridad para el Estado de California, porque proporcionan energía fiable, renovable y baja en carbono. Hay unos 28 pozos de producción en el yacimiento, que generan más de 265,000 millones de libras de salmuera al año, y 41 pozos de inyección que reinyectan poco más de 220,000 millones de libras de salmuera producida (California State Lands Commission, s.f.). La diferencia se debe probablemente a la liberación de vapor y a la eliminación de sílice (eliminada como residuo). Ahora, hay interés en extraer litio de esta salmuera antes de re-inyectarla, tanto en centrales geotérmicas existentes como nuevas.

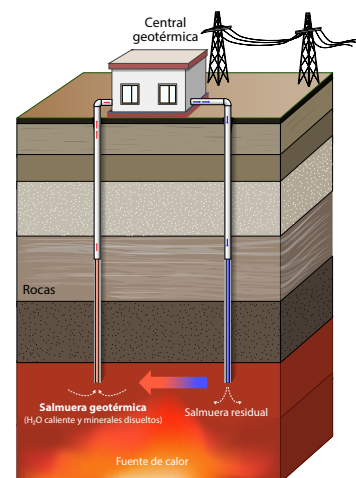


FIGURA 5: Vista general sencilla de una central geotérmica, en la que los pozos (pozos de producción) llevan agua caliente o vapor a la central para generar electricidad, y luego el agua enfriada se inyecta de nuevo en el yacimiento geotérmico.

Adaptado from istock.com/ttsz



Una de las instalaciones geotérmicas en funcionamiento en la región del Valle del Litio.

Foto: Comité Cívico del Valle

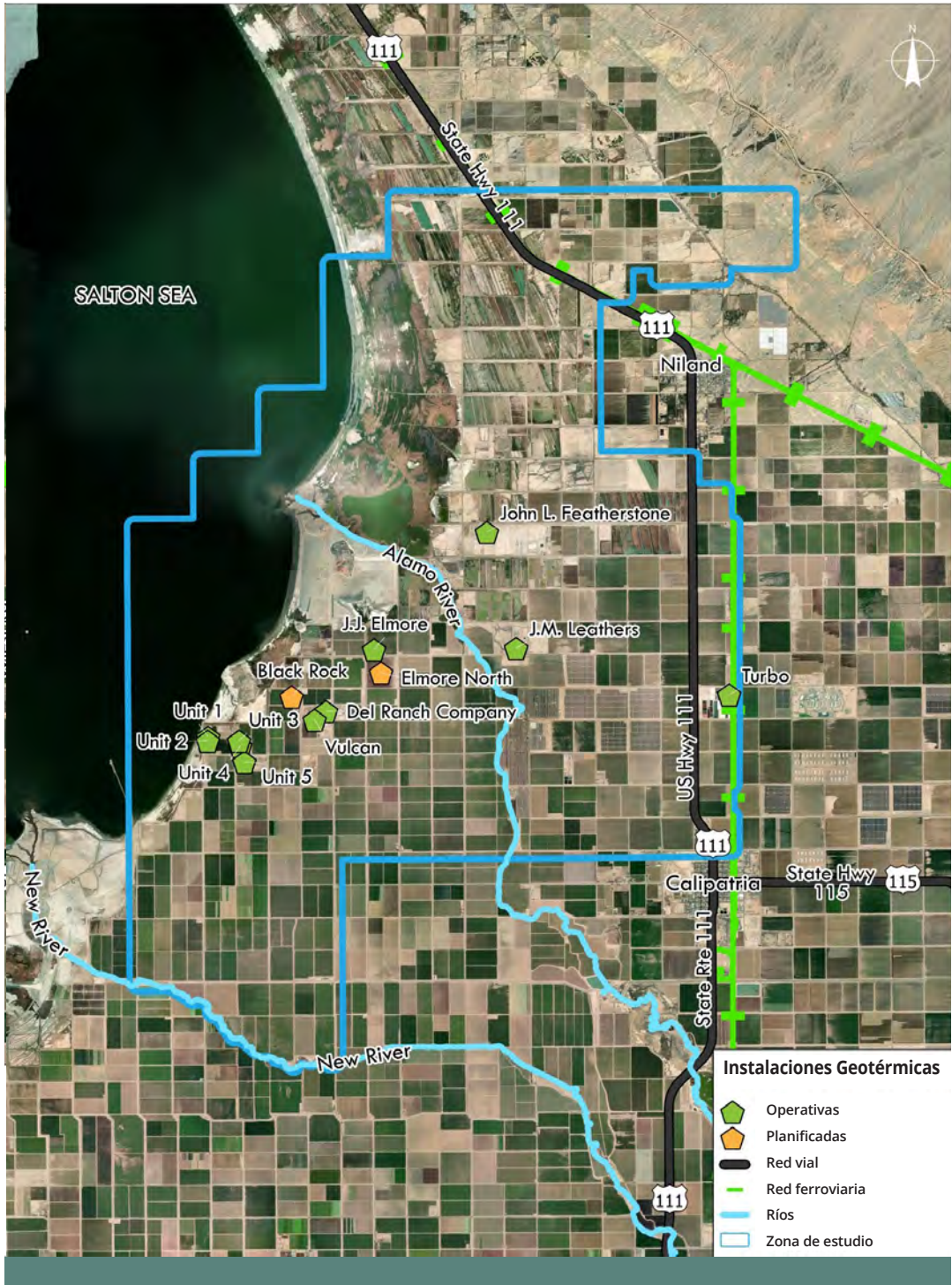


FIGURA 6: Centrales geotérmicas propuestas y en funcionamiento. A julio de 2023, hay 11 centrales geotérmicas en operación, generando 414 megavatios (MW) de electricidad, aproximadamente lo suficiente para abastecer a 300,000 hogares. Se calcula que con las nuevas centrales eléctricas, podría multiplicarse más de seis veces, hasta 2,950 MW.

Tomado de una presentación por el Condado de Imperial, California, julio de 2023

Existen tres tipos principales de sistemas de generación eléctrica geotérmica:

- Vapor flash, (utilizado en las plantas geotérmicas del Mar de Salton),
- Vapor seco,
- Ciclo binario

Las centrales geotérmicas del Mar de Salton son sistemas exclusivamente del sistema de vapor flash, tal y como se muestra en la Figura 7. Los pozos geotérmicos permiten que el agua a alta temperatura del subsuelo ascienda desde el pozo de producción hasta un depósito situado en la superficie terrestre. El cambio de alta a baja presión hace que el agua se convierta en vapor. Este vapor luego impulsa la turbina para generar electricidad. La salmuera gastada se inyecta de nuevo en el yacimiento geotérmico, y parte de los residuos sólidos se envían a un vertedero. El funcionamiento de estos pozos en la SSKGRA requiere la compra de electricidad al Distrito de Riego Imperial (IID).

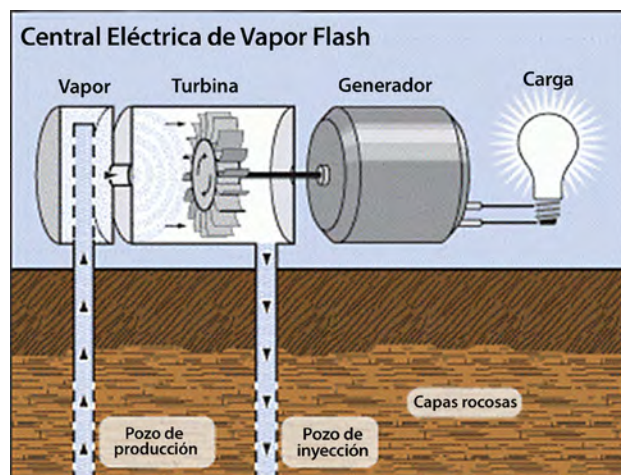


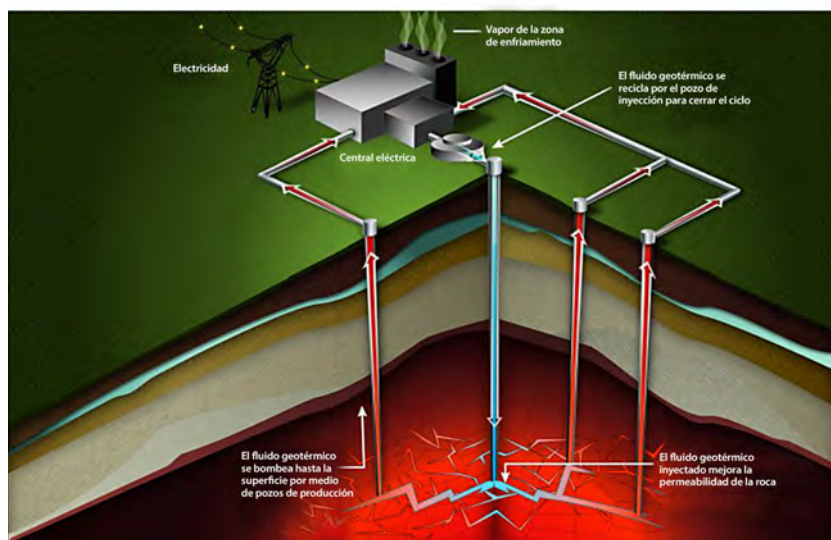
FIGURA 7: Central geotérmica de cámara flash El agua a alta temperatura se bombea de alta a baja presión, lo que hace que el agua se convierta en vapor, que acciona una turbina para generar electricidad. El agua enfriada y condensada se reinyecta en el yacimiento geotérmico.

U.S. Energy Information Administration, 2022

La producción de salmuera y la generación de energía de los pozos geotérmicos pueden disminuir con el tiempo por diversas razones, como la pérdida de permeabilidad por acumulación de minerales. Para restaurar y mejorar la permeabilidad de los pozos geotérmicos, las centrales geotérmicas suelen emplear una forma de fracturación hidráulica ("fracking") en la que se inyectan fluidos a presión en el subsuelo para crear grietas en la roca. Este proceso, que se muestra en la Figura 8, se denomina sistema geotérmico mejorado (EGS) (National Renewable Energy Laboratory, s.f.). Aunque el EGS no se emplea actualmente en la SSKGRA, es posible que se utilice en el futuro (Roth, 2014).

FIGURA 8: El sistema geotérmico mejorado utiliza la fracturación hidráulica ("fracking") para aumentar/restaurar la permeabilidad de la roca y permitir que el agua fluya más libremente.

National Renewable Energy Laboratory, s.f.



Panorama General de la Extracción Directa de Litio

A diferencia de la minería de roca dura o por evaporación, la EDL no requiere una gran alteración del terreno y tiene una huella física mucho menor, por lo que se promociona como un enfoque más respetuoso con el medio ambiente para la extracción de litio (Stringfellow & Dobson, 2021). Basándonos en las propuestas realizadas en el Mar de Salton hasta la fecha, el intercambio de iones en combinación con la adsorción son las tecnologías EDL que se utilizarán con mayor probabilidad. La tecnología de intercambio iónico utiliza un material diseñado para atraer cationes (partículas con carga positiva) o aniones (partículas con carga negativa). A continuación, se eliminan los iones seleccionados adheridos, utilizando un solvente, ácido u otro fluido de transferencia.

El intercambio iónico en sí no es una tecnología reciente, pero nunca se ha utilizado para extraer litio de la salmuera geotérmica a escala comercial.

Un ejemplo conocido es el descalcificador, que elimina el calcio y el magnesio del agua. El agua rica en calcio y magnesio se hace pasar por un “lecho” que contiene perlas de resina de intercambio iónico, cargadas con iones de sodio. El calcio y el magnesio sustituyen al sodio unido a las perlas de intercambio iónico, liberando el sodio al agua.

La principal diferencia entre el intercambio iónico utilizado para un descalcificador de agua y para la extracción de litio es que las perlas de intercambio iónico tienen que ser altamente selectivas para el litio. La composición de estos materiales atrayentes de litio suele estar patentada y ser de dominio privado, pero seguirán el mismo principio general (Stringfellow & Dobson, 2021). Una vez unido a esta perla de intercambio iónico, el litio se eliminaría utilizando un ácido o una base, probablemente ácido clorhídrico. A continuación, el litio se transfiere para su posterior procesamiento y filtración. La ventaja de la tecnología de intercambio iónico es que recoge el litio de forma selectiva, lo que permite que todo lo que no se utilice pueda ser eliminado directamente en el yacimiento geotérmico cuando se reinyecta la salmuera.

El intercambio iónico en sí no es una tecnología reciente, pero nunca se ha utilizado para extraer litio de la salmuera geotérmica a escala comercial. Una aplicación importante de las tecnologías de intercambio iónico para la extracción de litio es la aplicación de la tecnología de tamizado iónico. Los tamices iónicos funcionan del mismo modo que las perlas de intercambio iónico. La principal diferencia es que el material especial utilizado para atraer el litio forma una estructura que sólo acepta partículas de un tamaño específico o menor (Weng et al., 2020). En la Figura 9 se muestra un diagrama sencillo de EDL a partir de salmuera geotérmica (Stringfellow & Dobson, 2021).

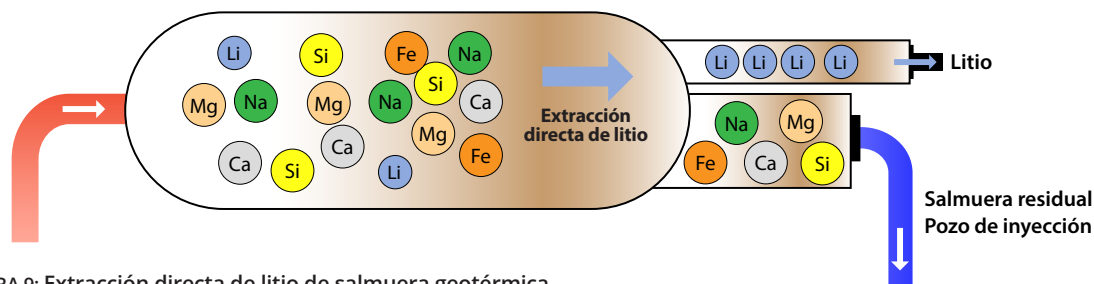


FIGURA 9: Extracción directa de litio de salmuera geotérmica.

Adaptado de Stringfellow & Dobson 2021

Propuestas de Extracción Directa de Litio en el Mar de Salton

A partir de 2008, en colaboración con EnergySource, Simbol Inc. llevó a cabo varios experimentos a escala piloto en la central eléctrica John L. Featherstone (Hudson Ranch I) (Harrison, 2014). El proyecto, financiado por el Departamento de Energía de Estados Unidos y la Comisión de Energía de California, cesó en 2016 debido a los problemas financieros de Simbol y al fracaso de un acuerdo de adquisición con Tesla (Roth, 2017). Esto, a su vez, ha dado lugar a una prolongada disputa sobre las patentes de extracción del litio (Scott, 2021).

A junio de 2023, había tres empresas en distintas fases de desarrollo de proyectos de extracción de litio cerca del Mar de Salton:

- 1 BERKSHIRE HATHAWAY ENERGY RENEWABLES MINERALS (BHER MINERALS)** su filial al cien por cien de la empresa, CalEnergy, explota 10 centrales geotérmicas en la SSKGRA. BHER Minerals inició un proyecto de demostración de litio a escala de una décima en una de sus plantas en 2022. Según los documentos de la Ley de Calidad Medioambiental de California (CEQA), BHER tenía previsto utilizar la tecnología de intercambio iónico desarrollada por Lilac Solutions (California Energy Commission, 2020). También construyen una planta de demostración para procesar cloruro de litio y convertirlo en compuestos aptos para baterías (Scheyder, 2022). En función de los resultados de estas demostraciones, BHER estudiará la posibilidad de construir plantas de EDL a escala comercial en instalaciones geotérmicas existentes, y posiblemente nuevas. BHER propone construir tres nuevas centrales geotérmicas: Black Rock (77 MW), Elmore North (140 MW) y Morton Bay (140 MW). Estas propuestas no incluyen actualmente planes de extracción de litio, pero podrían incluirse en el futuro.
- 2 RECURSOS TÉRMICOS CONTROLADOS (CTR)** propone construir una nueva central geotérmica, combinada con una planta de EDL, en un proyecto llamado "Hell's Kitchen" En marzo de 2022 se completó un Estudio Inicial & Análisis Ambiental, en el cual se detectaron impactos potencialmente significativos que deben analizarse en un Informe de Impacto Ambiental (IIA). En agosto de 2023 se publicó un borrador del IIA. Anteriormente, CTR había planeado utilizar la tecnología de intercambio iónico de Lilac Solution, pero Lilac se retiró debido a preocupaciones sobre cómo su tecnología aguantaría la salmuera caliente y corrosiva (Ohnsman, 2022). CTR ha dicho que está avanzando con la tecnología de adsorción en lugar de la de intercambio iónico (Controlled Thermal Resources, 2022b). Aunque a menudo se utilizan en combinación, la adsorción se basa en una separación física del litio en lugar de depender del intercambio de partículas cargadas. Según los medios de comunicación, CTR se ha asociado con Koch Separation Solutions, filial de Koch Industries, para su tecnología EDL (Scheyder, 2022). En su sitio web, Koch Separation Solutions describe su tecnología LiPro DLE como el uso de lechos de adsorción para extraer litio, lo que requiere menos insumos químicos y agua que otros métodos (Koch Separation Solutions, 2023).
- 3 ENERGYSOURCE MINERALS (ES MINERALS)** desarrolla el Proyecto ATLiS para la extracción de litio en la central John L. Featherstone (Hudson Ranch 1). El proyecto completó su revisión CEQA y recibió un permiso de uso condicional del Condado de Imperial en 2021. ES Minerals, cuyo objetivo es entrar en funcionamiento en 2024, es el más avanzado de los proyectos EDL del Mar de Salton. En su IIA, ES Minerals afirma que su proceso de extracción de litio está patentado (Chambers Group, Inc., 2021). En su sitio web se afirma que utilizará su plataforma de procesamiento de adsorción y desorción integrada de litio (ILiAD por sus siglas en inglés), de su propiedad (EnergySource Minerals LLC, s.f.b).

ES Minerals posee una patente emitida en 2020 y válida hasta 2038 para un proceso de extracción de litio que detalla la extracción de carbonato de litio, hidróxido de litio, zinc y manganeso de las salmueras geotérmicas del Mar de Salton (Featherstone et al., 2020). Es probable que este proceso patentado sea el proceso ILiAD que ES Minerals empleará en su proyecto ATLiS. En general, ILiAD opera en tres etapas sobre la salmuera geotérmica después de generar vapor en la central y antes de su reinyección.

1. Eliminar impurezas como hierro, sílice, zinc y manganeso.
2. Extraer cloruro de litio de la salmuera.
3. Convertir el cloruro de litio en carbonato de litio o hidróxido de litio.

Aunque el proceso de extracción de litio ILiAD es propio y específico de ES Minerals, todos los proyectos EDL propuestos en la SSKGRA probablemente seguirán los mismos pasos generales.



Uno de los nuevos emplazamientos de prueba desarrollados para la extracción de litio en las afueras de Calipatria. Sitio operado por Controlled Thermal Resources (CTR).

Foto: Comité Cívico del Valle

Impactos Medioambientales Potenciales

Este apartado examina los impactos potenciales de EDL en El Valle Imperial relacionados con:

- Calidad del Aire
- Consumo de Agua Dulce
- Degradación del Mar de Salton
- Materiales y Desperdicios Peligrosos
- Actividad Sísmica

Parte de la literatura científica general, las actas de la Comisión del Valle de Litio e información acerca de proyectos específicos, según documentación bajo la Ley de Calidad Ambiental de California (CEQA).

Calidad del Aire

El Valle Imperial tiene una calidad del aire degradada que repercute negativamente en la salud humana. Recientemente, la calidad del aire en El Valle Imperial ha excedido los umbrales establecidos en la Ley de Aire Limpio [Clean Air Act] para Ozono, PM_{2.5} (partículas de tamaño inferior a 2,5 micras) y PM₁₀ (partículas de tamaño inferior a 10 micras) (California Air Resources Board, 2022). La exposición a PM₁₀ y PM_{2.5} se ha relacionado con una variedad de problemas de salud, incluyendo asma, tos crónica, dificultad respiratoria, latidos irregulares del corazón, ataques cardíacos y muerte prematura para personas con enfermedades cardíacas y pulmonares (U.S. EPA, 2016).

El Valle Imperial tiene una calidad del aire degradada que repercute negativamente en la salud humana. Recientemente, la calidad del aire en El Valle Imperial ha excedido los umbrales establecidos en la Ley de Aire Limpio [Clean Air Act] para Ozono, PM_{2.5} (partículas de tamaño inferior a 2,5 micras) y PM₁₀ (partículas de tamaño inferior a 10 micras).

Se prevé que la extracción de litio tenga algunos impactos directos en la calidad del aire, aunque no es probable que alcance los umbrales legales que requieran mitigación. De los proyectos de litio en fase de desarrollo al momento de esta publicación, sólo ES Minerals había publicado un IIA, que podría servir de ejemplo para comprender mejor los posibles impactos sobre la calidad del aire.

El IIA de ES Minerals anticipa que el proyecto promediará 16,650.91 toneladas métricas de equivalente de dióxido de carbono por año. Estas emisiones se concentrarán probablemente en la fase inicial debido a la construcción, y se promedian a lo largo de los 30 años previstos de vida útil del proyecto. Estos valores están por debajo de los umbrales definidos por la Agencia de Protección del Medio Ambiente de EE.UU. (25,000 toneladas métricas/año) y el Distrito de Control de la Contaminación Atmosférica del Condado Imperial (ICAPCD) (20,000 toneladas métricas/año). Esto significa que no hay requerimiento legal de mitigación en virtud de dicha normativa. Aun así, las emisiones proyectadas suponen el 83% de las emisiones permitidas sin mitigación, y tienen un impacto en el cambio climático global que debe tenerse en cuenta.

ES Minerals utilizará ácido clorhídrico (HCl), inyectándose en la salmuera como parte del proceso de extracción del mineral, lo que podría provocar emisiones atmosféricas peligrosas. El HCl es un gas a temperaturas normales, y el ácido es el resultado de disolver dicho gas en agua. Por ende, el HCl de calidad industrial suele liberar cloruro de hidrógeno gaseoso. ES Minerals calcula que liberará 7.440 libras al año de aerosoles de HCl. Esta cifra está por debajo del umbral de 10,000 libras al año según lo dispuesto en la Sección 313 de la Ley de Planificación de Emergencias y Derecho a Saber de la Comunidad de 1986. Sin embargo, según el IIA, la exposición al HCl puede causar una serie de impactos

sobre la salud, incluida la dificultad para respirar. Es probable que otros proyectos relacionados con el litio también utilicen HCl. Por ejemplo, en su estudio inicial, CTR afirma que utilizará HCl como parte de un proceso para gestionar el sílice en la salmuera para evitar la formación de incrustaciones (County of Imperial Planning & Development Services Department, 2022).

Las instalaciones de litio también repercutirán en la calidad del aire a través de las operaciones cotidianas. Por ejemplo, se calcula que la planta de ES Minerals requerirá 179 desplazamientos diarios de entrada y salida de vehículos durante su funcionamiento normal, lo que contribuirá a las emisiones atmosféricas. El modelo utilizado en el IIA de ES Minerals supone que todas las carreteras para los procesos operativos y los desplazamientos laborales al sitio minero estarán pavimentadas en el momento de la operación. Sin embargo, estas carreteras no están pavimentadas actualmente, y puede haber impactos adicionales sobre la calidad del aire derivados de la construcción de carreteras o de los desplazamientos de vehículos por carreteras sin pavimentar.

La producción de litio puede evitar importantes impactos directos sobre la calidad del aire al limitar la exposición de la salmuera, el litio y los residuos sólidos al viento. ES Minerals ha afirmado que está cercando gran parte de su sistema y aplicando procesos de filtrado para la manipulación y el procesamiento del litio con el fin de evitar estos impactos. No obstante, debe prestarse especial atención a cualquier propuesta de proyecto que haga mención del almacenamiento exterior de materiales residuales, productos acabados, estanques de evaporación y estanques de almacenamiento de salmuera. Los vientos que soplan sobre cualquier residuo expuesto, recogen contaminantes y los transportan a través del valle, exponiendo a las comunidades vecinas y al medio ambiente a esos contaminantes arrastrados por el viento.

Aunque las emisiones atmosféricas proyectadas de ES Minerals están por debajo de los umbrales de impacto significativo en la calidad del aire, se aproximan a dichos umbrales. La expansión de la industria del litio puede tener un impacto aditivo significativo en la calidad del aire de la región, que de por sí es pobre. Los impactos acumulativos de la extracción del litio sobre la calidad del aire también deben analizarse junto con los impactos potenciales de otros aspectos de la cadena de suministro, como la fabricación de baterías propuesta en la región.

Los impactos acumulativos de la extracción del litio sobre la calidad del aire también deben analizarse junto con los impactos potenciales de otros aspectos de la cadena de suministro, como la fabricación de baterías propuesta en la región.



Orilla sur del Mar de Salton, cerca de los proyectos EDL propuestos. Las zanjas son para suprimir el polvo y aliviar la contaminación atmosférica. La zona verde en primer plano es un proyecto de restauración de humedales.

Foto: Earthworks

Consumo de Agua

Las centrales geotérmicas necesitan agua dulce. El agua extraída de la salmuera geotérmica se reinyecta en el yacimiento con pequeñas pérdidas por transporte y enfriamiento. Frecuentemente, se inyecta en el acuífero agua de reposición procedente de otras fuentes para limitar la pérdida de agua en el depósito geotérmico y evitar el hundimiento.

La incorporación de EDL requerirá agua dulce adicional como parte del proceso de separación del litio. Es difícil pronosticar con exactitud cuánta agua necesitarán los proyectos de EDL del El Valle Imperial cuando alcancen escala comercial, pero podemos hacer una proyección con base en lo que ha declarado cada empresa:

- En su IIA, EnergySource Minerals anticipa que sus operaciones consumirán 4.2 millones de metros cúbicos de agua para producir 19,000 toneladas métricas de hidróxido de litio al año durante una vida útil de 30 años (Chambers Group, Inc).
- En su estudio inicial, CTR anticipa que su proyecto Hell's Kitchen consumirá 8.26 millones de metros cúbicos de agua al año para producir 25,000 toneladas métricas de hidróxido de litio al año (County of Imperial Planning & Development Services Department, 2022).
- BHER aún no ha estimado el consumo de agua en los documentos de planificación medioambiental. Sin embargo, han declarado ante la Comisión del Valle del Litio que tienen previsto limitar el uso de agua dulce a 50,000 galones por tonelada métrica de carbonato de litio equivalente (Paz et al., 2022).

Como referencia, 1200 metros cúbicos de agua es aproximadamente la cantidad de agua que se necesitaría para inundar un campo de fútbol americano a 30 cm de profundidad. Un hogar promedio en California utiliza de 600 a 1200 metros cúbicos de agua al año (Water Education Foundation, 2020).

TABLA 1: Consumo estimado de agua dulce por proyectos de extracción directa de litio en el Valle Imperial.

Proyecto	Toneladas métricas de hidróxido de litio producidas / año ¹	Toneladas métricas de ECL producidas / año ²	Acre-pies de agua / año	Acre-pies de agua / tonelada métrica de ECL	Galones de agua / tonelada métrica de ECL	m ³ de agua / tonelada métrica de ECL
BHER Minerals³	Desconocido	Desconocido	Desconocido	0.15	50,000	189
ES Minerals	19,000	16,720	3,400	0.20	65,170	247
CTR	25,000	22,000	6,700	0.30	97,755	370

¹Tanto CTR como ES Minerals estiman su producción de litio en términos de toneladas métricas de hidróxido de litio. Luego de la extracción y el refinado, éste es el compuesto final de grado batería que se venderá a un comprador.

²Para convertir el hidróxido de litio en carbonato de litio equivalente (ECL), la norma de la industria, se multiplica por un factor de 0.880 (<https://casetext.com/statute/california-codes/california-revenue-and-taxation-code/division-2-other-taxes/part-25-lithium-extraction-tax-law/chapter-2-the-lithium-extraction-excise-tax/section-47015-conversion-to-to-lithium-carbonate-equivalent>).

³La proyección de BHER sobre el consumo de agua dulce procede del testimonio ante la Comisión del Valle del Litio, no del análisis medioambiental de un proyecto de EDL. Esta proyección puede cambiar en el futuro. Al 2023, BHER demuestra la extracción de litio a escala de una décima, y no ha propuesto la extracción a escala comercial. No se dispone de información sobre cuánto litio produciría BHER al año a escala comercial en el futuro.

A título comparativo, el cultivo de 0.4 hectáreas de alfalfa en El Valle Imperial puede consumir hasta 12334 metros cúbicos de agua al año (Bland, 2023).

Es de tomar en cuenta que estas aproximaciones sólo tienen en cuenta el funcionamiento de las instalaciones de extracción de litio, no así la construcción ni otras fases del proceso de refinado del litio y producción de baterías. La mayor parte de esta agua procedería de canales gestionados por el IID. Algunos proyectos pueden utilizar el condensado de vapor del proceso geotérmico para ayudar a satisfacer las necesidades de agua dulce para la extracción de litio. Sin embargo, esto puede acabar requiriendo agua de reposición adicional (McKibben, 2023).

La expansión de la industria del litio en el Valle Imperial puede verse limitada por el suministro de agua. IID gestiona un derecho de 3.82 mil millones de metros cúbicos de agua del Río Colorado para El Valle Imperial, el 97% de los cuales se utiliza para la agricultura (Imperial Irrigation District, 2023). El IID ha reservado hasta 30.8 millones de metros cúbicos de agua al año para usos no agrícolas, que abastecerán a los proyectos de litio propuestos. Si se utiliza el proyecto de ES Minerals como mejor estimación del uso del agua, esta asignación del IID podría sustentar 100,200 toneladas métricas de producción de LCE al año. Según la Comisión del Valle del Litio, se prevé que la producción de litio propuesta alcance las 210,000 toneladas métricas de ECL al año, lo que significa que la demanda de agua superaría el suministro disponible para recursos no agrícolas previsto actualmente por el Distrito de Riego Imperial (Paz et al., 2022).

Según la Comisión del Valle del Litio, se prevé que la producción de litio propuesta alcance las 210,000 toneladas métricas de ECL al año, lo que significa que la demanda de agua superaría el suministro disponible para recursos no agrícolas previsto actualmente por el Distrito de Riego Imperial.

Abordar las dudas relativas al consumo de agua es de particular urgencia dadas las repercusiones del cambio climático en el suministro de agua del Río Colorado. La sequía, la asignación excesiva de los recursos hídricos y los niveles de agua históricamente bajos en los reservorios críticos (Lago Mead y Lago Powell) producirán un reajuste en la asignación hídrica en el corto y largo plazo para El Valle Imperial. En el año 2022, el Buró de Reclamación instó a recortar de 2.45 a 4.9 mil millones de metros cúbicos del aprovechamiento del agua del Río Colorado (Short and Long Term Solutions to Extreme Drought in the Western United States, 2022). En mayo de 2023, California acordó conservar 1.97 mil millones de metros cúbicos para 2026, la mayoría de los cuales procederían del Valle Imperial (Wilson, 2023). Es probable que en el futuro sean necesarios nuevos recortes.

Los promotores de los proyectos de EDL en El Valle Imperial suelen hacer comparaciones favorables sobre el consumo de agua con las instalaciones de evaporación de litio en Sudamérica:

- BHER comunicó a la Comisión del Valle del Litio que utilizará un 90% menos agua dulce que la que se utiliza en Sudamérica (Paz et al., 2022).
- El sitio web de ES Minerals muestra que agotará sólo una fracción del agua que se gastó en las explotaciones chilenas de salmuera (EnergySource Minerals LLC, s.f.a).
- El folleto de CTR destaca que utiliza el proceso de producción de litio más respetuoso con el medio ambiente del planeta, pero no proporciona información sobre el consumo de agua (Controlled Thermal Resources, 2022a).

Es difícil verificar estas comparaciones debido a la falta de datos transparentes de Sudamérica. Sin embargo, una reciente revisión académica descubrió que «muchas tecnologías EDL podrían requerir mayores volúmenes de agua dulce que las prácticas evaporativas actuales» (Vera et al., 2023).

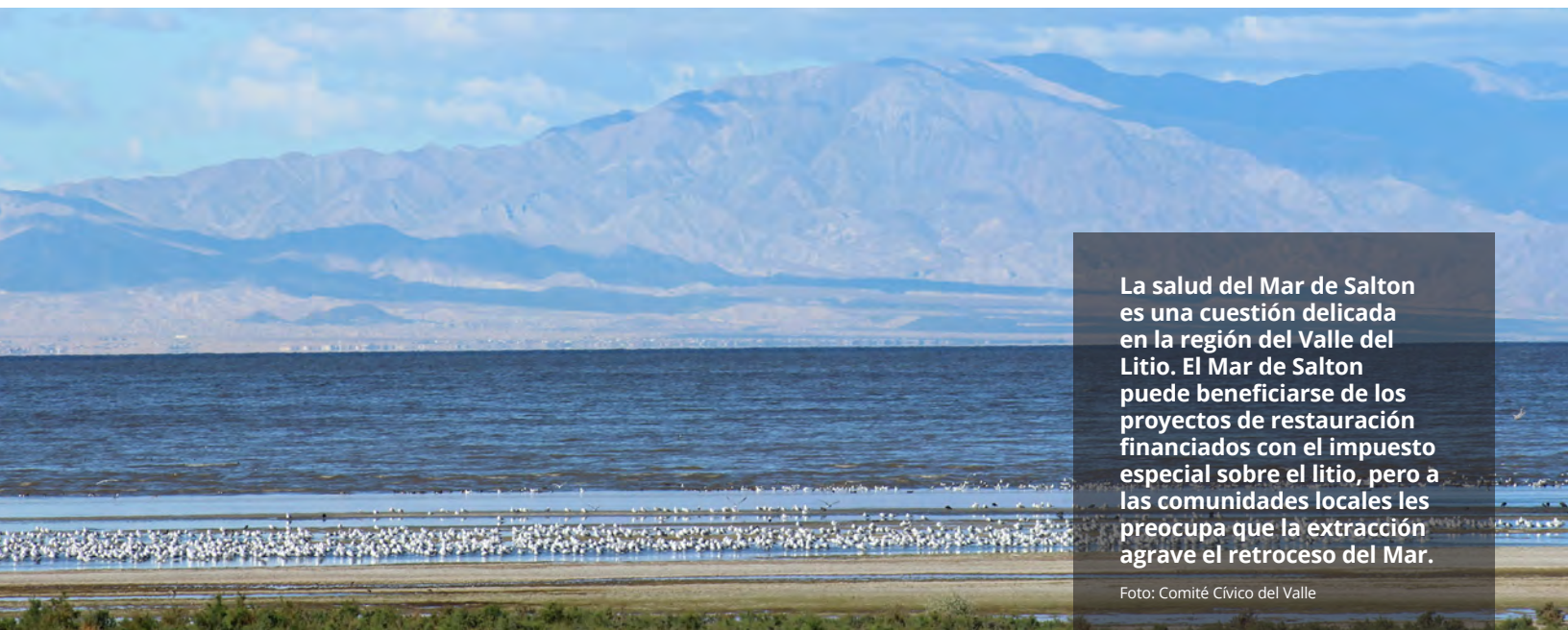
De hecho, si se parte estrictamente del consumo de agua dulce, los proyectos EDL propuestos en El Valle Imperial consumirían en realidad más agua que la actual minería de evaporación en el Salar de Olaroz en Argentina, que requiere un estimado de 50 metros cúbicos por tonelada métrica de Equivalente de Carbonato de Litio (ECL) (Vera et al., 2023).

Existe un debate en curso acerca de cuánta agua se pierde en las operaciones sudamericanas de litio, debido no solamente al consumo de agua dulce sino de la evaporación de la propia salmuera. Falta mayor estudio para comprender la interacción entre la salmuera y el acuífero de agua dulce. Algunos han calculado que la pérdida de agua por evaporación alcanza los 2,000 metros cúbicos por tonelada métrica de ECL (Blair et al., 2022). Teniendo esto en cuenta, cabe esperar que la EDL en el Mar de Salton agote mucha menos agua.

Independientemente de cómo la extracción directa de litio se compare con otros tipos de extracción de litio, El Valle Imperial tendrá que tomar decisiones difíciles acerca de cuánta agua dulce asignar para la EDL, energía geotérmica, agricultura y restauración del Mar de Salton.

Degradación del Mar de Salton

El consumo de agua dulce para la extracción de litio también puede repercutir en el Mar de Salton. El lago que ahora se llama el Mar de Salton siempre se ha encontrado en proceso de formación o desaparición, según las crecidas naturales de Río Colorado que inundaban la zona baja conocida como el Sumidero de Salton (Voyles, 2021). El Mar de Salton actual se formó en 1905, llenándose con agua del Río Colorado que se suele atribuir a una rotura involuntaria de una presa de riego agrícola (Salton Sea Authority, s.f.). Debido al Acuerdo de Cuantificación de 2003, que transfirió agua del Distrito de Riego Imperial a San Diego, el Mar de Salton se ha ido reduciendo rápidamente (Foruzan, s.f.). El Mar de Salton recibe actualmente 1.36 mil millones de metros cúbicos de agua al año, principalmente a través del drenaje de los campos agrícolas. Es probable que esta cantidad siga disminuyendo (Salton Sea Management Program, 2022). Si el agua del Río Colorado se desvía de la agricultura para la producción de litio, puede acelerarse este encogimiento del Mar de Salton.



La salud del Mar de Salton es una cuestión delicada en la región del Valle del Litio. El Mar de Salton puede beneficiarse de los proyectos de restauración financiados con el impuesto especial sobre el litio, pero a las comunidades locales les preocupa que la extracción agrave el retroceso del Mar.

Foto: Comité Cívico del Valle

El consumo de agua dulce para el litio también puede limitar las opciones de restauración del Mar de Salton, incluyendo la transferencia voluntaria de agua del Río Colorado al Mar, incentivando los campos agrícolas en barbecho (Suri et al., 2022). También es importante señalar que CTR tiene arrendamientos de minerales más allá de la línea de costa actual, lo que implica que la expansión futura de algunos proyectos de litio podría depender del retroceso continuo del Mar de Salton (Imperial Irrigation District, 2016).

Algunos de estos impactos en el Mar de Salton pueden compensarse mediante proyectos de restauración, financiados por el impuesto especial sobre el litio de California, el 20% del cual se destina al Fondo de Restauración del Mar de Salton.

Una reducción de la afluencia al Mar de Salton probablemente tendría un impacto indirecto en la calidad del aire. Como se señaló anteriormente, El Valle Imperial ya enfrenta muchas fuentes naturales y antropogénicas de contaminación del aire, como se muestra en la Figura 10 (Frie et al., 2019). A medida que el Mar de Salton se encoge, el lecho expuesto del lago (playa) representa una mayor amenaza para la calidad del aire en el valle, como se muestra en la Figura 11 (Frie et al., 2017). Años de escorrentía agrícola han depositado sustancias químicas procedentes de pesticidas y fertilizantes en el sedimento de la playa; una mayor reducción de las aguas superficiales en el Mar de Salton aumentará las emisiones de la playa expuesta, a saber, magnesio, sulfatos, calcio y estroncio. Éstas representan emisiones indirectas potenciales de la extracción de litio, que deben analizarse y mitigarse en un análisis de impactos acumulativos.

No obstante, es posible que algunos de estos impactos en el Mar de Salton puedan compensarse mediante proyectos de restauración, financiados por el impuesto especial sobre el litio de California, el 20% del cual se destina al Fondo de Restauración del Mar de Salton.

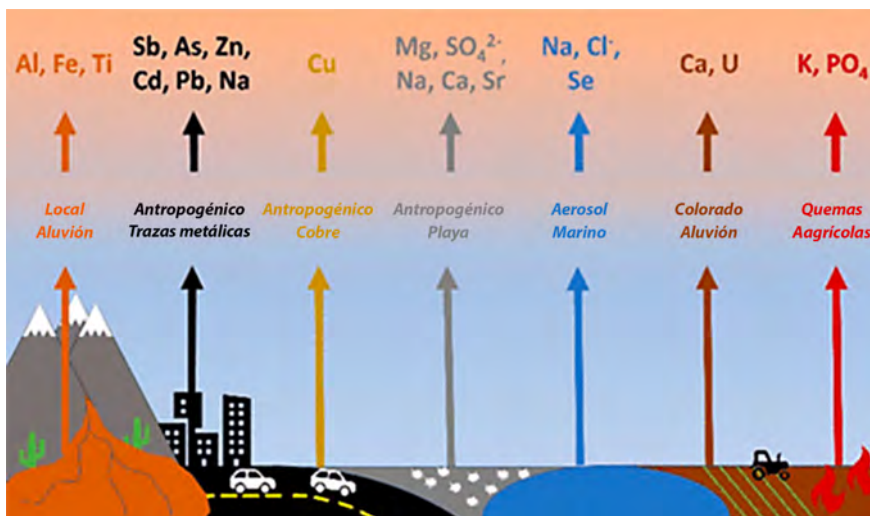


FIGURA 10: Fuentes de contaminación de aire en El Valle Imperial.

De Frie y otros, 2019

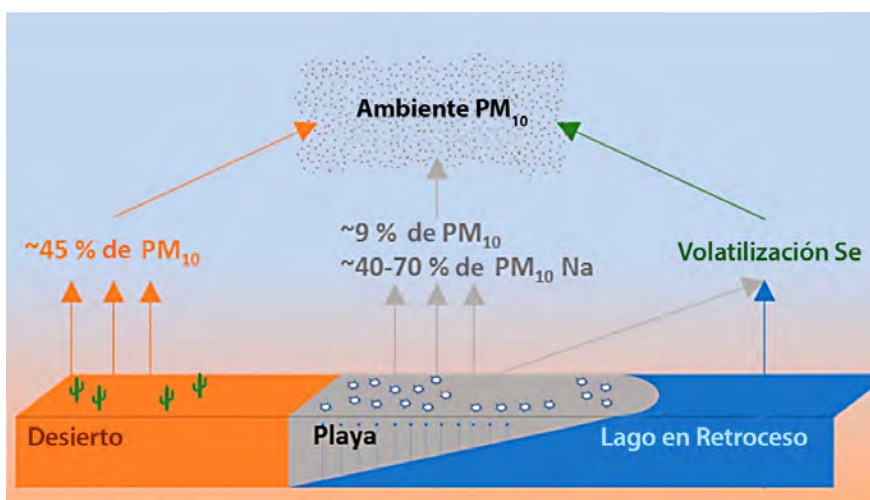


FIGURA 11: A medida que el Salton Sea se reduce, el lecho expuesto del lago (playa) permite que el polvo contaminado llene el aire con partículas contaminantes (PM₁₀).

De Frie y otros, 2017

Materiales y Desperdicios Peligrosos

Los residuos producidos por la generación de energía geotérmica y la EDL pueden reducirse al mínimo re-inyectando la salmuera gastada nuevamente en las profundidades del subsuelo y devolviéndola al yacimiento geotérmico, conformando lo que los promotores del proyecto denominan un «circuito cerrado». Sin embargo, es necesario gestionar algunos residuos sólidos, como el arsénico, el plomo, el hierro y la sílice.

Las operaciones geotérmicas actuales del Mar de Salton eliminan el hierro y la sílice de la salmuera antes de su reinyección, para evitar la obstrucción de los pozos de inyección. El hierro y la sílice se precipitan como residuos sólidos en las tortas de filtración, que también pueden incluir elementos peligrosos procedentes de la salmuera, como arsénico y plomo. Estos residuos sólidos se analizan para determinar si son peligrosos o no. BHER envía los residuos no peligrosos de sus 10 centrales geotérmicas al relleno Desert Valley Company Monofill en El Valle Imperial, a unos 24 kilómetros al oeste de Westmorland. Estas instalaciones de poco más de 70 hectáreas reciben 750 toneladas de residuos no peligrosos de clase II al día, y recientemente se aprobó una ampliación su capacidad de eliminación, extendiendo su vida útil de 2025 a 2080 (BRG Consulting, 2021). Aunque la mayoría de los residuos geotérmicos se consideran no peligrosos, las operaciones de BHER han sido multadas por el almacenamiento, tratamiento y eliminación inadecuados de residuos peligrosos, así como por el vertido de aguas residuales con niveles elevados de plomo, arsénico y cobre en el Mar de Salton (Cagle, 2010).

Aunque se analizan los residuos sólidos para determinar su inocuidad, algunas operaciones geotérmicas han sido multadas por el almacenamiento, tratamiento y eliminación inadecuados de residuos peligrosos, así como por el vertido de aguas residuales con niveles elevados de plomo, arsénico y cobre en el Mar de Salton.

Mayor extracción de litio y procesamiento in situ en los centrales geotérmicas podrá introducir otros residuos y materiales peligrosos.

Aunque los residuos de cada proyecto de EDL serán diferentes, el proyecto ES Minerals puede servir para comprender mejor los posibles impactos. En el IIA del proyecto ATLiS de ES Minerals y la patente asociada, se identifican cinco flujos de residuos:

- 1. Torta de filtración de hierro (Fe) / sílice (Si)** — La torta de filtración de Fe/Si se produce actualmente como parte del proceso de vaporización flash y clarificación (primaria y secundaria) de la salmuera geotérmica. Esto ocurre independientemente de la extracción de litio y es un paso necesario para evitar la formación de incrustaciones y mantener el equipo de la central eléctrica. La torta de filtración de Fe/Si también puede contener arsénico, bario y plomo, que son perjudiciales para la salud humana.
- 2. Torta de filtración de calcio (Ca) / magnesio (Mg)** — La torta de filtración de Ca/Mg se añadiría como parte del proceso de extracción del litio. El calcio y el magnesio representan una parte importante de los minerales disueltos en la salmuera geotérmica del Mar de Salton y deben eliminarse como parte del proceso de extracción del litio. Para ello se utiliza soda cáustica (hidróxido de sodio) para eliminar el calcio y el magnesio, que se filtran en forma de hidróxidos. El destino de estos residuos no se indica explícitamente. Los hidróxidos de calcio y magnesio pueden ser una fuente de contaminación del agua que afecta al pH y a la dureza del agua.
- 3. Intercambio iónico del boro** — El boro (B) se elimina mediante intercambio iónico. Los residuos resultantes vuelven a pasar por el proceso de precipitación de Ca/Mg y el intercambio iónico en contracorriente. Sin embargo, no se especifica el destino de los residuos de boro. En altas concentraciones, el boro puede ser tóxico para plantas y animales.

4. **Torta de filtración de manganeso (Mn) / zinc (Zn)** — La torta de filtración de magnesio y zinc está relacionada con el proceso de extracción del mineral y puede ser o no un flujo residual. El magnesio y el zinc pueden separarse de la salmuera, pero durante el proceso se eliminan otras “impurezas” no identificadas que hay que tener en cuenta.
5. **Salmuera residual** — La salmuera residual es actualmente un flujo residual de la explotación de la energía geotérmica, pero su composición se modificaría con la adición de la extracción de litio al proceso. La salmuera residual se re-inyectaría en el yacimiento geotérmico.

ES Minerals tiene previsto minimizar los residuos al vender los subproductos de hierro/sílice y magnesio/zinc a compradores terceros para otros procesos industriales. Sin embargo, no está claro si actualmente tienen un mercado viable para estos productos. Si no se venden, tendrán que ser gestionados como residuos.

Algunos de estos flujos de residuos contendrán materiales peligrosos. El IIA de ES Minerals afirma que analizará los materiales antes de su eliminación y que cualquier material peligroso se eliminará en los vertederos adecuados. Esperan eliminar el 90% de sus residuos (28,749 metros cúbicos) en el vertedero no peligroso de Burrtec, en Salton City. El 10% peligroso restante (3,194 metros cúbicos) se eliminaría en el vertedero de Copper Mountain en Wellton, Arizona. Si los residuos no cumplen las normas de Arizona, se eliminarán en un sitio no especificado de Nevada.

Recientemente, California ha sido criticado por defensores de la justicia medioambiental por la práctica de transportar residuos peligrosos para verterlos en instalaciones no peligrosas de estados con normas menos estrictas, como Arizona (Lewis, 2023). Las distancias mayores de traslado de residuos también deben tenerse en cuenta en la contabilidad de las emisiones. Los valores publicados de las concentraciones y totales de minerales de la torta de filtración deben estar disponibles y ser fácilmente accesibles al público.

Las concentraciones de metales pesados como el arsénico, el plomo y el cadmio, son de preocupación particular, así como cualquier material radiactivo natural.

Los flujos de residuos de los demás proyectos de EDL serán probablemente similares a los de ES Minerals, pero requerirán su propio análisis. La salmuera geotérmica del Mar de Salton contiene una amplia gama de elementos. Hasta que las empresas o las agencias reguladoras publiquen las concentraciones y la masa total de los flujos de residuos, debe asumirse que cualquiera de estos constituyentes podría encontrarse en el flujo de residuos. En teoría, los minerales disueltos se re-inyectarían en el yacimiento geotérmico, y determinados procesos (cristalizadores, clarificadores y refinado) crearían residuos sólidos. Aunque la mayoría de los minerales no representan una amenaza directa para la salud humana cuando están disueltos en la salmuera geotérmica, los procesos de extracción y refinado podrían aumentar sus niveles de concentración.

Las concentraciones de metales pesados como el arsénico, el plomo y el cadmio, son de preocupación particular, así como cualquier material radiactivo natural. Existen minerales radiactivos naturales en niveles bajos en la SSKGRA (Finster et al., 2015). La patente de ES Minerals hace referencia a un proceso para evitar la precipitación de sales de metales terrestres radiactivos (Featherstone et al., 2020). Aunque se espera que este proceso continúe, incluir la precipitación de Ca/Mg (ambos metales alcalinotérreos) puede provocar la precipitación de otros metales alcalinotérreos, ya que reaccionan químicamente de forma similar al Ca/Mg. Existe una vía de riesgo teórica que no se ha explorado en su totalidad, pero que podría suponer un riesgo, principalmente para los trabajadores de la planta, del transporte y de la disposición de materiales, que trabajan estrechamente con este material de desecho durante periodos prolongados. Este riesgo debe vigilarse y mitigarse si la extracción de litio sigue adelante.

Además de los flujos de residuos, los proyectos de EDL utilizarán otros materiales peligrosos en el proceso, como solventes orgánicos y ácido sulfúrico. Los complejos industriales pueden trabajar con residuos y materiales peligrosos y gestionarlos de forma responsable, pero la transparencia y la rendición de cuentas son esenciales.

Actividad Sísmica

La EDL a partir de salmuera geotérmica, si aprovecha las tecnologías actuales, según la mejor ciencia disponible, no afectará directamente a la actividad sísmica. Sin embargo, el éxito de la extracción de litio podría hacer más rentable la energía geotérmica, lo que llevaría a una expansión de los pozos geotérmicos por toda la SSKGRA. Si la perforación y el mantenimiento de pozos adicionales utilizan Sistemas Geotérmicos Mejorados (EGS), entonces puede tener un impacto en la actividad sísmica. La ciencia en la que se basa la evaluación del riesgo sísmico de la explotación geotérmica está creciendo y mejorando, pero persiste incertidumbre y desacuerdo entre los científicos sobre los peligros y riesgos reales asociados a los EGS.

Las pruebas apoyan la teoría de que los sistemas EGS aumentan la frecuencia de los terremotos de magnitud inferior a 4, también conocidos como microsismos (Majer et al., 2007). Cada vez hay más pruebas de que los microsismos inducidos por EGS pueden reducir el riesgo sísmico global al ayudar a liberar la tensión de corte en la falla, reduciendo así el número de terremotos de gran magnitud (Im & Avouac, 2021). También hay algunas pruebas que demuestran que EGS puede causar terremotos de hasta magnitud 5.5, con el potencial de terremotos mayores (Woo et al., 2019). Sin embargo, EGS y la explotación geotérmica se producen en zonas que ya son propensas a los terremotos. Independientemente de la exploración geotérmica, las zonas ya corren el riesgo de sufrir terremotos; la proximidad a las fallas seguirá siendo el principal factor de riesgo, con o sin EGS.

Las centrales geotérmicas llevan más de 40 años funcionando de forma segura en el Valle Imperial. Aunque el impacto preciso de la explotación geotérmica en la inducción de actividad sísmica requiere más investigación, es importante ponerlo en contexto. El Valle Imperial actualmente vive con riesgo de grandes terremotos, dada su proximidad a la falla de San Andrés. Este riesgo estará presente con o sin nuevas extracciones de litio y energía geotérmica. Esto implica que será fundamental diseñar las instalaciones de extracción de litio con altos estándares de seguridad antisísmica, para proteger a los trabajadores y evitar la liberación de salmueras, residuos o materiales peligrosos al medio ambiente en caso de que se produzca un terremoto de gran magnitud.



Es fundamental diseñar las instalaciones de extracción de litio con altos estándares de seguridad antisísmica, para proteger a los trabajadores y evitar la liberación de salmueras, residuos o materiales peligrosos al medio ambiente en caso de que se produzca un terremoto de gran magnitud.

Foto: Comité Cívico del Valle

Conclusión

Los impactos ambientales de la extracción directa de litio de la salmuera geotérmica en El Valle Imperial examinados en el presente informe podrían resultar menos dañinos que la minería de roca dura o la extracción por evaporación. No obstante, todavía hay daños potenciales que deben ser evitados y mitigados.

- 1** Es probable que la contaminación atmosférica derivada de la extracción directa de litio se sitúe por debajo de los umbrales legales, pero sigue siendo necesario abordar los impactos acumulativos para proteger la salud pública.
- 2** El consumo de agua dulce puede ser un factor limitante para la industria del litio y contribuir a la degradación del Mar de Salton y a la mala calidad del aire por la exposición del lecho del lago.
- 3** Los residuos sólidos peligrosos y no peligrosos deben gestionarse adecuadamente.
- 4** Las instalaciones de extracción deben diseñarse con altos estándares de seguridad sísmica.

La mala calidad del aire ya supone un riesgo para la salud comunitaria; la liberación de contaminantes adicionales debe abordarse en este contexto. Aunque es probable que las emisiones de contaminantes atmosféricos de la EDL estén por debajo de los umbrales legales de importancia que requieren mitigación, podrían acercarse a estos umbrales. Las emisiones deben controlarse continuamente y los planes de calidad del aire deben adaptarse según sea necesario para proteger la salud pública. De particular preocupación será el monitoreo de los impactos acumulativos a la calidad de aire que conlleva el desarrollo pleno del «Valle de Litio». Esto va más allá de la construcción y operación de las instalaciones geotérmicas de extracción de litio, para incluir desplazamientos en vehículo, plantas de baterías y otras infraestructuras asociadas.

La EDL y las nuevas centrales geotérmicas consumirán cantidades significativas de agua dulce, y el crecimiento del sector puede verse limitado por la disponibilidad de agua del Río Colorado. Si se prioriza el agua para el desarrollo del litio en lugar de la agricultura o la restauración del Mar de Salton, esto podría tener un efecto indirecto sobre la calidad del aire al acelerar la contracción del mar y provocar un aumento del polvo de playa en el aire, que es perjudicial para la salud humana. Dados los efectos del cambio climático, será importante que el Condado de Imperial y el Distrito de Riego de Imperial planifiquen un futuro de reducción del uso del Río Colorado, y deberán considerar cuidadosamente las compensaciones que implica la forma de asignar el agua.

Los proyectos EDL pueden minimizar los residuos al re-inyectar la salmuera gastada en el yacimiento geotérmico y comercializar con éxito otros componentes de la salmuera, como sílice, manganeso y zinc. Sin embargo, tanto los residuos sólidos peligrosos y no peligrosos que se producen deben gestionarse adecuadamente. Deben tomarse medidas para evitar derrames y contaminación. El contenido de los residuos debe vigilarse de cerca, y la práctica de transportar residuos peligrosos fuera del estado debe examinarse desde la perspectiva de la justicia medioambiental.

Es poco probable que los proyectos EDL tengan un impacto directo en la actividad sísmica. Sin embargo, si se perforan nuevos pozos geotérmicos con EGS, esta medida puede tener el efecto de inducir mayor sismicidad, por lo que requiere más estudio y regulación. La zona del Valle Imperial ya tiene una

línea base de riesgo sísmico, por lo que la infraestructura para la extracción de litio debe diseñarse para cumplir con estándares altos de seguridad antisísmica.

Durante demasiado tiempo, el Mar de Salton se ha considerado un desastre sin solución, y el Valle Imperial se ha visto como zona de sacrificio perpetuo. Eso ya no puede seguir así.

Para hacerle frente al cambio climático, debemos pasar lo antes posible a las energías renovables. Pero para lograr una transición energética justa y equitativa, no podemos crear nuevas zonas de sacrificio para la extracción de litio.

Se debe reparar los daños del pasado, respetar el derecho de las comunidades indígenas al CLPI, y las comunidades de primera línea deben tener una voz en la toma de decisiones, y recibir beneficios, en lugar de perjuicios continuos, de cualquier nuevo desarrollo.

Las políticas para impulsar el reciclaje del litio y exigir baterías de menor tamaño pueden ayudar a reducir la carga sobre las comunidades afectadas por la minería. En los sitios donde sí se opta por extraer litio nuevo, tenemos la oportunidad de evitar replicar los daños del pasado y en su lugar cumplir con las normas más estrictas en materia de derechos humanos y protección ambiental. El Valle Imperial tiene la oportunidad de ejercer liderazgo al promover la EDL con su debida diligencia, atendiendo de forma responsable las preocupaciones de las comunidades de primera línea y garantizando los beneficios de esta transición para las comunidades mismas.



Foto: Comité Cívico del Valle

Referencias

- Arrow-Weed, P. J. (2022, July 26). *Letter to Lithium Valley Commission from AhMut Pipa Foundation*. <https://efiling.energy.ca.gov/Lists/DocketLog.aspx?docketnumber=20-LITHIUM-01>
- Blair, J. J. A., Balcázar, R. M., Barandiarán, J., & Maxwell, A. (2022). *Exhausted: How we can stop lithium mining from depleting water resources, draining wetlands, and harming communities in South America*. (R: 21-10-A). Natural Resources Defense Council. <https://www.nrdc.org/resources/exhausted-how-we-can-stop-lithium-mining-depleting-water-resources-draining-wetlands-and>
- Bland, A. (2023, January 17). Growers brace to give up some Colorado River water. *CalMatters*. <http://calmatters.org/environment/2023/01/colorado-river-water/>
- Block, S. (2021). *Mining Energy-Transition Metals: National Aims, Local Conflicts*. <https://www.msci.com/www/blog-posts/mining-energy-transition-metals/02531033947>
- Bradley, D. C., Stillings, L. L., Jaskula, B. W., Munk, L., & McCauley, A. D. (2017). Lithium. In *Lithium* (USGS Numbered Series 1802-K; Professional Paper, Vols. 1802-K, p. 34). U.S. Geological Survey. <https://doi.org/10.3133/pp1802K>
- BRG Consulting. (2021). *Draft Environmental Impact Report Vol. 1 Desert Valley Company Monofill Expansion Project, Cell 4*.
- Bridge, G., & Faigen, E. (2022). Towards the lithium-ion battery production network: Thinking beyond mineral supply chains. *Energy Research & Social Science*, 89, 102659. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2022.102659>
- Cagle, F. (2010). Geothermal Power in Imperial Valley. *Desert Report*.
- California Air Resources Board. (2022). *Imperial County Air Quality Plans*. <https://ww2.arb.ca.gov/our-work/programs/california-state-implementation-plans/nonattainment-area-plans/imperial-county>
- California Energy Commission. (2020). *Notice of Exemption: Salton Sea Geothermal Lithium Recovery Demonstration Project*.
- California State Lands Commission. (n.d.). *Geothermal Energy*. Retrieved January 31, 2023, from <https://www.slc.ca.gov/renewable-energy/geothermal-energy/>
- Chambers Group, Inc. (2021). *Draft Environmental Impact Report for the Energy Source Mineral ATLiS Project*.
- Chao. (2022, February 16). Quantifying California's Lithium Valley: Can It Power Our EV Revolution? *News from Berkeley Lab*. <https://newscenter.lbl.gov/2022/02/16/quantifying-californias-lithium-valley-can-it-power-our-ev-revolution/>
- Chao, J. (2020, August 6). Geothermal Brines Could Propel California's Green Economy. *Berkeley Lab Energy Technologies Area*. <https://eta.lbl.gov/news/geothermal-brines-could-propel>
- Controlled Thermal Resources. (2022a). *Lithium + Renewable Energy powerfully combined*. https://static1.squarespace.com/static/5bbc837993a6324308c97e9c/t/651a1e606ce64165830e716d/1696210536239/CTR+Brochure_September+2023.pdf
- Controlled Thermal Resources. (2022b, October 10). *CTR Q3 Update*. <https://www.cthermal.com/latest-news/ctr-q3-update>
- County of Imperial Planning & Development Services Department. (2022). *Initial Study & Environmental Analysis For: Hell's Kitchen PowerCo 1 and LithiumCo 1 Project*.

- DiPippo, R., & Lippmann, M. (2017). The Shrinking Salton Sea and its Impact on Geothermal Development. *GRC Bulletin*.
- Dominish, E., Florin, N., & Teske, S. (2019). *Responsible Minerals Sourcing for Renewable Energy*. Institute for Sustainable Futures, University of Technology Sydney.
- Dominish, E., Florin, N., & Wakefield-Rann, R. (2021). *Reducing new mining for electric vehicle battery metals: Responsible sourcing through demand reduction strategies and recycling*. Institute for Sustainable Futures, University of Technology Sydney.
- Earthworks. (2021a). *Recharge Responsibly: The Environmental and Social Footprint of Mining Cobalt, Lithium, and Nickel for Electric Vehicle Batteries*. <https://earthworks.org/resources/recharge-responsibly/>
- Earthworks. (2021b). *Just Minerals: Safeguarding Protections for Community Rights, Sacred Places, and Public Lands from the Unfounded Push for Mining Expansion*. <https://earthworks.org/resources/just-minerals/>
- EnergySource Minerals LLC. (n.d.-a). ATLiS. EnergySourceMinerals. Retrieved May 4, 2023, from <https://www.esminerals.com/atlis>
- EnergySource Minerals LLC. (n.d.-b). ILiAD. EnergySourceMinerals. Retrieved April 24, 2023, from <https://www.esminerals.com/iliad>
- Evarts, E. C. (2015). Lithium batteries: To the limits of lithium. *Nature*, 526(7575), Article 7575. <https://doi.org/10.1038/526S93a>
- Farzan, S. F., Razafy, M., Eckel, S. P., Olmedo, L., Bejarano, E., & Johnston, J. E. (2019). Assessment of Respiratory Health Symptoms and Asthma in Children near a Drying Saline Lake. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(20), Article 20. <https://doi.org/10.3390/ijerph16203828>
- Featherstone, J. L., Hanson, P. J., Garska, M. J., & Marston, C. R. (2020). *Process for Recovery of Lithium From a Geothermal Brine* (Patent US20200189925A1).
- Finster, M., Clark, C., Schroeder, J., & Martino, L. (2015). Geothermal produced fluids: Characteristics, treatment technologies, and management options. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 50, 952–966. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.05.059>
- Foruzan, S. (n.d.). Exposing the Desert: *Environmental justice in California's Desert Wetland*. ArcGIS StoryMaps. Retrieved March 30, 2023, from <https://storymaps.arcgis.com/stories/b0eafb481a3a48c7943fa4164ebfaadf>
- Frie, A. L., Dingle, J. H., Ying, S. C., & Bahreini, R. (2017). The Effect of a Receding Saline Lake (The Salton Sea) on Airborne Particulate Matter Composition. *Environmental Science & Technology*, 51(15), 8283–8292. <https://doi.org/10.1021/acs.est.7b01773>
- Frie, A. L., Garrison, A. C., Schaefer, M. V., Bates, S. M., Botthoff, J., Maltz, M., Ying, S. C., Lyons, T., Allen, M. F., Aronson, E., & Bahreini, R. (2019). Dust Sources in the Salton Sea Basin: A Clear Case of an Anthropogenically Impacted Dust Budget. *Environmental Science & Technology*, 53(16), 9378–9388. <https://doi.org/10.1021/acs.est.9b02137>
- Gates, T., & Crawford, C. (2010). *Ethnographic Assessment of the Importance of Obsidian Butte to the Native American Community, Imperial County, California*. California Energy Commission.
- Geothermal Technologies Office. (n.d.). *Electricity Generation*. Energy.Gov. Retrieved January 31, 2023, from <https://www.energy.gov/eere/geothermal/electricity-generation>

- Harrison, S. (2014). *Technologies for Extracting Valuable Metals and Compounds from Geothermal Fluids* (Grant Report DE-EE0002790). Department of Energy Geothermal Technologies Program. <https://www.osti.gov/servlets/purl/1171706>
- Im, K., & Avouac, J.-P. (2021). On the role of thermal stress and fluid pressure in triggering seismic and aseismic faulting at the Brawley Geothermal Field, California. *Geothermics*, 97, 102238. <https://doi.org/10.1016/j.geothermics.2021.102238>
- Imperial Irrigation District. (2016). *Geothermal and Mineral Lease to Controlled Thermal Resources*. https://imperialid.granicus.com/MetaViewer.php?view_id=9&clip_id=155&meta_id=14883
- Imperial Irrigation District. (2023). *Water*. <https://www.iid.com/water>
- Kesler, S. E., Gruber, P. W., Medina, P. A., Keoleian, G. A., Everson, M. P., & Wallington, T. J. (2012). Global lithium resources: Relative importance of pegmatite, brine and other deposits. *Ore Geology Reviews*, 48, 55–69. <https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2012.05.006>
- Koch Separation Solutions. (2023). *Li-PRO™ Lithium Extraction*. Koch Separation Solutions. <https://www.kochseparation.com/technologies/ion-exchange/li-pro-lithium-extraction/>
- Lewis, R. (2023, January 25). California Toxics: Out of state, out of mind. *CalMatters*. <http://calmatters.org/environment/2023/01/california-toxic-waste-dumped-arizona-utah/>
- Lucas, C. (2022, September 21). *Kwaaymii Laguna Band of Indians Comments on the Draft Report of the Blue Ribbon Commission on Lithium Extraction in California*. <https://efiling.energy.ca.gov/Lists/DocketLog.aspx?doctnumber=20-LITHIUM-01>
- Majer, E. L., Baria, R., Stark, M., Oates, S., Bommer, J., Smith, B., & Asanuma, H. (2007). Induced seismicity associated with Enhanced Geothermal Systems. *Geothermics*, 36(3), 185–222. <https://doi.org/10.1016/j.geothermics.2007.03.003>
- McKibben, M. (2023, March 2). *The Promise and Challenges of Geothermal Lithium*. <https://lirric.lbl.gov/2023/03/march-15-michael-mckibben-usriverside/>
- McKibben, M., Elders, W., & Raju, A. S. (2021). Lithium and Other Geothermal Mineral and Energy Resources Beneath the Salton Sea. In *Crisis at the Salton Sea: The vital role of science* (pp. 74–85).
- Munk, L., Hynek, S., Bradley, D. C., Boutt, D., Labay, K. A., & Jochens, H. (2016). *Lithium brines: A global perspective*. 18, 339–365. <https://doi.org/10.5382/Rev.18.14>
- National Renewable Energy Laboratory. (n.d.). *Sedimentary and Enhanced Geothermal Systems*. Retrieved September 28, 2023, from <https://www.nrel.gov/geothermal/sedimentary-egs.html>
- Ohnsman, A. (2022, August 31). California's Lithium Rush For EV Batteries Hinges On Taming Toxic, Volcanic Brine. *Forbes*. <https://www.forbes.com/sites/alanohnsman/2022/08/31/californias-lithium-rush-electric-vehicles-salton-sea/>
- Owen, J. R., Kemp, D., Lechner, A. M., Harris, J., Zhang, R., & Lèbre, É. (2022). Energy transition minerals and their intersection with land-connected peoples. *Nature Sustainability*, 1–9. <https://doi.org/10.1038/s41893-022-00994-6>
- Paz, S., Kelley, R., Castaneda, S., Colwell, R., Dolega, R., Flores, M., Hanks, J., Lopez, A., Olmedo, L., Reynolds, A., Scott, M., Soto, T., & Weisgall, J. (2022). *Report of the Blue Ribbon Commission on Lithium Extraction in California* (CEC-300-2022-009-F). California Energy Commission.
- Riofrancos, T. (2023). The Security–Sustainability Nexus: Lithium Onshoring in the Global North. *Global Environmental Politics*, 23(1), 20–41. https://doi.org/10.1162/glep_a_00668

- Riofrancos, T., Kendall, A., Dayemo, K. K., Haugen, M., McDonald, K., Hassan, B., Slattery, M., & Lillehei, X. (2023). *Achieving Zero Emissions with More Mobility and Less Mining*. Climate and Community Project. <https://www.climateandcommunity.org/more-mobility-less-mining>
- Rossi, C., Bateson, L., Bayarara, M., Butcher, A., Ford, J., & Hughes, A. (2022). Framework for Remote Sensing and Modelling of Lithium-Brine Deposit Formation. *Remote Sensing*, 14(6), Article 6. <https://doi.org/10.3390/rs14061383>
- Roth, S. (2014). At Salton Sea, geothermal hopes persist. *The Desert Sun*. <https://www.desertsun.com/story/tech/science/energy/2014/09/13/geothermal-energy-salton-sea/15613995/>
- Roth, S. (2017). Salton Sea geothermal plant would use lithium tech that caught Tesla's eye. *The Desert Sun*. <https://www.desertsun.com/story/tech/science/energy/2017/02/10/salton-sea-geothermal-plant-would-use-lithium-tech-caught-teslas-eye/97743092/>
- Salton Sea Authority. (n.d.). *History*. Retrieved May 4, 2023, from <https://saltonsea.com/get-informed/history/>
- Salton Sea Management Program. (2022). Salton Sea Long Range Plan Public Draft. California Natural Resources Agency.
- Scheyder, E. (2022, October 5). U.S. steps away from flagship lithium project with Buffett's Berkshire. *Reuters*. <https://www.reuters.com/markets/us/us-steps-away-flagship-lithium-project-with-berkshire-2022-10-05/>
- Scheyder, E. (2022, September 7). Standard Lithium retools operations after short seller's attacks. *Reuters*. <https://www.reuters.com/business/sustainable-business/standard-lithium-retools-operations-after-short-sellers-attacks-2022-09-07/>
- Scott, A. (2021). *Gnarly Brine* (Season 1 Episode 5). Retrieved February 14, 2023, from <https://www.marketplace.org/shows/how-we-survive/gnarly-brine/>
- Short and Long Term Solutions to Extreme Drought in the Western United States*. (2022). <https://www.doi.gov/ocl/western-us-drought-0>
- Stringfellow, W. T., & Dobson, P. F. (2021). Technology for the Recovery of Lithium from Geothermal Brines. *Energies*, 14(20), Article 20. <https://doi.org/10.3390/en14206805>
- Suri, R., Burgi, P., Glennon, R., Kenny, S. D., Lockwood, J., Paytan, A., & Raucher, R. (2022). *Evaluation of Water Importation Concepts for Long-Term Salton Sea Restoration* [Independent Review Panel Summary Report]. Salton Sea Management Program.
- U.S. Department of Energy. (2021). *Critical Minerals and Materials*. <https://www.energy.gov/eere/amo/doe-critical-minerals-materials-strategies>
- U.S. Energy Information Administration. (2022). Geothermal power plants. <https://www.eia.gov/energyexplained/geothermal/geothermal-power-plants.php>
- U.S. EPA. (2016, April 26). *Health and Environmental Effects of Particulate Matter (PM)* [Overviews and Factsheets]. <https://www.epa.gov/pm-pollution/health-and-environmental-effects-particulate-matter-pm>
- U.S. Geological Survey. (2022). *Mineral Commodity Summaries*. <https://pubs.usgs.gov/publication/mcs2022>
- U.S. Geological Survey. (2023). *Lithium* (Mineral Commodities Summary). <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2023/mcs2023-lithium.pdf>

- Ventura, S., Bhamidi, S., Hornbostel, M., & Nagar, A. (2020). *Selective Recovery of Lithium from Geothermal Brines* (CEC-500-2020-020). California Energy Commission.
- Vera, M. L., Torres, W. R., Galli, C. I., Chagnes, A., & Flexer, V. (2023). Environmental impact of direct lithium extraction from brines. *Nature Reviews Earth & Environment*, 4(3), 149–165. <https://doi.org/10.1038/s43017-022-00387-5>
- Voyles, T. B. (2021). *The Settler Sea: California's Salton Sea and the Consequences of Colonialism*. University of Nebraska Press.
- Water Education Foundation. (2020, June 22). *What's an Acre-foot?* Water Education Foundation. <https://www.watereducation.org/aquapedia/acre-foot>
- Weng, D., Duan, H., Hou, Y., Huo, J., Chen, L., Zhang, F., & Wang, J. (2020). Introduction of manganese based lithium-ion Sieve-A review. *Progress in Natural Science: Materials International*, 30(2), 139–152. <https://doi.org/10.1016/j.pnsc.2020.01.017>
- Wilson, J. (2023, May 22). Colorado River basin states reach historic deal on water cutbacks to stave off crisis. *The Desert Sun*. <https://www.desertsun.com/story/news/environment/2023/05/22/colorado-river-basin-states-reach-landmark-deal-on-water-cuts/70243520007/>
- Woo, J.-U., Kim, M., Sheen, D.-H., Kang, T.-S., Rhie, J., Grigoli, F., Ellsworth, W. L., & Giardini, D. (2019). An In-Depth Seismological Analysis Revealing a Causal Link Between the 2017 MW 5.5 Pohang Earthquake and EGS Project. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 124(12), 13060–13078. <https://doi.org/10.1029/2019JB018368>



Foto: Comité Cívico del Valle

