

DLE: Desafíos y Oportunidades

Rodrigo Cabrera | Senior Manager EY Chile

03 septiembre 2025

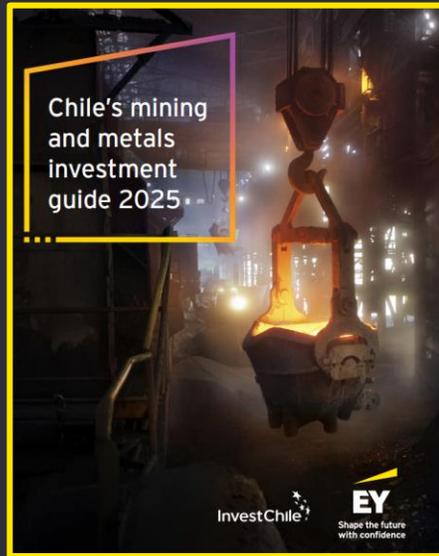


The better the question. The better the answer.
The better the world works.



Building a better
working world

Algunas de nuestras recientes publicaciones sobre M&M



Guía de Minería & Metales de EY Chile 2025

Esta publicación recoge las opiniones de varios profesionales destacados del sector minero de EY Chile, que aportan una amplia gama de conocimientos en los ámbitos jurídico, fiscal, económico y contable. Comparten sus perspectivas únicas y describen los elementos clave necesarios para que las empresas mineras y metalúrgicas internacionales se expandan con éxito en Chile. Al igual que en la edición anterior, hemos incluido información valiosa de InvestChile, destacando el liderazgo mundial sostenido de Chile en el sector minero y el futuro prometedor dentro de la nueva economía.



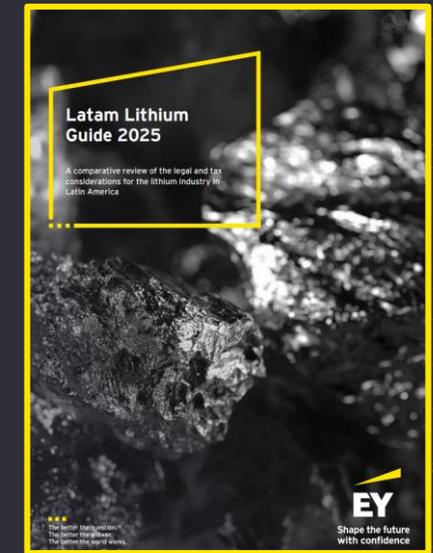
10 Riesgos & Oportunidades de la industria minera 2025

La urgente necesidad de centrarse en la transición energética está alterando el sector minero y metalúrgico y afectando a los riesgos y oportunidades de este año. El mundo se ha dado cuenta de que la transición energética no se producirá sin un mayor suministro de minerales y metales, pero el sector se enfrenta a un triple desafío: lograr una minería sostenible, gestionar la disciplina del capital y satisfacer las crecientes expectativas de las partes interesadas. Ahora es fundamental una transformación significativa del sector, que requiere innovación, colaboración y agilidad.



Litio: Un recurso estratégico para el mundo actual (Point of View) 2024

Los dos principales impulsores que explican la alta demanda de litio son la revolución de la electromovilidad y el almacenamiento estacionario de electricidad (BESS). Este punto de vista es un esfuerzo por apoyar el impulso al desarrollo de esta industria desde una perspectiva crítica y constructiva.



Guía Latinoamericana de Litio 2024-2025

El litio es una de las fuerzas impulsoras de la carrera hacia la transición energética. Esta guía proporciona a las empresas internacionales de exploración y producción de litio una base de hechos e información crítica para facilitar y respaldar sus debates y decisiones de inversión en América Latina. Este documento es un esfuerzo por apoyar el impulso para desarrollar esta industria.

En que está Chile hoy?

Avances últimos 12 meses en materia de Litio

- ▶ Anunciada en abril de 2023, La ENL tiene la finalidad de incorporar capital, tecnología, sostenibilidad y valor agregado a la industria en Chile, siempre en armonía y de la mano de las comunidades y sostenibilidad.

- ▶ A la fecha:

1) Salares Estratégicos

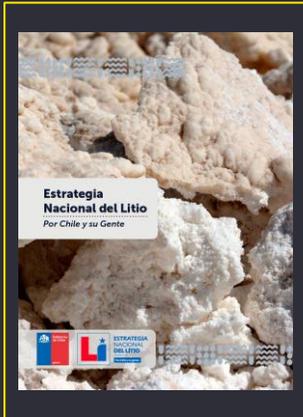
- ✓ **Atacama:** Asociación público-privado entre Codelco y SQM (2025 and 2060).
- ✓ **Maricunga:** Acuerdo de Asociación que establece los términos y condiciones para la creación de una sociedad conjunta entre Codelco y Rio Tinto (1T 2026).
- ✓ **Salares Altoandinos:** Enami cerró un acuerdo con Rio Tinto en julio de 2025 y se logró la aprobación del CEOL en agosto 2025 para establecer una alianza público-privada que permitirá el desarrollo del proyecto en los salares Grande, La Isla y Aguilar, en la Región de Atacama.

2) Red de salares protegidos

- ✓ Presentado en julio 2025 (COP15 de humedales)
- ✓ La Red de Salares Protegidos protegerá un total de 26 salares en 15 áreas protegidas aumentando de un 8% a un 32% los salares protegidos de nuestro país. Del total, 8 de estos ecosistemas se encuentran ubicados en la Región de Antofagasta y otros 7 salares propuestos están emplazados en la Región de Atacama.

3) Creación de Instituto Público de Investigación y Tecnología de Litio.

- ✓ D.O. Diciembre 2024 y lanzado en enero 2025
- ✓ INLiSa representa un hito en el fortalecimiento de las capacidades públicas para el desarrollo sostenible de la industria del litio, posicionando al Estado como un actor activo en el conocimiento, la tecnología y la gobernanza de los salares.



Estrategia Nacional del Litio de Chile

Que tiene en común el avance hasta hoy?

Los proyectos **incorporan tecnología de Extracción Directa de Litio (DLE)**, que busca reducir la huella ambiental y mantener el equilibrio hídrico de los salares

En que está el mundo hoy?

Competencia Global (algunos proyectos)

- ▶ Argentina y Chile triplicaron su producción en la última década
- ▶ China creció 8,5x y Australia 7x en el mismo periodo.

Región	Proyecto – Empresa	Status	Método	Capacidad estimada (tpa LCE)
América del Sur	Altoandinos (Chile) – Río Tinto/ENAMI	Anuncio (CEOL)	DLE	Hasta 75.000
	Maricunga (Chile) – Codelco/Río Tinto	Validación de Acuerdo	DLE	20.000
	Rincón (Argentina) – Río Tinto	Construcción Piloto	DLE	Hasta 60.000
	Olaroz II (Argentina) – Río Tinto	Construcción	Convencional	20.000 → 50.000
	Cauchari-Olaroz 2 (Argentina) – LAR/Gangfeng	Estudios	Híbrido	40.000 → 80.000
	Pozuelos-Pastos Grandes (Argentina) –LAR/Gangfeng	Anuncio (JV)	Híbrido	Hasta 150.000
	Fénix 1A/1B (Argentina) – Río Tinto	Construcción	DLE	20 000 → 40.000
	Mariana (Argentina) – Gangfeng	Construcción	Convencional	20.000 tpa LiCl
América del Norte	Sal de Oro (Argentina) – Posco	Construcción	Fosfato	25.000 tpa LHM
	Thacker Pass (EE.UU.) – LAC	Construcción	(*)	40.000 (Fase 1)
	Tonopah Flats (EE.UU.) – ABAT	Exploración	(*)	30.000 tpa LHM
	Rhyolite Ridge (EE.UU.) – Ioneer	Permisos	(*)	26.800
	Smackover Lithium (EE.UU.) – Standard Lithium/Equinor	Anuncio	DLE	22.500
Europa	Smackover (EE.UU.) – ExxonMobil	Anuncio	DLE	~40.000 +
	Cinovec (Rep.Checa) – European Metals H.	Factibilidad	(*)	30.000 tpa LHM
	Wolfsberg (Austria) – Critical Metals Corp	Construcción	(*)	~10.000
	Keliber (Finlandia) – Sibanye-Stillwater	Construcción	(*)	~15.000
	Lionheart (Alemania) – Vulcan Energy	Construcción en 2026	(*)	15.000 → 40.000
África / Asia	Manono (RDC) – AVZ Minerals Limited	Factibilidad	(*)	1,6 Mtpa SC6
	Goulamina (Mali) – Gangfeng	Construcción	(*)	506 ktpa SC6
Oceanía	Greenbushes (Australia) – Talison Lithium	Expansión	(*)	80.000 → 160.000
	Pilbara P1000 (Australia) – Pilbara Minerals	Puesta en Marcha	(*)	1,0 Mtpa SC6

(*) Proyectos de roca o arcilla

Argentina Avanza Rápido



Argentina

- ▶ Recursos 122M tons LCE⁽¹⁾
- ▶ Reservas: 21M tons LCE⁽¹⁾
- ▶ Producción: 75 ktpa LCE en 2024⁽²⁾
- ▶ +62% YTY 2023
- ▶ Futuro: Nuevos proyectos y ampliaciones en construcción y operación por alrededor de 150 kt LCE adicionales (Fénix 1B, Sal de Oro, Sal de Vida, 3Q, Olaroz II, Mariana, Centenario-Ratones).



Chile

- ▶ Recursos 59M tons LCE⁽³⁾
- ▶ Reservas: 49M tons LCE⁽³⁾
- ▶ Producción: 285 ktpa LCE en 2024⁽⁴⁾
- ▶ +5% YTY 2023
- ▶ Futuro : No hay nuevos proyectos en construcción

Desafíos principales de los proyectos de litio

Desafíos externos



- ▶ **Mercado competitivo:** grandes empresas irrumpen en la industria, desbalance oferta-demanda, presión sobre los precios.
- ▶ **Marco regulatorio:** tiempos de tramitación de permisos, factores políticos por sobre lo técnico, judicialización de permisos.
- ▶ **Política económica:** tasa impositiva y royalties, incentivos a la inversión.
- ▶ **Infraestructura disponible:** caminos, energía eléctrica y térmica, agua, logística.
- ▶ **Geopolítica:** participación del Estado, trazabilidad de origen, aseguramiento del suministro, políticas globalistas (ESG).

Desafíos internos



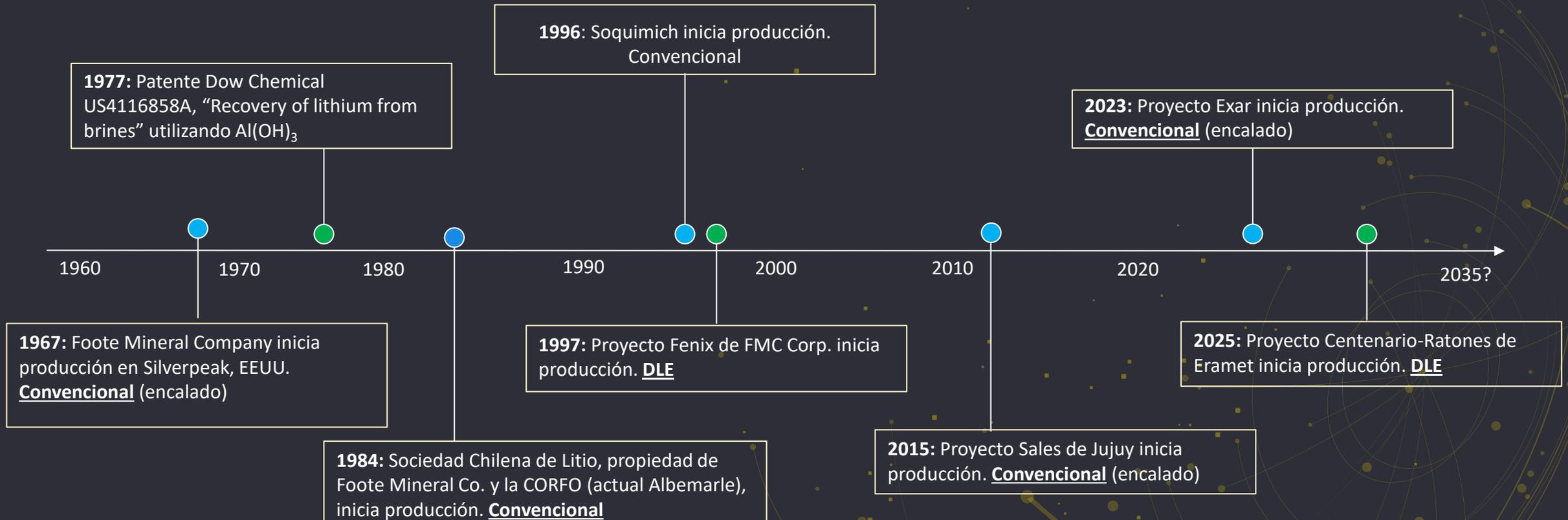
- ▶ **Lograr calidad del producto:** importancia del trabajo previo de probar el proceso a escala piloto.
- ▶ **Control de costos:** importancia del diseño del proceso y de la planta para evitar altos costos durante la puesta en marcha.
- ▶ **Recurso humano:** escasez de talento técnico, condiciones geográficas y curva de aprendizaje prolongada, provocan un mayor tamaño de la organización.
- ▶ **Estrategias de financiamiento:** varias alternativas como contratos offtake, JV, capital propio, asociación público-privada.
- ▶ **Políticas ESG:** la dimensión social obligatoriamente, ocupa hoy una posición prominente en estas materias.

Desafíos tecnológicos



- ▶ **Proceso convencional:** es factible aplicarlo cuando la calidad de la salmuera (>500 ppm Li) y las condiciones geográficas lo permiten (viento, radiación solar, escasez de lluvias, espacio para construcción de pozos solares)
- ▶ **Proceso DLE:** Las empresas productoras que desarrollen su propia tecnología DLE tendrán independencia operacional, disminuyendo el riesgo de sus operaciones.
- ▶ **Potenciamiento en el uso de tecnologías abiertas de apoyo al DLE** como Ultra Filtración (UF), Nano Filtración (NF) y Osmosis Inversa (RO) para concentrar salmueras y evitar el uso de combustibles fósiles.
- ▶ **Sistemas híbridos:** Permite combinar el proceso convencional con el de extracción directa, disminuyendo el riesgo tecnológico y de mercado (calidad de producto y oportunidad de la oferta), mientras la tecnología DLE no tiene la madurez requerida.

Timeline Procesos Convencionales vs DLE



● DLE

● Convencional

A 50 años desde la primera patente de Dow Chemical
¿Qué pasa con la DLE?, ¿Por qué no tiene mayor aplicación en Chile?
¿Por qué no hay grandes plantas con esta tecnología (e.g. 80.000 tpa LCE)?

Proceso Convencional vs DLE

CONVENCIONAL

- Extracción y evaporación acelerada de salmuera influye directamente en nivel freático del salar, e indirectamente en nivel de agua superficial de lagunas
- Eficiente en el uso de energía al utilizar radiación solar como fuente principal
- Posibilidad de obtener subproductos como potasio, boro, magnesio, sodio
- El método convencional por evaporación no es único, sino que difiere entre distintas compañías, lo que tiene un impacto en rendimiento y costos operacionales
- Eficiencia global de Litio es menor que el 50%

DLE

- Extracción selectiva de litio y re-inyección de salmuera “gastada” al salar, con bajo impacto en nivel freático y lagunas
- Procesos necesitan concentrar salmuera y aumentar su temperatura, por lo que requieren mayor uso de energía
- Enfoque en la obtención del litio
- Existen distintos tipos de DLE y variantes de los procesos (intercambio iónico, adsorción, extracción por solvente, membranas, electroquímica)
- Eficiencia global de Litio es mayor al 75%

Proceso Convencional vs DLE

Aspecto	Evaporación convencional	Extracción Directa de Litio (DLE)
Evaporación de agua	Evaporación en pozas: 200 – 500 m ³ /tLCE	Evaporación según el proceso: bajo
Consumo de agua fresca	Consumo agua fresca es mínimo: 25 m ³ /tLCE	Agua fresca para proceso (100 – 150 m ³ /tLCE)
Consumo de energía	Bajo. Concentración salmuera con energía solar Para bombeo desde pozos: 150 – 900 kWh/tLCE Equipos eléctricos en planta: 1000 kWh/tLCE	Muy Alto. Procesos térmicos para calentar y concentrar salmueras
Factibilidad Técnica y Económica	Viable en climas áridos y con alta radiación solar	Aplicable en climas fríos o húmedos
	Salmueras de alta ley (>500 ppm Li)	Salmueras de baja ley (100 ppm Li)
Recuperación global de litio	Baja (Solar: 50%, Planta: 85%, Global: 43%)	Alta (DLE: 90%, Planta: 85%, Global: 77%)
Pureza del producto	Requiere purificación adicional. Adición de reactivos que aportan impurezas es contraproducente	Alta pureza, mayor control selectivo
Capex (*)	Capex relativamente bajo (<1.000 MUSD)	Capex alto en tecnología propietaria, equipos (>1.000 MUSD)
Opex (*)	Bajo (4 – 6 USD/kgLCE). Sensibilidad a la presencia de contaminantes (Mg)	Alto (>6 USD/kgLCE). Energía e insumos
Impacto ambiental	Alto en agua y ecosistemas (alteración hídrica)	Menor impacto hídrico, pero mayor en energía
	Uso de grandes áreas de evaporación	No necesita de grandes áreas Genera residuos de materiales ajenos al entorno
Escalabilidad industrial	Ya probado en Chile, Argentina, China. Alta escala (100.000+ tpa LCE)	Aún en fase de escalamiento (pilotos → comerciales). Falta probar consistencia a gran escala
Riesgo tecnológico	Tecnología madura, riesgo bajo	Tecnología emergente, riesgo técnico y de performance (selectividad, estabilidad química y física de los extractantes)
Aceptación social y regulatoria	Cada vez más cuestionado por impacto ambiental	Mejor percepción social y política por menor consumo de agua

(*) Valores aportados por Barrymor Ingeniería Limitada para un tamaño de planta de 20.000 tpa LCE

Desafíos y Oportunidades del DLE

Desafíos

- ▶ Selectividad Li. Capacidad de extraer litio, pero no otros contaminantes como Mg, Ca o Na
- ▶ Estabilidad química y física de los materiales extractantes. Deterioro progresivo con los ciclos de operación
- ▶ Uso de agua fresca (para regeneración de extractantes)
- ▶ Consumo de energía (para calentar y concentrar salmuera)
- ▶ Disposición de materiales extractantes
- ▶ Cuidado de incorporar elementos extraños al proceso (compatibilidad con el producto final).
- ▶ Costo de los extractantes y dependencia de proveedores

Oportunidades

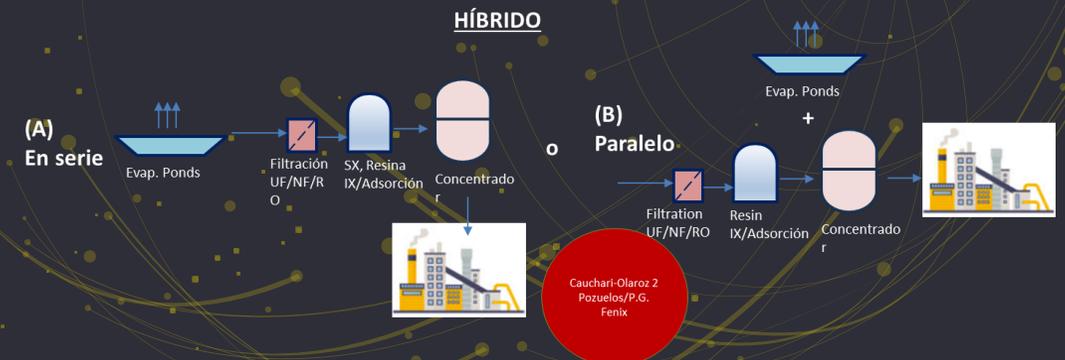
- ▶ Exigencias ambientales por menor uso de agua fresca y menor área de afectación desafían uso de procesos convencionales
- ▶ Nuevos yacimientos con salmueras de menor calidad y condiciones climáticas donde el proceso convencional no es aplicable
- ▶ Mayor recuperación de litio en procesos DLE (es al menos un 50% mayor)
- ▶ Salmueras de pozos petroleros (los costos asociados al bombeo ya fueron realizados)
- ▶ Menor costo de inventario de litio en planta (un gran volumen de salmuera se almacena en las pozas de evaporación)

Reflexiones Finales

Oportunidad estratégica para la competitividad de Chile



- ▶ Procesos híbridos en paralelo: Aprovechar el conocimiento y madurez en los sistemas convencionales, combinando tecnologías (convencional y DLE) en aquellos salares donde la calidad de la salmuera lo permita (ventajas comparativas de yacimientos en Chile). Con esto se logra agilizar la ejecución y disminuir el riesgo de los proyectos, en el corto plazo, mientras se prueban nuevas tecnologías DLE.
- ▶ En procesos híbridos en serie, se logra reemplazar el uso de combustibles fósiles para concentrar la salmuera, por pozas de evaporación solar.
- ▶ En el mediano y largo plazo, optimizar y consolidar el uso de tecnología DLE en Chile para maximizar la recuperación de litio y minimizar los costos de producción, manteniendo el control sobre los riesgos ambientales.





Alicia Dominguez
Partner/Principal
Leader Mining & Metals EY Chile
Alicia.dominguez@cl.ey.com



Rodrigo Cabrera
Senior Manager
EY Industries & Energy
rodrigo.cabrera@cl.ey.com



Fabio Fortes
Executive Director
EY CoE Mining & Metals Chile
fabio.fortes@cl.ey.com

Muchas gracias

EY | Building a better working world

EY exists to build a better working world, helping to create long-term value for clients, people and society and build trust in the capital markets.

Enabled by data and technology, diverse EY teams in over 150 countries provide trust through assurance and help clients grow, transform and operate.

Working across assurance, consulting, law, strategy, tax and transactions, EY teams ask better questions to find new answers for the complex issues facing our world today.

EY refers to the global organization, and may refer to one or more, of the member firms of Ernst & Young Global Limited, each of which is a separate legal entity. Ernst & Young Global Limited, a UK company limited by guarantee, does not provide services to clients, nor does it own or control any member firm or act as the headquarters of any member firm. Information about how EY collects and uses personal data and a description of the rights individuals have under data protection legislation are available via ey.com/privacy. EY member firms do not practice law where prohibited by local laws. For more information about our organization, please visit ey.com.

© 2025 EY
All Rights Reserved.

This material has been prepared for general informational purposes only and is not intended to be relied upon as accounting, tax, legal or other professional advice. Please refer to your advisors for specific advice.

ey.com