

Invirtiendo en la cadena de valor del litio: consideraciones operacionales, financieras y tecnológicas



Nassam E. Estibill Zalaquett
Director de Consultoría Metales y Minería
Nassam.Estibill@woodmac.com

10 de septiembre de 2026





Índice

- 1. Definiendo la Oportunidad**
- 2. Consideraciones para Invertir en la Cadena de Valor del Litio**
- 3. Conclusiones**



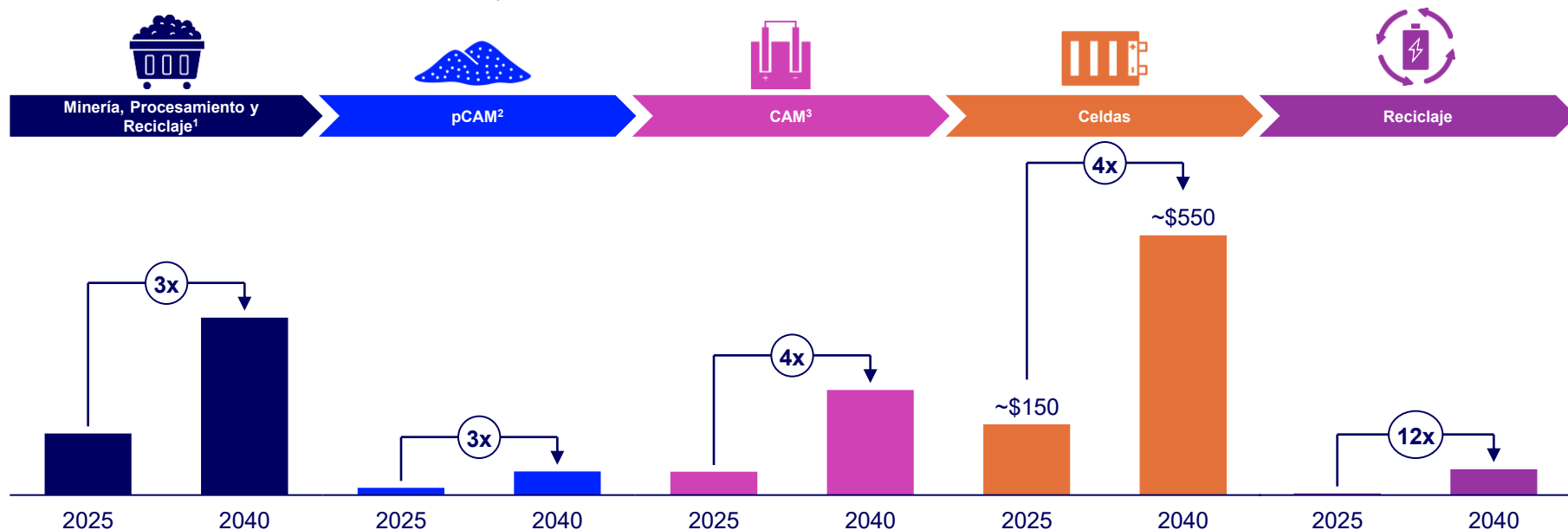
01. Definiendo la Oportunidad



La cadena de valor de materias primas críticas (*'critical raw materials'*) está posicionada para generar valor sostenido a los inversionistas en las próx. décadas

Por ejemplo, solo la cadena de valor de baterías superaría los US\$1 billón en ingresos anuales hacia 2040; más de tres veces los niveles actuales y evidenciando la escala del capital que está entrando a estos mercados

Valor de la Cadena de Baterías (US\$ mil millones) | No Exhaustivo



Fuente: Wood Mackenzie

Nota: Todos los valores en US\$ reales de 2025 [1] Para cobalto, litio, grafito natural, níquel y manganeso [2] Para cátodos basados en Ni [3] Para cátodos basados en Ni y Li

Sin embargo, materializar esta oportunidad es complejo y depende del mineral, la geografía, y el segmento de la cadena de valor, entre otros

Cada mineral presenta estructuras de costos, rutas de procesamiento, concentraciones geográficas y dinámicas de mercado distintas, dificultando la comparación directa entre oportunidades

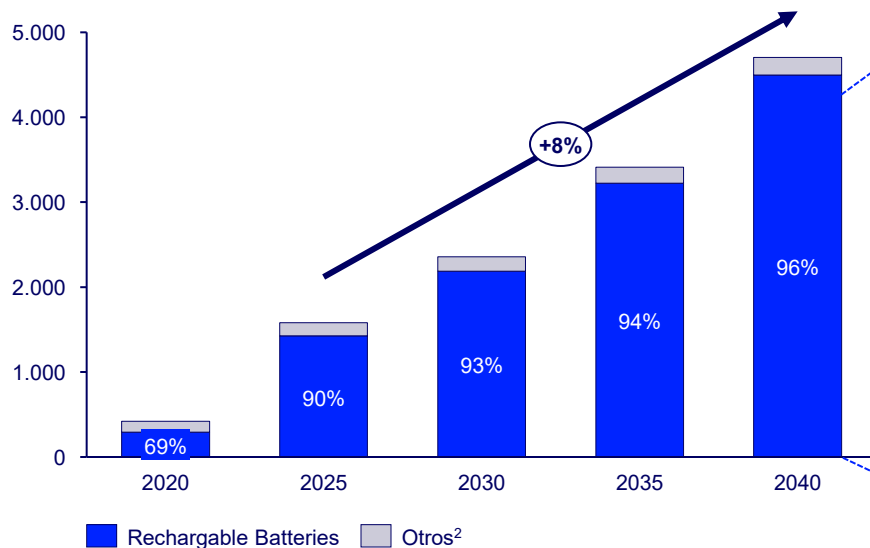
Principales Complejidades para Capturar Valor en Materias Primas Críticas | No Exhaustivo

Factor de Complejidad	Qué implica en la práctica	Implicancia para inversionistas
1 Diferencias por mineral	Cada mineral presenta curvas de costo, rutas de procesamiento, restricciones técnicas y una distribución de valor distintas a lo largo de la cadena	La estrategia de entrada debe adaptarse a cada mineral, ya que los segmentos atractivos y perfiles de margen no son transferibles entre mercados
2 Variación geográfica	La calidad del recurso, los costos operativos, la infraestructura, la regulación y los regímenes fiscales varían significativamente entre regiones	El atractivo de un activo depende fuertemente de su ubicación, por lo que exige una evaluación cuidadosa de la jurisdicción y la geopolítica
3 Posición en la cadena de valor	Las etapas de extracción, procesamiento intermedio y manufactura difieren en márgenes, intensidad de capital, complejidad técnica y exposición a la volatilidad de precios	El punto óptimo de entrada depende de las capacidades del inversionista, su tolerancia al riesgo y su capacidad de operar o integrarse entre segmentos
4 Dinámicas de mercado y geopolítica	El crecimiento de la demanda, los flujos comerciales, las políticas de apoyo y las intervenciones estratégicas redefinen los balances de mercado e influyen en los precios	Las oportunidades cambian entre regiones y segmentos, exigiendo monitoreo continuo y flexibilidad estratégica

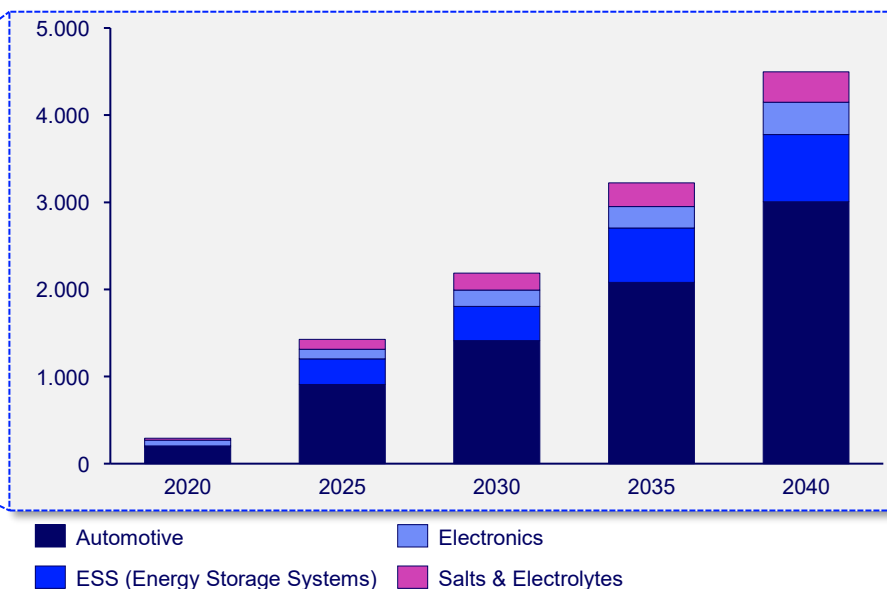
En litio, proyectamos que la demanda crecerá a una tasa de ~8% al 2040, impulsada principalmente por el crecimiento en el segmento de baterías

El segmento automotriz seguirá concentrando ~2/3 de la demanda de baterías recargables, mientras ESS mantendrá ~17%; productos electrónicos, sales y electrolitos sumarán crecimiento adicional

Demanda de Litio por Uso Final (kt LCE¹)



Demanda de Litio para Baterías Recargables por Segmento (kt LCE¹)



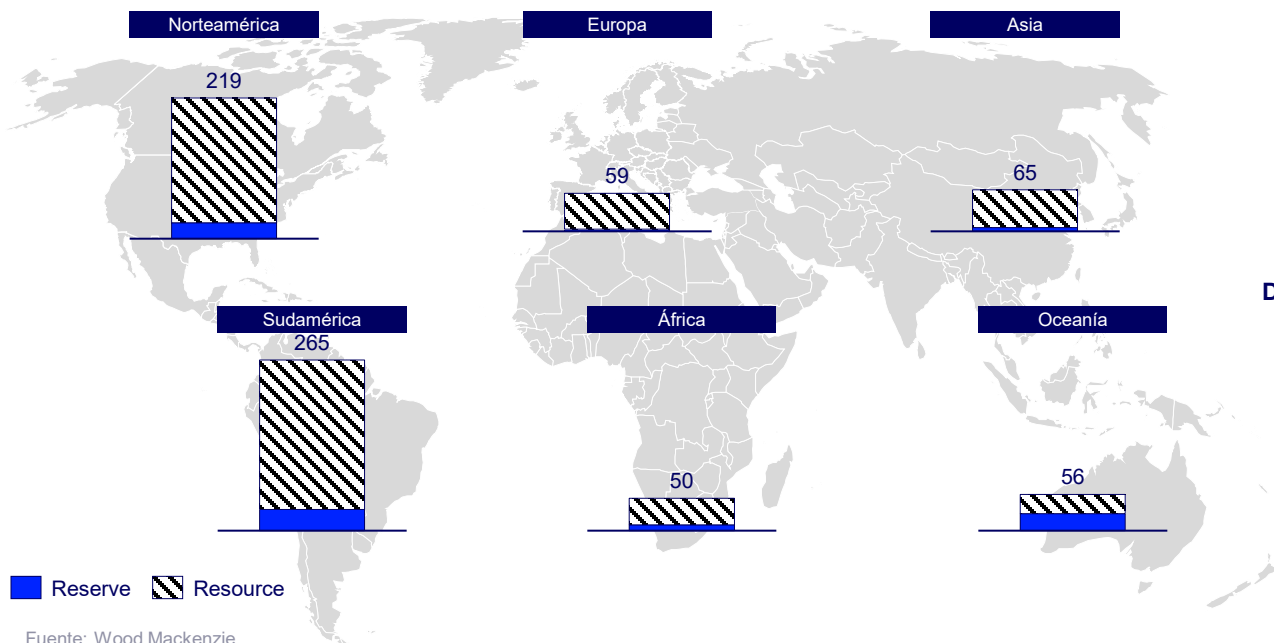
Fuente: Wood Mackenzie Lithium Outlook, junio de 2026

Nota: [1] Equivalente de Carbonato de Litio; [2] Otros incluye usos industriales: cerámicas, vitrocerámicas, vidrio, grasas lubricantes, colada continua, aire acondicionado, producción de polímeros, fundición de aluminio, usos médicos y baterías primarias

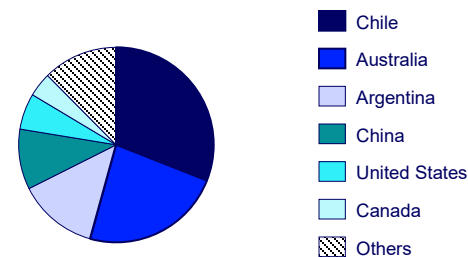
Latinoamérica cuenta con una base de recursos significativa, pero la escala geológica por sí sola no determina la atractividad de una inversión

Chile y Argentina tienen un peso relevante en la distribución por país. La calidad del recurso, recuperación, infraestructura y condiciones de desarrollo determinan cuánto puede convertirse en oferta comercial

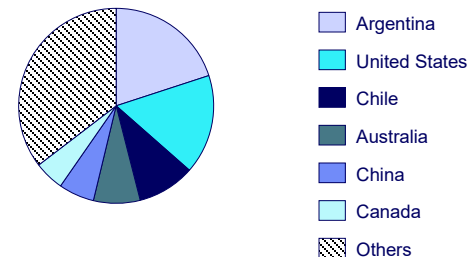
Recursos y Reservas Globales de Litio por Fuente¹ (Mt LCE Contenido)



Distribución de Reservas por País² (%)



Distribución de Recursos por País² (%)



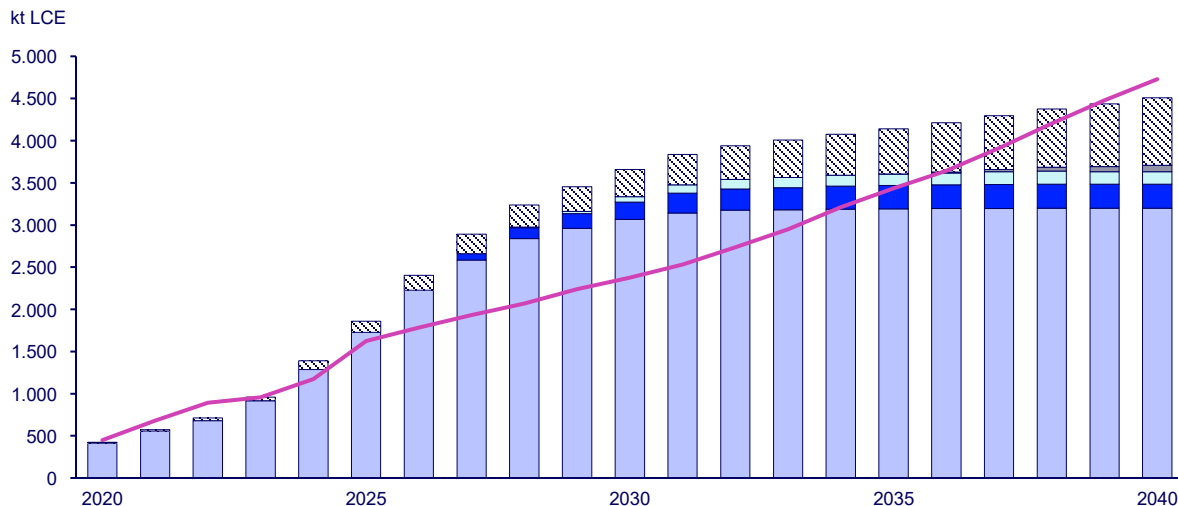
Fuente: Wood Mackenzie

Nota: [1] Los recursos y reservas del gráfico de barras corresponden a estimaciones de Wood Mackenzie basadas en proyectos anunciados en distintas etapas de estudio/desarrollo; [2] Los gráficos circulares utilizan datos del USGS y representan una estimación de volúmenes totales, no necesariamente asociados a proyectos anunciados específicos.

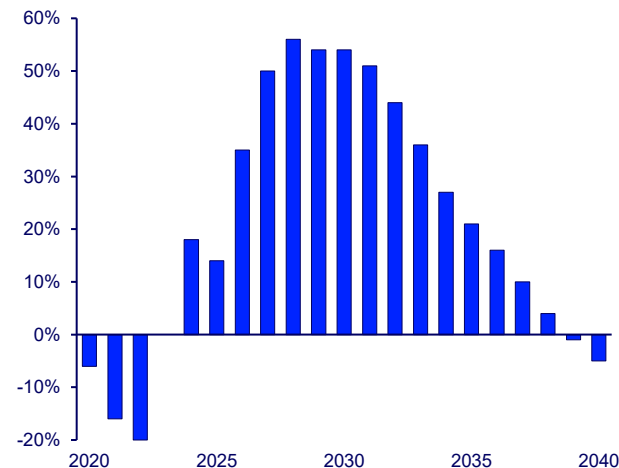
El superávit global de químicos de litio alcanzaría un máximo de ~1.303 kt en 2031 antes de entrar en déficit hacia 2039, respaldando inversiones de largo plazo

El escenario base contempla un fuerte aumento del reciclaje de litio; retrasos en su desarrollo podrían ampliar la brecha de oferta y adelantar la necesidad de nueva capacidad primaria

Balance Global de Químicos de Litio¹



Balance Global de Químicos de Litio¹
(% de la Demanda)



■ Caso Base
 ■ Proyectos Probables
 ■ Proyectos Posibles
 ■ Proyectos Teóricos
 ■ Reciclaje
 — Demanda

Fuente: Wood Mackenzie Lithium Outlook, junio de 2026

Notas: [1] Déficit teórico [2] La producción de los proyectos se ajusta mediante factores de descuento para reflejar la probabilidad de alcanzar su capacidad total



Excluyendo el potencial del reciclaje, cerrar la brecha al 2040 podría requerir ~US\$48 mil millones bajo un escenario ilustrativo de desarrollo de salmueras

Una brecha anual de ~1.303 kt LCE requiere una capacidad nominal de ~1.448 ktpa al 90% de utilización. Un mix 50:50 entre proyectos de evaporación y DLE implica una intensidad de capital ponderada de ~US\$33.500/tpa

Requerimiento Global de Capital para Cubrir la Brecha de 2040 | Ilustrativo

1.303 kt

Brecha anual de litio en 2040

1.448 ktpa

Capacidad requerida al 90% de utilización

US\$48.500 millones

Capital inicial indicativo de proyectos

Mix ilustrativo de desarrollo de salmueras

Evaporación solar | 50%

Intensidad de capital

US\$27.828 / tpa LCE

Extracción directa de litio | 50%

Intensidad de capital

US\$39.185 / tpa LCE

Mix ponderado: US\$33.506 / tpa LCE

La participación de Latinoamérica podría representar hasta ~US\$36 mil millones de inversión bajo este escenario

Capturar 25–75% de la oferta requerida implicaría 362–1.086 ktpa de capacidad regional; la participación dependerá de proyectos competitivos en producción

Requerimiento de Capital de Latinoamérica para Cubrir la Brecha de 2040 | Ilustrativo



¿Qué determina la oportunidad realmente accesible?

La evaluación debe analizar, proyecto a proyecto, jurisdicción, etapa de desarrollo, calidad del recurso, permisos, financiamiento y disponibilidad de participación

02. Consideraciones para Invertir en la Cadena de Valor del Litio



Para capturar valor, los inversionistas deben evaluar cada oportunidad a través de múltiples dimensiones

Competitividad de costos, intensidad de capital, emisiones, riesgo técnico y condiciones fiscales interactúan para determinar el atractivo de un proyecto, con una relevancia distinta según el tipo de inversionista y su estrategia

Dimensiones Clave para Evaluar Inversiones en Materias Primas Críticas | No Exhaustivo

1	Competitividad de Costos	La posición de un activo en la curva global de costos varía según la calidad del recurso, ruta de procesamiento y nivel de integración; productores no integrados suelen enfrentar desventajas relevantes de costo
2	Intensidad de Capital	Los requerimientos de capital varían ampliamente entre tipos de activos y geografías; el procesamiento downstream y los proyectos fuera de centros consolidados suelen exigir una inversión inicial significativamente mayor
3	Complejidad Técnica y de Ejecución	Los plazos de desarrollo y riesgos operacionales varían por tipo de activo, afectando la predictibilidad, el despliegue de capital y el tiempo de llegada al mercado
4	Factores Fiscales y Jurisdiccionales	La participación del Estado, los plazos de permisos y la estabilidad regulatoria varían por jurisdicción, impactando materialmente los retornos y el momento de inversión
5	Perfil de Emisiones y ESG	La intensidad de emisiones varía significativamente entre rutas de producción y gana relevancia a medida que aumentan la regulación de carbono y los criterios ESG

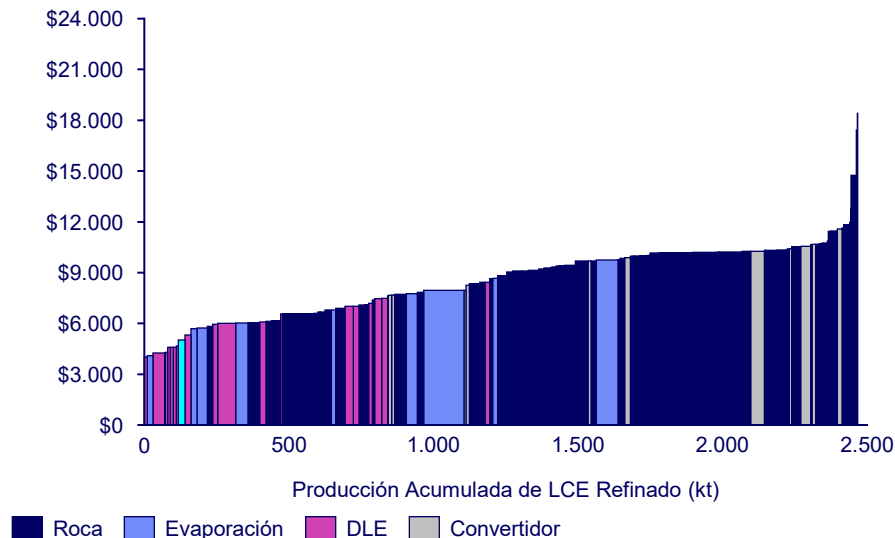
No existe una solución única: cada inversionista debe ponderar estas dimensiones de acuerdo con su propio mandato

Existen activos de bajo costo en distintas rutas de producción, por lo que la tecnología por sí sola no determina la competitividad

Las curvas de costos muestran variación dentro de roca dura, evaporación y DLE. Ley, recuperación, consumibles, energía e integración determinan la posición de un activo y su resiliencia ante escenarios de precios bajos

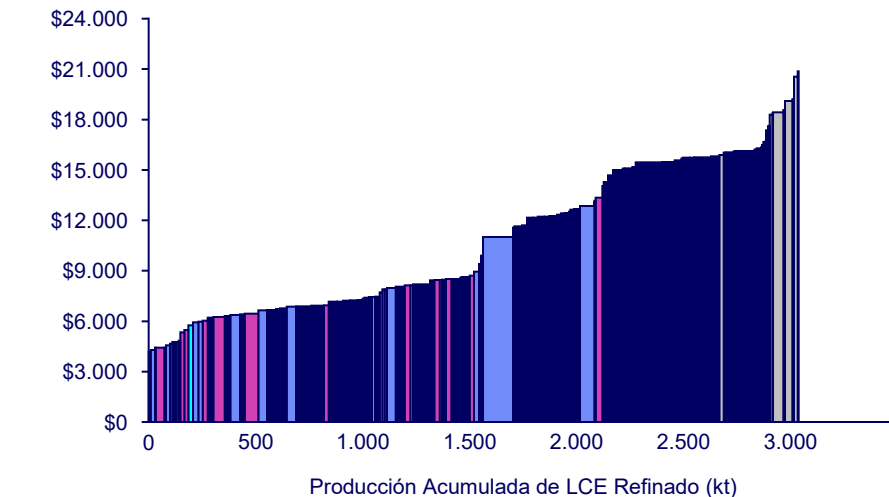
Curva Global de Costo Total Sostenido (AISC) del Litio por Tipo de Extracción (2026)

US\$/t, US\$ Reales de 2026



Curva Global de Costo Total Sostenido (AISC) del Litio por Tipo de Extracción (2035)

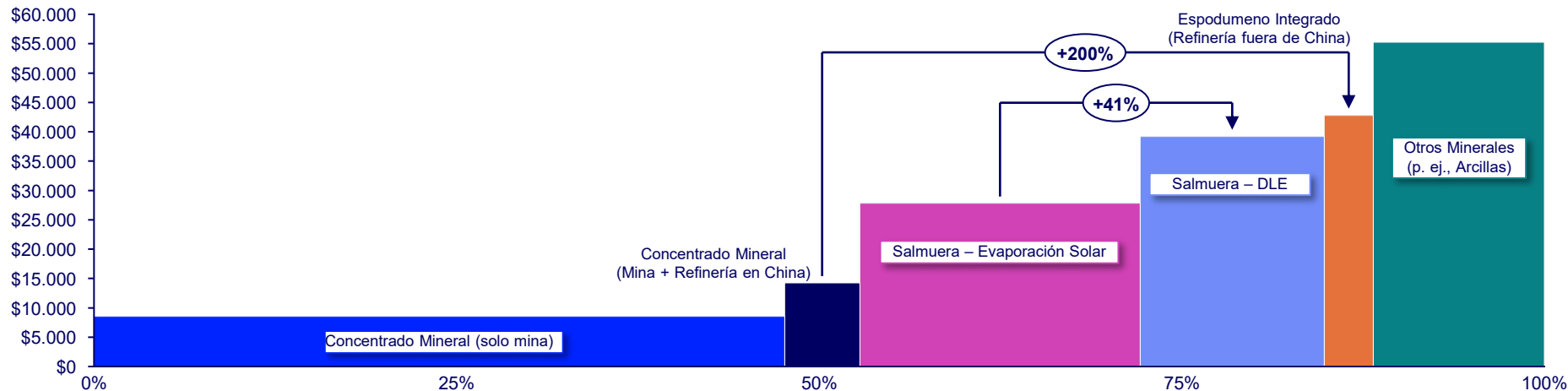
US\$/t, US\$ Reales de 2026



Además de la competitividad de costos, la intensidad de capital es clave para evaluar los retornos del proyecto, especialmente en ciclos de precios bajos

Para Chile, es especialmente relevante considerar que la evaporación presenta una intensidad de capital ~41% menor que DLE, un factor clave al decidir dónde destinar nuevas inversiones y maximizar los retornos del proyecto

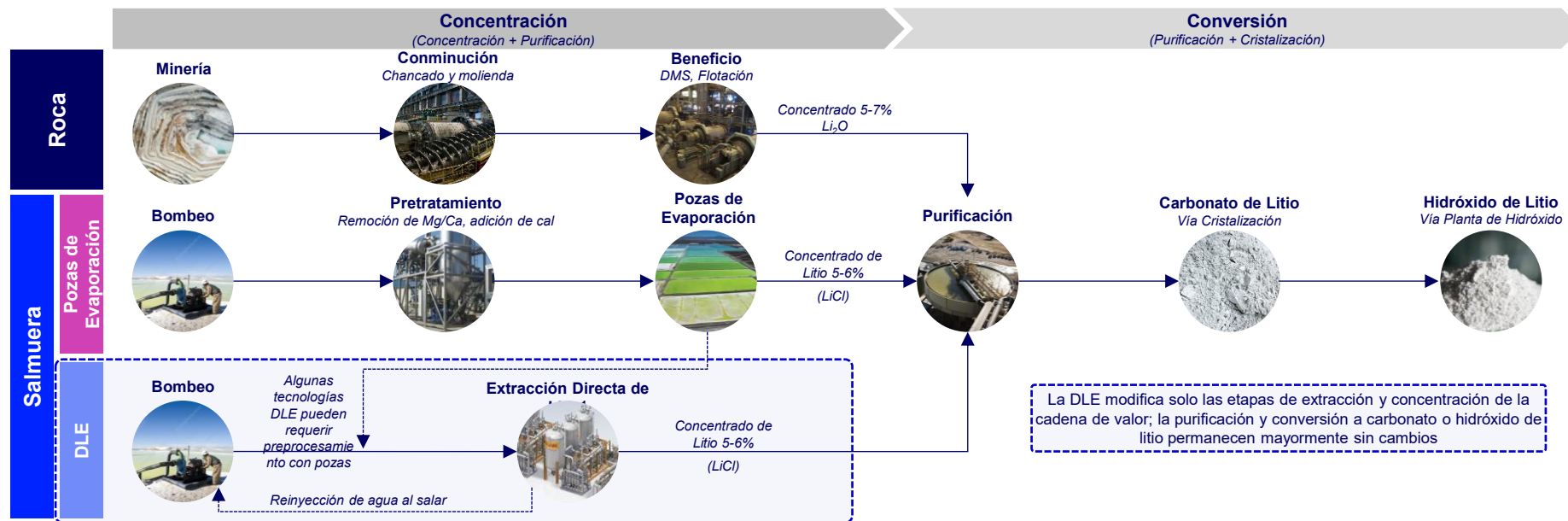
Curva Global de Intensidad de Capital Promedio Ponderada (US\$/tpa LCE)



Luego están las consideraciones técnicas y operacionales, donde las tecnologías de extracción directa de litio (DLE) han tomado un rol protagónico

El desafío no es solo adoptar DLE, sino demostrar su capacidad de escalar con recuperaciones sostenidas, consumos controlados y una operación confiable dentro de un *flowsheet* integrado de producción de litio

Cadena de Valor de Extracción y Procesamiento de Litio | Simplificada



Fuente: Wood Mackenzie

Nota: DMS = separación en medio denso, específicamente para minerales de espodumeno brasileños

[1] En las operaciones de Río Hombre Muerto, las pozas se ubican después de la DLE. Algunas operaciones DLE en China procesan material proveniente de pozas asociadas a potasa.

Además, las empresas continúan desarrollando distintas tecnologías DLE para adaptarse a la química específica de cada salmuera

Su desempeño no solo debe validarse a nivel de proyecto, sino también mediante pilotaje y modelación bajo distintas condiciones operacionales, para construir una base empírica que permita anticipar su comportamiento al escala

Mecanismos de Tecnologías DLE y Trade-Offs a Nivel de Proyecto | No exhaustivo

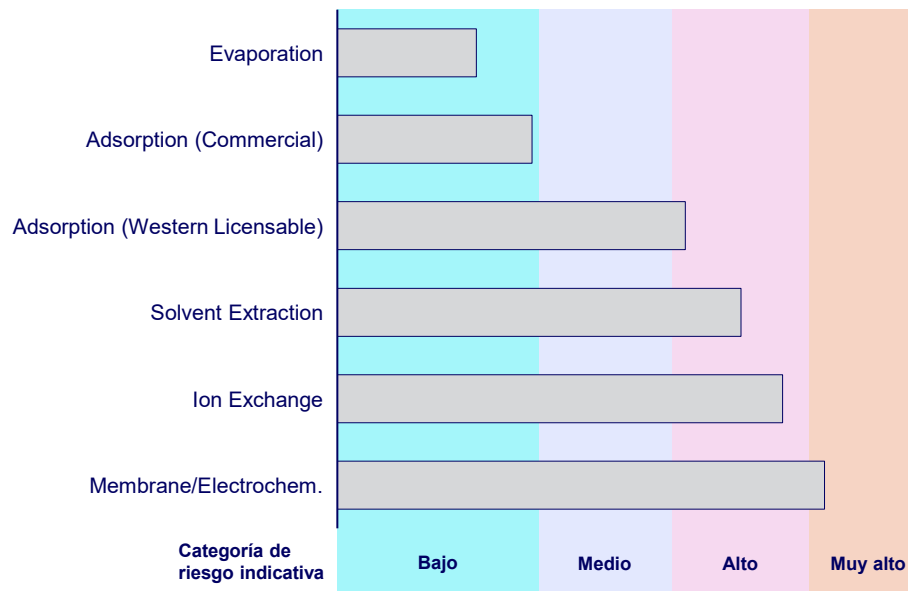
Mecanismo	Adsorción	Intercambio Iónico (IX)	Extracción por Solventes (SX)	Membranas / Electroquímica
	La molécula de LiCl es capturada selectivamente por un adsorbente sólido y luego liberada mediante lavado/elución	Los iones Li+ se intercambian con H+ / Na+ u otros iones en una resina o material cerámico selectivo y luego se recuperan con ácido u otros regenerantes	El litio se transfiere desde la salmuera a una fase de solvente orgánico y luego se recupera en una solución	Utiliza membranas selectivas, presión, gradientes de concentración o potencial eléctrico para separar o concentrar corrientes con litio
Ventajas	- Experiencia comercial en salmueras seleccionadas - Alta selectividad con medios adecuados - Potencial para implementación modular	- Recuperación selectiva en químicas compatibles - El medio puede adaptarse a la alimentación - Potencial desempeño con menores leyes de litio	- Selectividad adaptada a la química de la salmuera - Potencial aplicación con relaciones de impurezas complejas	- Separación o concentración selectiva - Potencial integración con otras etapas DLE - Desempeño adaptable a las condiciones operacionales
Desventajas	- Vida útil del medio y desempeño en ciclos repetidos - Pretratamiento para impurezas que generan ensuciamiento - Requerimientos de agua de elución y energía térmica	- Regeneración ácido/base y costo de reactivos - Pretratamiento y reemplazo del medio - Evidencia específica de la salmuera a escala comercial	- Pérdidas y degradación de solventes - Separación de fases y control de emulsiones - Gestión de seguridad y medioambiente	- Ensuciamiento y durabilidad de membranas - Demanda eléctrica y costo de reemplazo - Evidencia de desempeño sostenido a escala



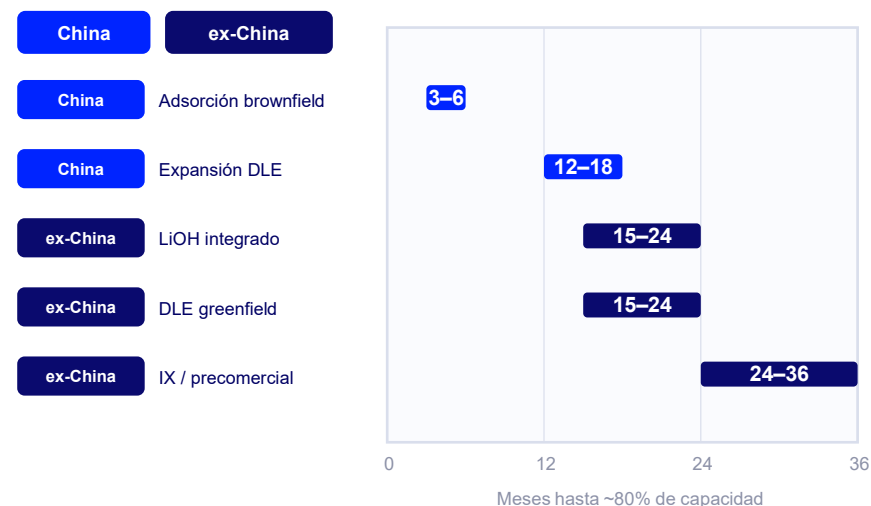
El ramp-up de proyectos DLE fuera de China continúa representando un riesgo material, reflejando la limitada experiencia comercial a gran escala

La experiencia de distintos proyectos fuera de China muestra ramp-ups más prolongados y volátiles, reforzando la importancia del pilotaje, la validación bajo condiciones representativas y una diligencia técnica rigurosa antes de escalar

Riesgo de Ramp-up de Producción por Tecnología | Indicativo



China vs. ex-China | Evidencia Operativa Anonimizada



El pilotaje es crítico para validar recuperaciones, consumos, vida útil del medio y calidad del producto antes de escalar



Al comparar los términos establecidos en distintas jurisdicciones, comienzan a evidenciarse diferencias claras en su nivel de complejidad, destacando Chile

Los inversionistas valoran regímenes fiscales simples y transparentes, que fortalecen la confianza y orientan la asignación de capital; un principio que algunas jurisdicciones aún subestiman

Resumen de supuestos fiscales y de regalías² | No exhaustivo

		Chile			Argentina		U.S. - Arkansas	Western Australia	Zimbabwe
		CORFO <i>Price per tonne of Li carbonate & progressive marginal rates</i>	CEOL - Altoandinos <i>Price per tonne of Li carbonate & progressive marginal rates</i>	CEOL - Maricunga	No RIGI	With RIGI			
Revenue-based	Ad Valorem Royalty	< 4,000 = 6.8% 4,000-5,000 = 8.0% 5,000-6,000 = 10% 6,000-7,000 = 17% 7,000-8,000 = 25% > 10,000 = 40%	< 10,000 = 1% 10,000-15,000 = 2.5% 15,000-20,000 = 5% 20,000-30,000 = 7.5% 30,000-40,000 = 20% > 40,000 = 30%	Flat 3%	3%	3%	2.5%	2.5%	5%
	Other	-	Additional 0.24% on sales	Additional 2.5% on sales	4.5% Export Levy	-	-	-	2% Export Levy
Profit-based	Royalty	-	<i>Progressive marginal rate based on Mining Operational Margin</i> Effective rate ranging from 1.58% @ 0% MOML to 15.5% @ 100% MOML	<i>Progressive marginal rate based on Mining Operational Margin</i> Effective rate ranging from 1.58% @ 0% MOML to 15.5% @ 100% MOML	-	-	-	-	-
	Income Tax	27%	27%	27%	35%	25%	21% (Federal) & 5% (State)	30%	25%
	Withholding Tax on Dividends	8% ³	8% ³	8% ³	7%	7%	30%	-	10%

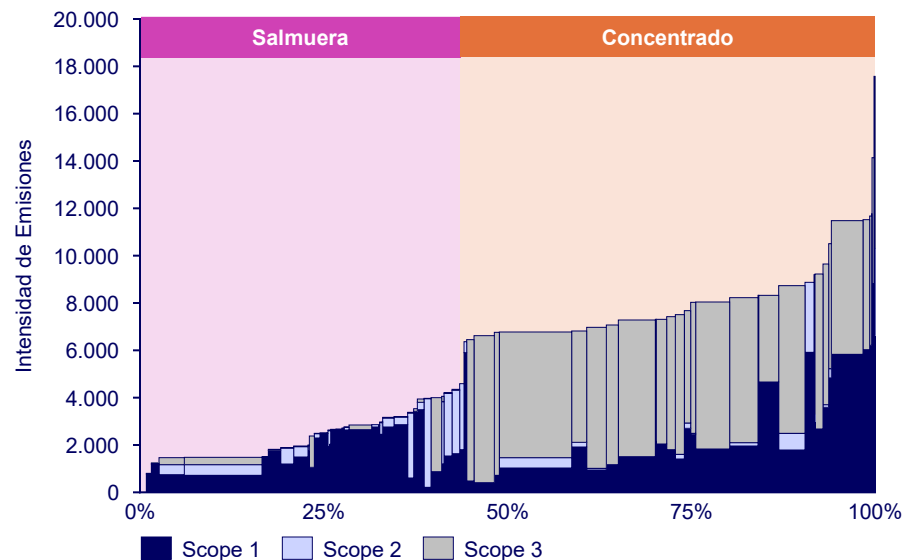
Fuente: Wood Mackenzie e informes oficiales de gobiernos

Notas: [1] Tasa interna de retorno; [2] Para efectos de este análisis se excluye la contribución de impuestos indirectos (p. ej., IVA); [3] Royalty RCM basado en margen en Chile, una vez alcanzada la tasa constante 14 años después del inicio de producción para un activo representativo de litio; [4] Tasa legal de retención sobre dividendos de 35%; en la práctica se aplica una tasa de 8%

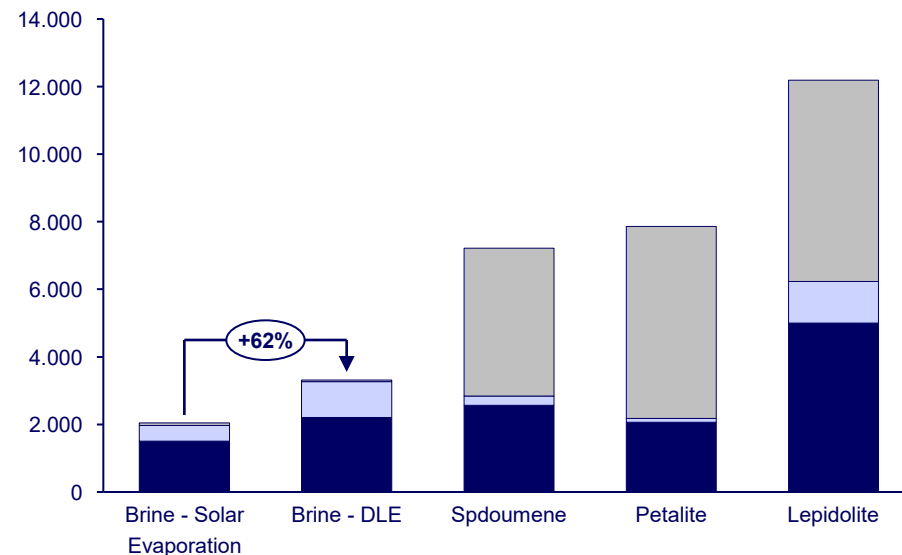
Desde la extracción hasta la refinación, las operaciones de salmuera presentan menor intensidad de emisiones que la producción desde roca dura

Las emisiones de Alcance 3 incluyen refinación, transporte y uso final, y suelen ser mayores en operaciones de concentrado mineral, especialmente en proyectos no integrados que envían concentrado a China para procesamiento

Intensidad de Emisiones por Alcance (Eje X: ktpa, Eje Y: kgCO₂e/t LCE)



Intensidad Promedio de Emisiones por Proceso (kgCO₂e/t LCE)



Fuente: Wood Mackenzie

Nota: Alcance 1 = emisiones directas de operaciones propias o controladas (p. ej., combustión, procesamiento y emisiones fugitivas); Alcance 2 = emisiones indirectas de energía adquirida (p. ej., electricidad, calor y vapor); Alcance 3 = emisiones de la cadena de valor fuera del control directo, incluidos insumos, transporte, procesamiento y uso final.

03. Conclusiones



No existe una única estrategia óptima de inversión en litio: cada oportunidad presenta ventajas y desventajas

La calidad del recurso, la ruta de producción, madurez del proyecto y términos de la transacción modifican el balance entre riesgo y retorno. Un análisis riguroso caso a caso es esencial antes de comprometer capital

Implicancias para Inversionistas en Litio en Latinoamérica | No Exhaustivo

Escala del Recurso

Un recurso de gran escala genera opciones. Ley, recuperación, infraestructura y permisos determinan su valor comercial

Costos y Capital

Un bajo costo operativo puede requerir una alta inversión inicial. Los retornos dependen de ambos, además del precio y la utilización

Riesgo de Ejecución

Un método de extracción probado no garantiza un ramp-up sin dificultades ni una calidad de producto consistente

Perfil del Inversionista

La etapa de desarrollo, los términos de propiedad y la estructura de financiamiento determinan qué riesgos puede aceptar y gestionar el inversionista

Due Diligence Caso a Caso

Cada oportunidad presenta ventajas y desventajas. Un análisis independiente a nivel de activo es esencial antes de comprometer capital



Aviso Legal

Estos materiales, incluidas sus actualizaciones, son publicados por y permanecen sujetos a los derechos de autor del grupo Wood Mackenzie ("Wood Mackenzie") o, según corresponda, de sus licenciantes externos ("Licenciantes"), y se ponen a disposición de los clientes de Wood Mackenzie de acuerdo con los términos convenidos entre Wood Mackenzie y dichos clientes. El uso de estos materiales se rige por los términos y condiciones del acuerdo bajo el cual fueron proporcionados. El contenido y las conclusiones son confidenciales y no pueden divulgarse a ninguna otra persona sin la autorización previa y por escrito de Wood Mackenzie. Wood Mackenzie no otorga garantía ni realiza declaración alguna respecto de la exactitud o integridad de la información y los datos contenidos en estos materiales, que se proporcionan "tal cual". Las opiniones expresadas son las de Wood Mackenzie y no necesariamente representan la posición o las opiniones de sus Licenciantes. Nada de lo contenido en estos materiales constituye una oferta para comprar o vender valores ni asesoría de inversión. Los productos de Wood Mackenzie no proporcionan un análisis integral de la situación financiera o las perspectivas de ninguna empresa o entidad, y nada de lo contenido en dichos productos debe interpretarse como un comentario sobre el valor de los valores de una entidad. Si, no obstante lo anterior, usted u otra persona se basa de cualquier forma en estos materiales, Wood Mackenzie no acepta responsabilidad alguna y, en la medida permitida por la ley, excluye toda responsabilidad por pérdidas o daños sufridos en relación con dicha confianza.