



# Litio

**Caracterización y análisis de mercado internacional de minerales en el corto, mediano, y largo plazo con vigencia al año 2035**

**Final 11 de diciembre de 2018**

CRU Consulting



Contrato #: C-378359-003-2018

Este informe se entrega en forma privada y confidencial al cliente. No deberá ser divulgado, parcial o en su totalidad, directa o indirectamente, o en cualquier otro formato a cualquier otra empresa, organización o individuo sin el permiso por escrito de CRU Internacional Limited.

Se otorga permiso para la divulgación de este informe a las subsidiarias con propiedad mayoritaria y a sus organizaciones principales. Sin embargo, cuando el informe sea entregado a un cliente en su capacidad de gerente de una empresa o asociación conjunta, no se podrá divulgar a los otros participantes sin el permiso previo.

La responsabilidad de CRU Internacional Limited es solo con su cliente objetivo. Su responsabilidad se limita al valor efectivamente pagado por los servicios profesionales involucrados en la preparación de este informe. No aceptamos responsabilidad de terceras partes, sin importar su origen. Aunque se han adoptado cuidados y diligencias razonables para la preparación de este informe, no garantizamos la exactitud de los datos, suposiciones, proyecciones y otras declaraciones a futuro.

Copyright CRU Internacional Limited 2017. Todos los derechos reservados.

**Augusto Leguía Norte N° 100 Of. 506, Las Condes, Santiago, Chile**  
**Tel: +56 2 2231 3900**

## Índice

<b>1. Mercado del litio</b>	<b>1</b>
Introducción .....	2
1.1. Demanda de litio .....	2
1.1.1. Determinantes de la demanda de litio y usos finales .....	2
1.1.2. Intensidad de uso y el ciclo de desarrollo del litio .....	12
1.1.3. Sustitución y elasticidad de la demanda de litio .....	13
1.1.4. Demanda histórica de litio .....	16
1.1.5. Proyección de demanda de litio .....	18
1.2. Oferta de litio .....	27
1.2.1. Recursos y reservas de litio: evolución, tasas de descubrimiento, presupuestos de exploración .....	27
1.2.2. Métodos de extracción y procesamiento de litio .....	29
1.2.3. Cadena de valor del litio .....	32
1.2.4. Costos de capital del litio .....	33
1.2.5. Comercialización del litio .....	34
1.2.6. Producción histórica de litio .....	37
1.2.7. Proyección de producción de litio .....	39
1.3. Balance de mercado y precio del litio .....	44
1.3.1. Descripción de la estructura y mecanismos de precio del litio .....	44
1.3.2. Balance de mercado y precio histórico del litio .....	45
1.3.3. Proyección de balance de mercado y precio del litio .....	46
1.4. Análisis de las cinco fuerzas de Porter para el mercado del litio .....	51
<b>Anexo I. Glosario</b>	<b>54</b>
<b>Anexo II. Bibliografía</b>	<b>56</b>

## Índice de tablas

<b>Tabla 1 Tipos de batería de ion-litio</b>	<b>4</b>
<b>Tabla 2 Análisis de la elasticidad de la demanda, Litio</b>	<b>15</b>
<b>Tabla 3 Consumo histórico de litio, 2008-2017 (toneladas de LCE)</b>	<b>17</b>
<b>Tabla 4 Capacidades de plantas de producción de baterías (GWh)</b>	<b>21</b>
<b>Tabla 5 Proyección de demanda de litio, 2018-2035 (toneladas de LCE)</b>	<b>23</b>

Tabla 6 Demanda en escenario Continuidad vs. Coexistencia para litio ('000 toneladas de LCE)	24
Tabla 7 Demanda en escenario Continuidad vs. Divergencia para litio ('000 toneladas de LCE)	26
Tabla 8 Reservas y recursos de litio, 2008-2017 ('000 de toneladas de LCE)	28
Tabla 9 Intensidad de capital en proyectos de litio	34
Tabla 10 Importación de productos de litio, 2008-2017 (toneladas de LCE)	36
Tabla 11 Exportación de productos de litio, 2008-2017 (toneladas de LCE)	37
Tabla 12 Producción histórica de litio, 2008-2017 (toneladas de LCE)	39
Tabla 13 Proyección de producción de litio, 2018-2035 (toneladas de LCE)	40
Tabla 14 Oferta en escenario Continuidad vs. Coexistencia para litio ('000 toneladas de LCE)	43
Tabla 15 Oferta en escenario Continuidad vs. Divergencia para litio ('000 toneladas de LCE)	44
Tabla 16 Proyección de equilibrio de mercado del litio, 2018-2035 (toneladas de LCE)	47
Tabla 17 Proyección de precios del carbonato de litio, 2018-2035 (USD/t)	48
Tabla 18 Precios en escenario Continuidad vs. Coexistencia para litio (2017 \$/t carbonato de litio)	49
Tabla 19 Precios en escenario Continuidad vs. Divergencia para litio (2017 \$/t carbonato de litio)	50

## Índice de figuras

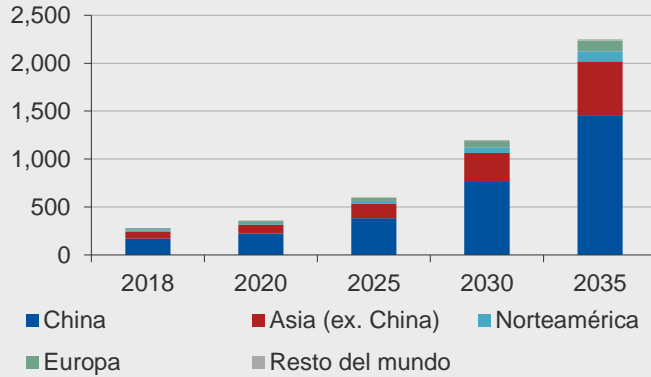
Figura 1 Intensidad del litio en diferentes tipos de baterías, en kg/kWh	4
Figura 2 Consumo de litio por región, 2017	12
Figura 3 Consumo de litio por uso final, 2017	12
Figura 4 Intensidad de uso del litio, 2017	13
Figura 5 Consumo histórico de litio, 2008-2017 (toneladas de LCE)	17
Figura 6 Porcentaje de demanda de LDV por tren motriz	19
Figura 7 Proyección de demanda de litio, 2018-2035 (toneladas de LCE)	23
Figura 8 Demanda en escenario Continuidad vs. Coexistencia para litio ('000 toneladas de LCE)	24
Figura 9 Demanda promedio 2018-2035 por sector para el litio – Caso Continuidad	25
Figura 10 Demanda promedio 2018-2035 por sector para el litio – Caso Coexistencia	25

Figura 11 Demanda en escenario Continuidad vs. Divergencia para litio ('000 toneladas de LCE)	26
Figura 12 Demanda promedio 2018-2035 por sector para el litio – Caso Continuidad	27
Figura 13 Demanda promedio 2018-2035 por sector para el litio – Caso Divergencia	27
Figura 14 Mapa de reservas de litio, 2017 ('000 de toneladas de LCE)	28
Figura 15 Presupuestos de exploración del Litio, 2008-2017 (MUS\$, real 2017)	29
Figura 16 Proceso de producción de carbonato de litio	31
Figura 17 Cadena de valor del litio	32
Figura 18 Participación en importación de litio, 2017	35
Figura 19 Participación en exportación de litio, 2017	35
Figura 20 Producción de litio por país, 2017	37
Figura 21 Producción de litio por empresa,	37
Figura 22 Producción histórica de litio, 2008-2017 (toneladas de LCE)	38
Figura 23 Proyección de producción de litio, 2018-2035 (toneladas de LCE)	40
Figura 24 Oferta en escenario Continuidad vs. Coexistencia para litio ('000 toneladas de LCE)	42
Figura 25 Oferta en escenario Continuidad vs. Divergencia para litio ('000 toneladas de LCE)	43
Figura 26 Balance de mercado del litio, 2008-2017	46
Figura 27 Proyecciones de equilibrio de mercado y precios del litio, 2018-2035	47
Figura 28 Precios en escenario Continuidad vs. Coexistencia para litio (2017 \$/t carbonato de litio)	49
Figura 29 Precios en escenario Continuidad vs. Divergencia para litio (2017 \$/t carbonato de litio)	50
Figura 30 Modelo de las 5 fuerzas de Porter para el litio	51

# 1. Mercado del litio

## Resumen ejecutivo de la industria del litio

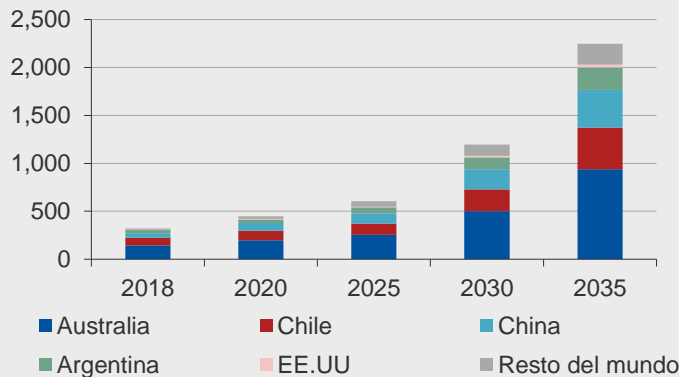
Proyección de la demanda, (kt LCE)



### DEMANDA

1. La demanda de litio aumentará en un factor de 8 a 2035, hasta alcanzar las 2,25 Mt LCE.
2. Los vehículos eléctricos ya son el mercado de uso final más grande y crecerá hasta alcanzar el 81% de la demanda total de litio en 2035.
3. El almacenamiento de energía mostrará el mayor crecimiento con un TCAC de 23,0% entre 2018 y 2035.
4. China seguirá siendo el centro de la industria de fabricación de baterías y el mayor consumidor de litio.
5. Asia (ex.China) aumentará su relevancia en el consumo global de litio, en desmedro de la demanda China.
6. La nueva capacidad de fabricación de baterías impulsará el crecimiento de la demanda en Europa y Norteamérica.

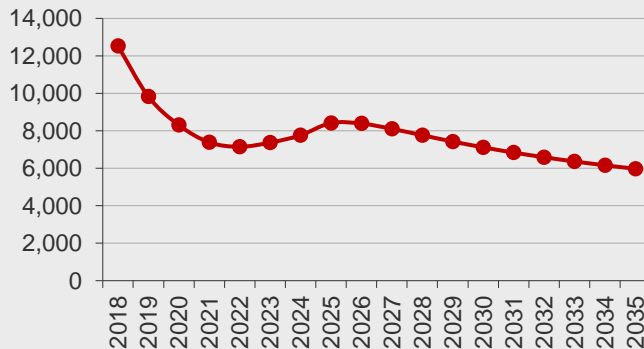
Proyección de la oferta (kt LCE)



### OFERTA

1. El crecimiento de la oferta será importante, alcanzando las 605kt LCE en 2025 y a un TCAC de 12,1% entre 2018 y 2035.
2. Australia seguirá siendo el mayor productor, con un crecimiento de 940 kt LCE en su oferta a 2035.
3. Canadá y Brasil superarán a EEUU en volumen de producción a 2035, hasta alcanzar las 109kt y 39kt LCE respectivamente.
4. La cartera de proyectos de litio esta saludable, con grandes expansiones previstas y un rápido crecimiento en la capacidad china.
5. El comercio de hidróxido de litio probablemente aumente debido a los cambios en las preferencias químicas de las baterías.
6. Debido a un perfil de costos más bajo, las salmueras tendrán una ventaja a largo plazo sobre las minas de roca dura.

Precio (Carbonato de litio, 98,5%)  
(real 2017, US\$/tonelada)



### PRECIO

1. Después del ingreso de excedentes en 2017, el mercado se volverá cada vez más abastecido, alcanzando un máximo de 109kt LCE en 2021.
2. Se espera que el acelerado crecimiento en la demanda del sector electro movilidad elimine el superávit a partir de 2025.
3. Se espera que el precio alcance su punto máximo en 2018 en US\$12.527/t y que disminuya a medida que aumente el exceso de oferta.
4. Se espera que el premio del hidróxido de litio vuelva a niveles históricos a medida que se conecte una mayor capacidad de conversión.
5. Los precios se recuperarán ligeramente en 2025 a medida que el mercado se reequilibre y la oferta se vuelva más limitada.
6. Mas allá de 2025, se espera que los precios del carbonato de litio converjan hacia los US\$6.000/t a medida que las economías de escala comiencen a tener efecto.

## Introducción

Este reporte es parte del estudio “Caracterización y análisis de mercado internacional de minerales en el corto, mediano, y largo plazo con vigencia al año 2035” preparado por CRU para la Unidad de Planeación Minero Energética. Como tal, debe ser leído teniendo en consideración la información y el contexto entregados en los documentos complementarios “Metodología y plan de trabajo detallado” y “Análisis de escenarios”:

- El documento “Metodología y plan de trabajo detallado” explica en detalle la metodología utilizada para obtener tanto los datos históricos como proyectados de demanda, oferta y precio.
- El documento “Análisis de escenarios” presenta los tres escenarios bajo los cuales se llevan a cabo las proyecciones de demanda, oferta y precio de cada *commodity* en el estudio. Explica las principales fuerzas detrás de cada escenario y cómo estas son llevadas a supuestos numéricos claros y específicos que permiten modelar los escenarios de manera consistente a través de todos los *commodities* cubiertos.

## 1.1. Demanda de litio

### 1.1.1. Determinantes de la demanda de litio y usos finales

El litio tiene diversos usos finales. Las aplicaciones en baterías son las primeras en ser consideradas pero también existen varios usos industriales que, en conjunto, representan más de la mitad de su consumo (2017). Así, la demanda del litio se ve impulsada por numerosos factores que varían con cada sector de uso final. Sin embargo, el crecimiento futuro estará fuertemente determinado por el sector de baterías y autos eléctricos, segmento el cual se proyecta tenga un crecimiento importante en las próximas décadas,

Nota respecto a las unidades: el litio se suele denotar en toneladas de carbonato de litio (LCE) equivalente, en vez de toneladas de metal de litio. Esto se debe a que el carbonato de litio es el químico de litio de producción más común y es fácilmente "convertible" a otras formas químicas. En contraste, el metal de litio no es de producción ni de comercialización común. El uso de LCE permite informar de forma consistente y comparable a lo largo de toda la compleja cadena de valor del litio.

- **Baterías de Iones de Litio (LIB)**

En 2008, el uso en baterías fue responsable de solo 12kt de LCE, sólo un 12% de la demanda total. Se espera en 2018 que el consumo de litio en aplicaciones de baterías sobrepase la demanda en aplicaciones industriales para convertirse en el principal sector de uso final de litio. El número de celdas fabricadas anualmente desde 1990 ha aumentado a tasas promedio de un 16% anual. En términos de aumento en capacidad de almacenamiento, el desarrollo de las baterías no ha mantenido el paso con el desarrollo de dispositivos electrónicos, y el desarrollo de vehículos eléctricos (EVs) sufre de la limitación de baterías disponibles. La mejora de rendimiento de las celdas en el mercado de las LIB es un proceso complejo. El tiempo de carga, densidad energética, tamaño y peso, ciclo de vida, seguridad y costos se destacan como áreas clave que requieren de mejoras.

El litio cuenta con varias propiedades que lo hacen favorable para su uso en baterías. El litio es fácil de ionizar y el Ion de litio  $\text{Li}^+$  a  $+3.04\text{V}$  cuenta con un potencial electroquímico muy alto, lo que representa la medición de energía por carga de unidad. Además, la densidad del litio es de apenas  $0.535\text{ g/cm}^3$ , lo que lo hace el metal más ligero (el agua tiene una densidad de  $1\text{ g/cm}^3$ ). Las baterías en aplicaciones como dispositivos electrónicos portátiles y vehículos deben ser portátiles, y el litio ofrece una alta densidad energética y un alto nivel de descarga, lo que explica su amplia gama de aplicaciones.

Sin embargo, el litio, al ser un metal alcalino, es altamente reactivo e inestable. Este es uno de los motivos por los que no se usan baterías de ánodo de litio metálico, aun cuando pueden ofrecer una densidad energética mucho más alta. Esto se mantiene como un área de investigación importante y cualquier avance que sea comercialmente adaptable aumentará las posibilidades de las LIB a incluso más aplicaciones.

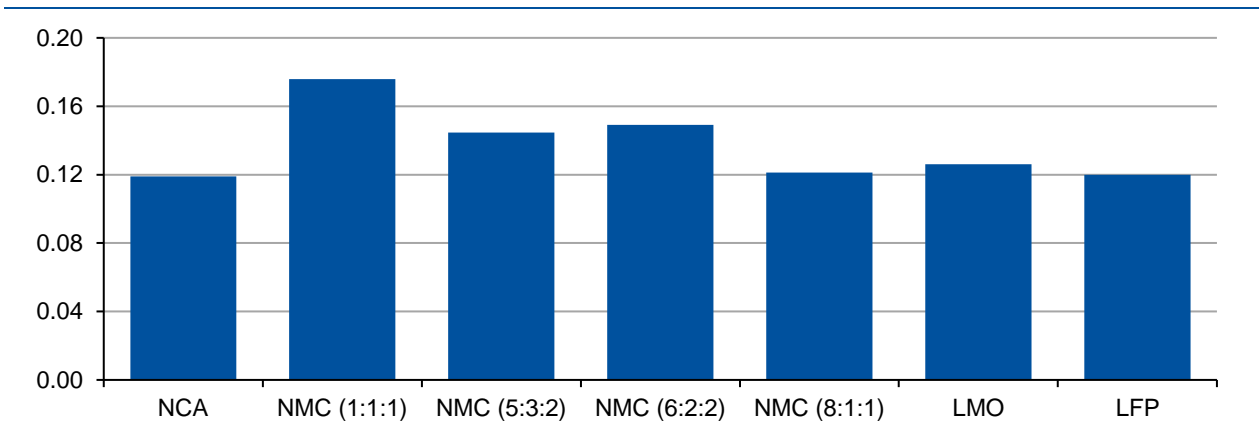
El diseño de una LIB puede variar dependiendo de la aplicación para la que sea requerida y la propiedad que sea más relevante. El litio se usa en el cátodo y en el electrolito; por lo general el material del cátodo, que es el que contiene los iones de litio, será el que varíe para obtener el rendimiento óptimo. En la Tabla 1 se muestran las químicas de cátodos para los cinco tipos principales de LIB.

**Tabla 1 Tipos de batería de ion-litio**

Tipo	Cátodo	Ánodo	Densidad Energética (Wh/kg)
NCA	Óxido de Litio Níquel Cobalto Aluminio (LiNiCoAlO <sub>2</sub> )	Grafito	200-260
NMC	Óxido de Litio Níquel Manganeso Cobalto (LiNiMnCoO <sub>2</sub> )	Grafito	150-220
LCO	Óxido de Litio Cobalto (LiCoO <sub>2</sub> )	Grafito	150-200
LMO	Óxido de Litio Manganeso (LiMn <sub>2</sub> O <sub>4</sub> )	Grafito	100-150
LFP	Óxido de Litio Hierro Fosfato (LiFePO <sub>4</sub> )	Grafito	90-120

Fuente: CRU

**Figura 1 Intensidad del litio en diferentes tipos de baterías, en kg/kWh**



Fuente: CRU

El carbonato de litio se usa en las baterías de LCO, LMO, la mayoría de las LFP hechas en China y en algunas variantes de NMC con bajo contenido de litio (111 y 532); el hidróxido de litio se usa en las de NCA, variantes de NMC con alto contenido de litio (622 y 811) y en parte de la producción de LFP. Hay un cambio obvio de química LFP a NCM en la industria de los vehículos eléctricos (EV), en especial en China. Esto se debe a una densidad energética mucho más alta, lo que permite un mayor rango de alcance. Además, existe presión por parte de las políticas de gobierno en China debido a cambios en el régimen de subsidios que desincentivan la producción de EVs con baja autonomía y menor vida útil. En comparación a las baterías de LFP, las baterías de NCM consumen más litio. Sin embargo, habrá un cambio hacia variantes de NMC con mayor contenido de níquel para disminuir el contenido de cobalto, que representa un costo importante, y para mejorar la densidad energética. Las baterías NMC 811 tienen relativamente menos litio que las NMC 111. Independiente de esto, se espera que el porcentaje de NCM en EVs tenga un gran aumento en el futuro, impulsando la demanda de litio y superando con creces el cambio a variantes de NMC con menor contenido de litio.

En el sector del almacenamiento de energía la demanda se divide entre las baterías LFP, NMC y NCA. La densidad energética más alta de estas dos últimas hace que sean objetos de experimentación. A pesar de esto y ya que la eficiencia de espacio no es tan importante para las baterías estacionarias, se espera que a largo plazo LFP aumente su dominio dentro del sector debido a su perfil de menor costo. Como sector nuevo, es poco probable que este cambio tenga un gran efecto, relativo al crecimiento de una industria que no existía en 2008.

Se están desarrollando ánodos de óxido de litio titanato (LTO) como reemplazo para los ánodos actuales con base grafito, principalmente en conjunto con cátodos de LFP. Los beneficios de las baterías LTO incluyen una extensa vida útil, mejor seguridad y mejor rendimiento a bajas temperaturas. La posible adopción de LTO aumenta el potencial de demanda de litio en LIBs. La principal desventaja de las baterías LFP-LTO es su bajo voltaje de operación. Los ánodos de LTO operan a un voltaje típico de 1.5V, menos de la mitad de los 3.7V estándar de baterías de grafito. Esto significa que las baterías LFP-LTO tienen una densidad de carga considerablemente menor, lo que resulta en una importante reducción de rango en comparación a las baterías tradicionales de LFP, NMC o NCA. Sin embargo, la LTO compensa esta menor densidad de carga con tiempos de carga rápidos, donde se pueden lograr cargas completas en 10 minutos. La baja densidad de carga de las LFP-LTO hace que no sean aptas para la mayoría de las aplicaciones en vehículos livianos (LDV), pero su combinación de carga rápida y extensa vida útil convierten a las LFP-LTO en un competidor fuerte como material de batería para buses BEV, una vez que los fabricantes alcancen escalas lo suficientemente grandes como para lograr una adopción más extensa.

Otra área de desarrollo son las LIB de estado sólido, donde el electrolito líquido se reemplaza con un material sólido, evitando el sobrecalentamiento o el riesgo de incendio. En una LIB de estado sólido se usa metal de litio como material de ánodo. Por el momento creemos que las LIB (estado líquido) seguirán siendo las baterías preferidas para el uso en automóviles debido a la inversión que ya se ha comprometido en esta tecnología, una cadena de suministro ya establecida, la madurez de la tecnología y la fortaleza comercial demostrada en comparación a otros tipos de baterías para automóviles, incluyendo celdas de combustible.

### **Vehículos eléctricos**

Dentro del sector de las baterías, el principal impulsor para el uso adicional de litio será el aumento anticipado del uso de EVs, vehículos eléctricos híbridos (HEV) y vehículos eléctricos híbridos enchufables (PHEV). La aceptación de los EVs ha sido lenta hasta el momento debido a la baja autonomía que se obtiene producto de la tecnología actual de baterías y a la falta de infraestructura de carga. Sin embargo, el ímpetu para desarrollar mejores baterías y un EV

aceptable es importante y sigue atrayendo apoyo financiero, tanto de los sectores público como privado.

La fuerza tras este crecimiento es la intención de bajar las emisiones de gases invernadero. Las tasas de emisión de los EV son mucho menores a las de vehículos convencionales de combustión interna, donde los vehículos netamente eléctricos no producen emisiones durante su operación. En general está aceptado que los EVs son comercialmente viables y que están en competencia con vehículos convencionales. Los EVs reciben el apoyo de gobiernos y de organizaciones internacionales y a medida que los países establecen oficialmente sus objetivos de reducción de gases de invernadero, esperamos ver objetivos claros para la conversión de vehículos convencionales a EV. También esperamos ver mayores recargos por las emisiones de gases invernadero en vehículos convencionales, haciendo de los EVs más costo-competitivos.

En la actualidad, la etapa de crecimiento inicial para vehículos eléctricos está siendo impulsada por las políticas públicas de diversos gobiernos. Economías avanzadas como el Reino Unido, Francia, Noruega y los Países Bajos, han anunciado planes para prohibir la venta de vehículos a combustión interna nuevos en los próximos 10 a 15 años.

Dentro de la Unión Europea, y con el objetivo final para facilitar los viajes de larga distancia de EVs, se ha creado la empresa "IONITY", respaldada por los principales fabricantes de vehículos y apuntando a la construcción de una red de 400 estaciones de carga rápida en toda Europa para el año 2020. Esta empresa cuenta con el apoyo de BMW, Daimler, Ford y Volkswagen. Para octubre de 2018 había 15 estaciones de carga en operación, con otras 30 en construcción. Se espera que una combinación de factores, tales como subsidios, políticas y desarrollos de infraestructura favorezcan el mercado de los EV en Europa para el periodo proyectado.

China recientemente anunció políticas que podrían tener un impacto inmediato en el sector de EVs. Esto involucra una cuota para la producción de Vehículos Eléctricos Nuevos (NEVs), incluyendo EVs a batería (BEV), PHEVs y vehículos con celdas de combustible. Este plan nuevo apunta a reemplazar un programa de subsidio existente para NEVs para el año 2020.

Esta nueva cuota de producción será impuesta a través de un sistema de puntaje crediticio, donde los fabricantes de vehículos obtendrán créditos por la producción de NEVs. En 2019, las empresas locales o extranjeras que produzcan 30,000 o más automóviles deberán obtener puntos NEV equivalentes al 10% de la cantidad combinada de vehículos que producen en China, más los que importen al país. Esta proporción aumentará al 12% para 2020. Los fabricantes que no alcancen estos objetivos deberán comprar créditos de fabricantes con créditos sobrantes, o

estarán sujetos a multas. Se cree que estas multas serán lo suficientemente severas como para lograr que la mayoría de los fabricantes cumplan con el sistema de cuotas.

Sin embargo, la salida del programa de subsidios existente empezó antes de lo anticipado, lo que resultó en impactos severos en la rentabilidad de los fabricantes. Los aumentos de precios necesarios para compensar esto han tenido un efecto de supresión en la demanda de NEV en China. Esto también significa que en el corto término es probable que los HEV vean un aumento relativo en la demanda ya que son la opción preferida de los consumidores en un ambiente sin subsidios.

La competencia en el mercado de los EV en América del Norte está en aumento, donde los fabricantes de EV tales como la empresa china BYD y la empresa india Mahindra están ingresando al mercado. BYD está estableciendo una planta de ensamblaje en Ontario, Canadá, de donde planear servir la demanda tanto en Canadá como en Estados Unidos. Mahindra ha abierto una planta en Detroit y es en la actualidad uno de los cinco fabricantes que apunta a obtener un contrato por 6.000 millones de dólares para diseñar y producir los nuevos vehículos de transporte de correos para el Servicio Postal de los Estados Unidos.

Tesla recientemente anunció dos modelos nuevos de vehículos eléctricos, el "*New Roadster*" y un camión. La producción del *New Roadster* está planificada para 2020 y el vehículo tendrá una capacidad de batería de 200 kWh, en comparación a los 50-75 kWh del Modelo 3. El *New Roadster* es un vehículo de lujo que no apunta al mercado tradicional y que no se espera que altere en gran medida las cifras de ventas en EV en la proyección del caso base, aunque será un factor importante a considerar como demostración de las capacidades de más alta gama de los EV. La producción del camión Tesla propuesto está planificada para 2019, pero todavía no se cuenta con detalles del pack de baterías o el volumen de producción. Más relacionado a las proyecciones de EV y demanda de litio, Tesla se enfrenta a barreras con sus modelos existentes, los que continuamente han tenido un bajo desempeño en relación a los objetivos de producción para el Modelo 3. Es la situación de problemas de flujo de efectivo en la empresa la que genera dudas respecto al aumento a largo plazo en la producción de EVs y la demanda correspondiente de litio en los Estados Unidos.

A escala global, otro riesgo importante a considerar es la proliferación de servicios de viajes compartidos (*'car sharing'*). Estos han tenido tasas de proliferación más altas de lo que se esperaba. La popularidad de las plataformas que ofrecen estos servicios siguió en aumento mientras ingresan al mercado nuevos modelos de movilidad compartida, incluyendo servicios de vehículos por suscripción y una gama de servicios de transporte y viajes compartidos en

competición. A corto plazo, estos suprimen la demanda de vehículos nuevos, aunque la vida de estos vehículos disminuirá debido a su mayor tasa de utilización. Sin embargo, cambios pequeños en nuestras estimaciones para las tasas de propiedad de LDV tienen un efecto importante en la demanda de LDVs. Incluso un cambio de un 1% en las tasas de propiedad de vehículos resulta en un cambio tres veces mayor en la demanda de vehículos a largo plazo, y este efecto se magnifica a medida que disminuye la tasa de propiedad de vehículos. La introducción de la "uberización" en la industria automotriz, sin importar en qué forma se realiza, tiene implicancias importantes en la demanda de vehículos y, por lo tanto, en la demanda de sus materias primas por años tras su adopción.

- **Almacenamiento de energía**

La energía renovable es una fuente poco confiable de energía debido a su intermitencia. Las instalaciones individuales como lo son los paneles solares en techos y conectados a una batería recargable podrían ser la fuente de energía de hogares y empresas en el futuro. Varias empresas ya ofrecen tales instalaciones, como es el caso de Tesla con su producto Powerwall, aunque en la actualidad estos no son inmediatamente costo-competitivos y tienen periodos de retorno extensos.

Más allá de la gestión de demanda punta, la energía almacenada tiene varias otras aplicaciones. Entre estas, la más interesante para el mercado de las baterías es la regulación de frecuencia. Toda red tiene una frecuencia fija en la que opera, y la energía que entrega debe mantenerse lo más cercano a este valor. Existen varios métodos en uso para monitorear la frecuencia, y ya que requiere de una respuesta inmediata, las baterías son aptas para los mecanismos de regulación de frecuencia.

El mercado del almacenamiento de energía todavía no ha madurado y está en evolución. Existen varias opciones de almacenamiento de energía y tecnologías en etapas de R&D, desarrollo y comercialización, incluyendo LIBs a gran escala. A diferencia de los dispositivos electrónicos portátiles y en especial EVs, las LIBs no son necesariamente la única alternativa disponible para el almacenamiento y entrega de electricidad. Muchas redes comerciales podrían usar otros tipos de baterías para el balanceo de cargas, como las de sulfato de sodio. En efecto, las LIB representan una parte muy pequeña del mercado total de almacenamiento de energía en el presente. La gran mayoría de las instalaciones de almacenamiento de energía de red (el 95% de las instalaciones activas y bajo seguimiento en 2017) corresponde al almacenamiento de energía para bombeo de hidroeléctricas, donde el agua se bombea desde una reserva a una elevación

menor hacia una reserva de elevación superior durante los periodos de baja demanda y luego se le permite volver a bajar por las turbinas en periodos de alta demanda.

El almacenamiento de energía residencial es un sub-sector importante a considerar. El almacenamiento de energía distribuida se suele asociar a la generación de energía en terreno, a menudo por medio de generadores eólicos o paneles solares. El almacenamiento de energía localizada permite que esta electricidad sea recolectada y usada en periodos de baja generación, como sería el caso de noche. Las instalaciones especializadas, como aquellas usadas para el bombeo de almacenamiento hidroeléctrico, no están disponibles para la mayoría de las residencias, por lo que las LIB tienen una ventaja competitiva importante para el creciente mercado residencial.

- **Equipos electrónicos portátiles**

Las LIB han reemplazado casi en su totalidad el uso de baterías de níquel-metal hidruro (NiMH) en dispositivos portátiles, así como también ha eliminado el uso de baterías de níquel-cadmio (NiCd). Los dispositivos con LIB han aumentado de forma masiva en la última década, con el surgimiento de los smartphones.

Muchos dispositivos portátiles, como laptops, teléfonos móviles y tablets han alcanzado o están cerca de alcanzar la madurez de sus ciclos de crecimiento. Se espera que el volumen de este mercado se mantenga estable en el futuro.

- **Vidrios y cerámicos**

El litio en forma de espodumeno, petalita y otros óxidos de litio se usa en el proceso de fabricación de vidrio y cerámicos, principalmente para mejorar la viscosidad de fundición y para disminuir la temperatura de fundido del vidrio. Al reducir la temperatura de fabricación, el litio puede ahorrar un 5-10% del consumo de energía para el proceso, lo que resulta en una reducción en las emisiones de NOx y en los costos de fabricación. Además, el litio mejora el brillo del vidrio y aumenta su resistencia al choque térmico, lo que es importante para aplicaciones tales como las superficies de cocina y otros elementos de cocina hechos en vidrio.

Hasta el año 2012 el sector del vidrio y los cerámicos representaban el mayor consumo final de litio, y hasta 2017 se mantiene como el segundo mayor uso (después de las LIB) con 64kt de LCE. El crecimiento en la demanda de litio en vidrios y cerámicos se ha visto impulsado por la construcción residencial y comercial, así como también por la fabricación de vehículos y por varias aplicaciones industriales. Además, parte de su crecimiento se debe a un aumento en la población

y cambios en los estilos de vida, como en el uso de contenedores de vidrio (usados en botellas de bebidas y en productos de cocina, entre otros).

- **Grasa lubricante**

Las grasas con base litio representan aproximadamente un 75% del mercado global de grasas. El litio es un excelente lubricante, ya que no se descompone a altas temperaturas ni se solidifica a bajas temperaturas.

Más aún, las grasas de litio son muy estables, por lo que son muy buena opción para sistemas de mecanismos sellados, como en rodamientos y cajas de cambios. Las grasas de base litio consisten de aceite mineral lubricante, aditivos y espesadores (jabones de litio), donde los espesadores representan un 3-20% de la composición de la grasa por peso. El hidróxido de litio se usa para la fabricación de jabones de litio.

- **Tratamiento de aire**

El litio se usa en varias aplicaciones de tratamiento de aire, como en sistemas de enfriado de aire industrial, refrigeración industrial y en sistemas de secado.

Los productos de litio más usados incluyen el bromuro de litio, el cloruro de litio y el hidróxido de litio. En los sistemas de enfriado de aire industrial se usa el bromuro de litio como refrigerante para absorber la humedad del aire tibio. El bromuro de litio o el cloruro de litio se usan como desecantes para los sistemas de secado de aire. Además, el hidróxido de litio se usa en los depuradores de CO<sub>2</sub> en ambientes cerrados, como en submarinos y en naves espaciales.

En 2017 se usaron casi 9 kt de LCE en aplicaciones de tratamiento de aire, lo que representa el 4% de la demanda global total de litio. El principal impulsor del consumo de litio en las aplicaciones de tratamiento de aire es la producción de unidades de aire acondicionado, de las cuales un 81% se produjo en China en 2017.

- **Polímeros**

El butil-litio se usa como iniciador de polimerización para el caucho sintético y elastómeros termoplásticos. Estos son de uso extenso en la fabricación de neumáticos para vehículos. Otras aplicaciones incluyen plásticos, elementos de cocina y pinturas acrílicas. Ya que los neumáticos son la fuente principal de consumo, la demanda de litio para la producción de polímeros suele ser impulsada por la cantidad de vehículos en circulación. Es importante denotar que eso no incluye sólo la producción de vehículos de nuevos sino también todos los automóviles, camionetas,

camiones y buses que ya están en circulación: el recambio de neumáticos crea una cantidad importante de demanda.

La producción de polímeros consumió poco menos de 7 kt de LCE en 2017.

- **Polvos fundentes para moldes de colada continua**

Unas 6 kt de LCE de litio se usó para la colada continua de acero en 2017. La tecnología de colada continua es un método que se usa para colar palanquillas y placas de acero a partir de acero fundido. El polvo fundente se usa durante el proceso de colada continua, y en este polvo se usa óxido de litio. Las propiedades físico-químicas de los polvos fundentes tienen un papel vital en determinar el control de calidad de la colada. El uso de óxido de litio en los polvos fundentes ayuda a reducir la viscosidad en el molde y baja la temperatura a la que empieza la cristalización del acero, mejorando así la eficiencia de operación. El fluoruro de calcio también se puede usar como polvo fundente y como sustituto del litio, pero es menos aceptado ya que puede tener efectos negativos en la salud de los trabajadores, en los equipos y en el ambiente.

CRU estima que la colada continua de acero representa un 96% de la producción global de acero crudo. Como tal, el consumo de litio en colada continua está estrechamente alineado con las tendencias de producción de acero. Sin embargo, se usa solo una pequeña cantidad de litio para la producción de cada tonelada de acero crudo, por lo que los niveles absolutos de consumo varían muy poco en el período bajo análisis. En términos de división regional, China representa casi la mitad de este segmento en 2017, pero se espera que su participación se mueva lentamente al resto de Asia a medida que la construcción e industrialización crece con mayor rapidez.

- **Fundición de Aluminio**

El aluminio primario se produce por medio de la electrólisis de alúmina fundida, haciendo uso del proceso Hall-Héroult. Este es un proceso de uso intensivo de energía debido al alto punto de fundición del aluminio. Para disminuir el punto de fundición y reducir la viscosidad se hace uso de varios aditivos. El carbonato o cloruro de litio se añade a la fundición, reaccionando con el fluoruro de aluminio para formar fluoruro de litio. Esto reduce la temperatura del proceso, el consumo de electricidad, el consumo de cátodos de carbono y las emisiones peligrosas para el ambiente.

Al igual que con la colada continua, el consumo de litio en la fundición de aluminio está estrechamente relacionada a los movimientos en la producción de aluminio primario. Se proyecta que el consumo de litio en la fundición de aluminio fue de 2 kt de LCE en 2017.

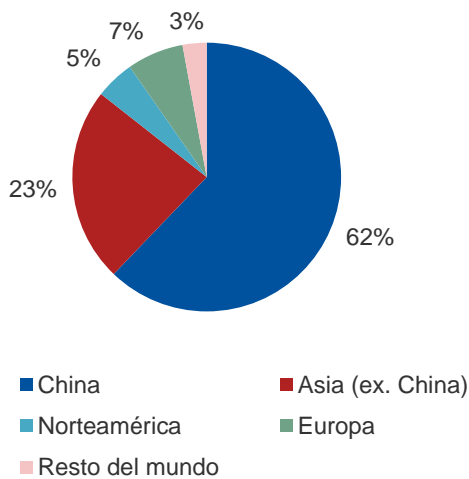
• **Otros usos**

El litio también se usa en pequeñas cantidades en otras industrias, como en textiles, producción de cemento, telecomunicaciones, medicina y farmacéutica y en la generación de energía nuclear. En los sectores de textiles y cemento se usan compuesto de litio como aditivos. El niobato y la tantalita se usan para la fabricación de componentes para la industria de telecomunicaciones y electrónica. En las aplicaciones farmacéuticas se hace uso del carbonato de litio de alta calidad para el tratamiento de la depresión en desórdenes bipolares. Otros usos farmacéuticos incluyen la producción de cremas dermatológicas y de catalizadores para drogas de reducción de peso. El hidróxido de litio también se usa en pequeñas cantidades en refrigerantes de fluoruro para controlar la química del agua para los sistemas de refrigeración en plantas de energía nuclear.

El consumo de litio de estos sectores representó aproximadamente 20kt de LCE en 2017.

**Figura 2 Consumo de litio por región, 2017**

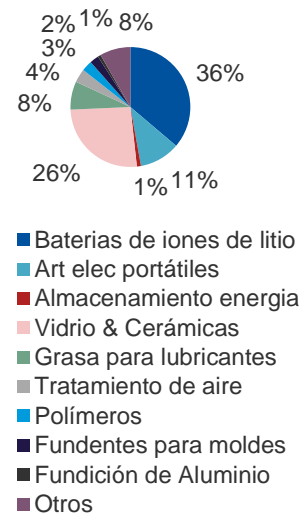
Demanda total: 172kt LCE



Fuente: CRU

**Figura 3 Consumo de litio por uso final, 2017**

Total demand: 172kt LCE



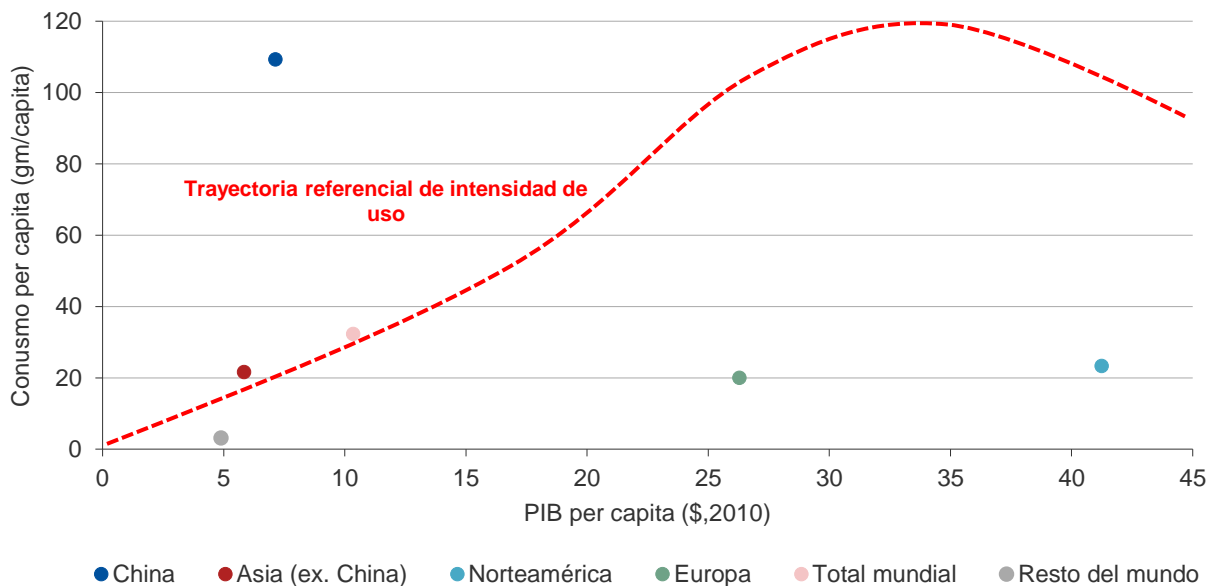
Fuente: CRU

**1.1.2. Intensidad de uso y el ciclo de desarrollo del litio**

La demanda por cápita del litio tiene poca relación con el PIB per cápita en los países consumidores. Esto se debe a que el litio se consume en las etapas iniciales de la cadena de valor de un producto específico, y muchos de estos productos son luego comercializados internacionalmente. Por ejemplo, se consume litio en la producción de un teléfono móvil para la producción del cátodo y electrolito de la batería. El *pack* de batería en sí podría ser completado

en un país diferente. Esta batería sería luego enviada a otra instalación para el armado completo del teléfono antes de ser enviada al mercado para su venta. Esto es particularmente cierto para las baterías (por amplio margen el uso final de litio más relevante), dada la concentración de producción de baterías en Asia y debido a los amplios mercados geográficos para los productos a batería. Por ejemplo, imagine que la tasa de ventas de los EV se duplica en Europa de un día a otro; contrario a lo que se esperaría, el consumo per cápita de litio aumentaría en Asia. Se podría crear una versión más útil de esta misma métrica con un seguimiento detallado de los sectores de uso final en la cadena de valores, pero esto no reflejaría la demanda de litio, sino que más bien la demanda de una gama entera de otros productos.

**Figura 4 Intensidad de uso del litio, 2017**



Fuente: CRU

### 1.1.3. Sustitución y elasticidad de la demanda de litio

#### Sustitución

**Baterías de Ion-Litio:** Existen otros tipos de baterías recargables, pero pocas tecnologías de batería comparables han salido de la etapa experimental a pesar de los extensos gastos de investigación y desarrollo. Un obstáculo clave es el encontrar un material con alta densidad energética que sea seguro a escala, tenga suficientes ciclos como para ser útil y se pueda

recargar en un período de tiempo conveniente. Las tecnologías más prometedoras también tienden a estar basadas en litio; por ejemplo, las baterías de litio de estado sólido (sin electrolito líquido) son las que han obtenido más atención como el producto de "próxima generación".

**Vidrio y cerámicos:** El carbonato de sodio y el fundente de potasio son sustitutos para los compuestos de litio. Sin embargo, debido a las características químicas superiores de los compuestos de litio, los otros sustitutos son menos preferidos por los consumidores.

**Grasa lubricante:** El calcio se usa como sustituto para los compuestos de litio. Sin embargo, el precio del litio tiene poco impacto en el costo total de fabricación por lo tanto no hay incentivos fuertes para propiciar un cambio.

**Tratamiento de aire:** La alternativa principal al cloruro de litio como desecante sólido en los sistemas de aire acondicionado es el gel de sílice. Los sistemas de desecante líquido tienen mayor dependencia en el litio, contienen bromuro de litio o una solución de cloruro de litio. La alternativa principal en estos sistemas es el cloruro de calcio.

**Colada continua:** Los polvos para moldes también suelen contener silicio, calcio, aluminio, sodio o magnesio, ya sea en conjunto con el litio o en reemplazo del mismo. Esto hace que el litio sea relativamente fácil de sustituir en el proceso. Sin embargo, solo se consume una parte muy pequeña de litio en la producción de cada tonelada de acero.

**Fundición de aluminio:** Se puede usar fluoruro de calcio o potencialmente fluoruro de magnesio como reemplazo para el carbonato de litio en el proceso Hall-Héroult para aumentar la conductividad eléctrica y reducir las pérdidas por evaporación.

### **Elasticidad de la demanda**

CRU considera que la elasticidad precio de la demanda para la mayoría de los minerales bajo análisis es cero o casi cero en el corto plazo y, en muchos casos, también en el largo plazo.

La razón crucial para esta afirmación es que dichos minerales (*commodities*) no son consumidos como bienes finales sino que sirven como insumos para la producción de bienes finales o en bienes de capital. Como tal, debemos tener en cuenta que la demanda de estos *commodities* es una demanda derivada.

De esta manera, los argumentos esgrimidos por Lord Alfred Marshall en el libro de texto de economía "Principios de la economía" (donde se presentó por primera vez el concepto de elasticidad precio de la demanda) continúan aplicándose. Sus argumentos implicaban que la

elasticidad precio de la demanda de un insumo (es decir, la elasticidad precio de la demanda derivada) sería menor si se cumple alguno de los siguientes puntos:

1. Si ese insumo o un producto intermedio derivada de él se utiliza como complemento (y no como sustituto) para producir el bien final (baja sustituibilidad)
2. La participación del insumo en el bien o servicio final es pequeña (participación de bajo valor)
3. En caso de tener sustitutos, si esos sustitutos tienen una oferta fija/rígida (baja elasticidad de la oferta de sustitutos)
4. Si la elasticidad de la demanda del bien o servicio final es baja (baja elasticidad precio final)

Para la mayoría de los 27 minerales bajo estudio, aplican una o más de estas situaciones. Por lo tanto, siguiendo los argumentos de Lord Marshall es posible concluir que la elasticidad precio de la demanda de estos productos es baja (típicamente, cercana a cero).

En la práctica, la implicancia es que para observar una destrucción significativa de la demanda de un mineral (10% o más) se necesitaría un diferencial de precios muy alto (al menos del doble del valor promedio) sobre el valor de el/los sustituto/s y que ese diferencial se mantenga durante diez o más años. En otras palabras, CRU opina que la elasticidad precio de la demanda a largo plazo no debe ser más del 10%. Asimismo, una elasticidad <10% generaría diferencias insignificantes con cualquier cálculo basado en una elasticidad precio de la demanda igual a cero.

En el caso específico del litio, los cuatro factores de análisis de la teoría marshalliana se comportan de la siguiente manera.

**Tabla 2 Análisis de la elasticidad de la demanda, Litio**

Factor de análisis	Características específicas del Litio
Usos principales	Baterías de vehículos y dispositivos electrónicos; varias aplicaciones industriales
Baja sustituibilidad	Sí. Baterías ion-litio serán la tecnología dominante en el mediano plazo. Muy poco peso en otras aplicaciones.
Participación de bajo valor	Sí
Baja elasticidad de la oferta de sustitutos	Sí
Baja elasticidad precio final	No

Fuente: CRU

#### 1.1.4. Demanda histórica de litio

##### Principales consumidores por actividad económica en los últimos diez años

Tal como se plantea en la sección “Determinantes de la demanda de litio y usos finales” de este reporte, el principal sector económico ligado al consumo de litio es la fabricación de baterías. Dado que el litio es un mineral que se viene utilizando desde hace muchos años en industrias que llevan varias décadas de desarrollo, estos usos finales se han mantenido relativamente estables.

##### Principales países y/o regiones consumidoras de litio

En esta sección se presentan los principales países y/o regiones consumidoras de litio primario en los últimos 10 años. Dada la naturaleza global del consumo de *commodities*, se analizan los países y/o regiones que son efectivamente relevantes para el estudio y entendimiento del mercado a analizar, con un enfoque en distinguir y separar países y/o regiones cuyo comportamiento futuro pueda impactar el mercado.

Entre 2008 y 2017, el consumo total de litio aumentó de 102kt de LCE a 244kt de LCE: un aumento del 139% y una TCAC de 10.2%. El crecimiento de la demanda durante este periodo fue impulsado principalmente por el sector de EVs (62% del total del crecimiento) y en menor medida por vidrio y cerámicos (17%) y dispositivos electrónicos portátiles (11%).

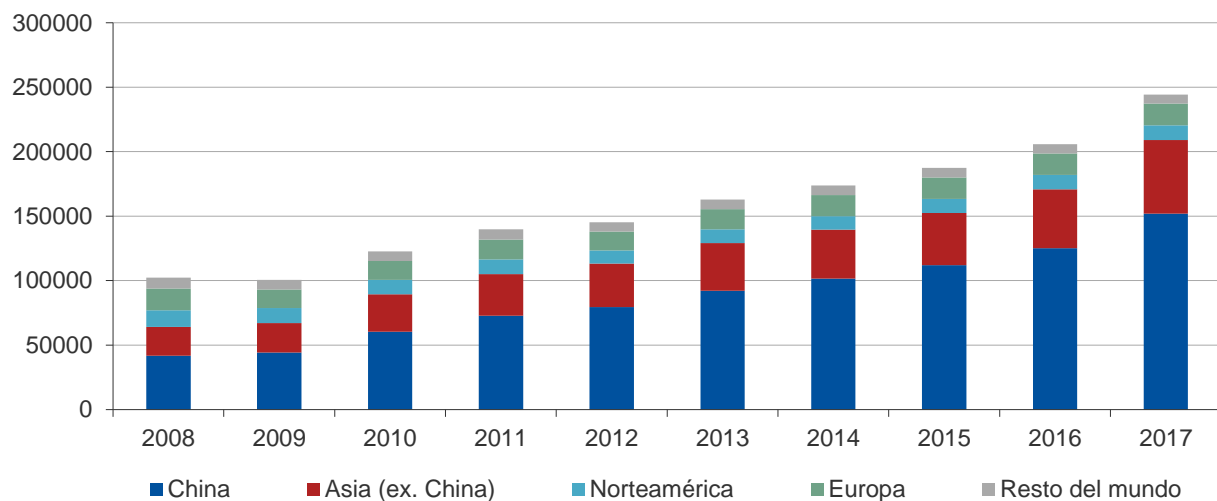
El único uso final industrial entre estos, el crecimiento en vidrio y cerámicos, se centró en la construcción de nuevas propiedades residenciales y comerciales en China y se vio suplementada por el aumento en la propiedad de vehículos en China. El consumo aumentó 24kt de LCE durante el periodo (88% en China), de los 40kt de LCE en 2008 a 64kt de LCE en 2017.

El consumo de litio en dispositivos electrónicos portátiles aumentó en más de un 130% entre 2008 y 2017. Este crecimiento, claro está, coincide con el surgimiento de los smartphones. Para 2007, dispositivos móviles multifuncionales (como el Blackberry) ya estaban empezando a penetrar el mercado. A fines de 2007 se lanzó el primer iPhone y empezó una carrera dentro de la industria para igualar este producto. Más allá de aumentar la cantidad de dispositivos, las funciones con mayor consumo energéticos, como pantallas táctiles capacitivas más grandes, software más sofisticado o el mero aumento de tamaño de los dispositivos han impulsado la demanda de baterías más grandes. Por tanto, el segmento de dispositivos electrónicos portátiles ha visto una fuerte TCAC de 9.9%, pasando de 11kt de LCE en 2008 a 27kt de LCE en 2017.

Más sustancial aún, el segmento de EV estaba recién empezando a desarrollarse en 2008. Debido al tamaño de las baterías requeridas para impulsar un vehículo, el consumo de litio se expandió rápidamente, superando a los dispositivos portátiles en 2010 para convertirse en el

segmento de uso final más grande en 2017. Este segmento, al igual que muchos otros, también debe buena parte de su crecimiento a China. El mercado de EV en China ha recibido un importante apoyo del gobierno, haciendo de ciertos EVs costo-competitivos con otras alternativas en el mercado (aunque más baratos y de menor calidad). Es debido a esto que la industria ha logrado ganar terreno, llevando a la expansión de participantes importantes, como BYD. El consumo total de EVs en 2008 fue de menos de 1kt de LCE; para 2017 era de 88kt de LCE. Se espera que esta tendencia acelere a medida que los EV ganan participación de mercado.

**Figura 5 Consumo histórico de litio, 2008-2017 (toneladas de LCE)**



Fuente: CRU

**Tabla 3 Consumo histórico de litio, 2008-2017 (toneladas de LCE)**

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2008-17
China	41.717	44.311	60.373	72.744	79.436	92.152	101.545	112.020	125.066	151.870	15,4%
Asia (sin China)	22.294	22.775	28.990	32.401	33.754	36.939	37.919	40.393	45.842	57.236	11,0%
Norteamérica	13.093	11.590	11.218	11.240	10.286	10.611	10.641	10.925	10.996	11.472	-1,5%
Europa	16.879	14.436	14.633	15.484	14.623	15.632	16.272	16.701	16.826	16.639	-0,2%
Resto del mundo	8.321	7.558	7.569	7.884	7.228	7.565	7.516	7.380	7.196	7.072	-1,8%
<b>Total mundial</b>	<b>102.304</b>	<b>100.669</b>	<b>122.783</b>	<b>139.752</b>	<b>145.326</b>	<b>162.900</b>	<b>173.893</b>	<b>187.420</b>	<b>205.926</b>	<b>244.290</b>	<b>10,2%</b>
<i>% cambio anual</i>		-2%	22%	14%	4%	12%	7%	8%	10%	19%	

Fuente: CRU

### 1.1.5. Proyección de demanda de litio

#### Escenario 1 - Continuidad

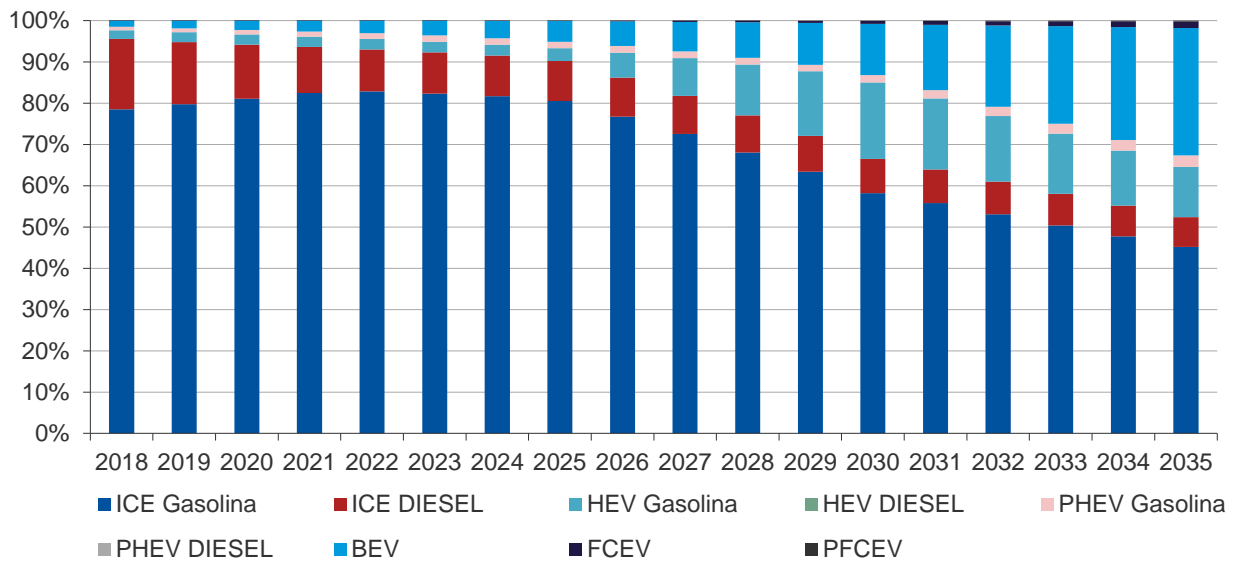
La demanda total de litio crecerá a una TCAC de 11.7% entre 2018 y 2025 antes de saltar a una TCAC proyectada de 14.1% de 2025 a 2035. En términos de volumen, esto representa un aumento multiplicado por ocho, de las 277kt de LCE en 2018, a las 2,248kt de LCE en 2035.

La proyección de demanda general, al margen del análisis granular que se presenta a continuación, indica que el segmento de los EV será el principal impulsor de consumo de litio en el futuro. El consumo para la fabricación de baterías para EVs ya ha superado todos los otros usos finales y seguirá creciendo 16x su nivel actual, de 114kt de LCE en 2018 a 1,826kt de LCE en 2035. Se espera que cuando la conveniencia de los EVs en términos de su costo total a lo largo de la vida útil se vuelva evidente, la venta se disparará a partir de 2025. Esto se verá suplementado con un crecimiento fuerte en el segmento de almacenamiento de energía a medida que madura, terminando el periodo de proyección en 172kt de LCE.

A largo plazo se espera que la demanda global de vehículos aumente a una TCAC de ~1% entre 2017 y 2034, cuando CRU estima que la demanda alcanzará su máximo. La clara mayoría de la demanda de vehículos corresponderá a LDVs (vehículos de trabajo ligero) que representó un 87% del total en 2017 y mantendrá dicha participación al término del periodo de proyección. El remanente estará formado principalmente por HDVs (vehículos de trabajo pesado).

La estabilidad de la demanda global de vehículos oculta la imagen de cambio a niveles regionales. Por ejemplo, la disminución de la población en edad de trabajo en los países desarrollados en Asia resultará en una caída en LDVs que podría empezar antes de 2020. Entre tanto, en Norteamérica la madurez del mercado automotriz, mezclada con factores sociales y problemas de congestión significan que la demanda de LDV podría haber alcanzado su máximo en 2017. En contraste, se proyecta que la demanda de LDV en China crecerá hasta fines de 2020 gracias al aumento de riqueza de los consumidores. Será la disminución de la población la que termine con ese patrón. A pesar de ser actualmente baja, se espera que la demanda de LDVs en India y Brasil siga en aumento a futuro.

**Figura 6 Porcentaje de demanda de LDV por tren motriz**



Fuente: CRU

El modelo de demanda automotriz de CRU asume el costo total de propiedad durante la vida útil de los diferentes tipos de vehículos. Estimamos que el costo total de propiedad en Norteamérica para un BEV en la actualidad es menor a lo que sería para un vehículo de motor de combustión interna (ICE) comparable. Los subsidios ofrecen una explicación parcial para esto, pero los bajos costos de mantenimiento y el menor precio de inversión inicial para los BEV también contribuyen a su precio-competitividad.

CRU espera que los BEV rápidamente bajen de precio en los próximos años. Las escalas de eficiencia aumentarán a medida que los fabricantes de BEV aumenten su producción. Más aún, dejando de lado parte de la materia prima requerida, el proceso de producción involucrado en la fabricación de BEV es potencialmente mucho más simple que para los ICE (el número de partes móviles en un BEV es considerablemente menor que en un ICE). Por supuesto que no se puede esperar que el consumidor sea perfectamente racional en el momento; hemos asumido una demora antes de que el menor costo de propiedad se refleje en las cifras de demanda.

No obstante, estimamos que para mediados de la década del 2020 tanto los BEV como los HEV habrán empezado a capturar participación de mercado global de los ICE. Entre 2017 y 2030 proyectamos que la demanda de BEV aumentará en casi un 24% de TCAC, la demanda de HEV en un 22% de TCAC y la demanda de ICE bajará a una TCAC de -1,2%. Después de este punto, a medida que la calidad de baterías y el rango de operación aumente, CRU espera que los BEV

superen a los HEV. Con el paso del tiempo el valor de adquisición inicial para los BEV debería ser considerablemente menor al valor de los HEV, ya que el proceso de fabricación de los BEV involucra menos complicaciones. Esto también tendrá un efecto a futuro en la disminución del costo de propiedad a largo plazo de los BEV en relación a los HEV.

También se espera que el crecimiento de los EV impulse una división regional en la demanda, donde China y el resto de Asia potencien su dominio sobre la fabricación de baterías para capturar la mayor parte del crecimiento.

Otra área de crecimiento a futuro será el almacenamiento de energía, donde se espera que las LIB aumenten como resultado del crecimiento del tamaño total del mercado de almacenamiento de energía, así como también debido a que las LIB capturen otras opciones de almacenamiento de energía, como sería el caso de situaciones donde el almacenamiento por bombeo represente un desafío geográfico o donde las LIB se han empezado a convertir en la opción más económica en comparación a las baterías de NiMH. Esto resultará en un aumento en el consumo de litio para el almacenamiento de energía a una TCAC de 31,9% entre 2018 y 2025, aunque esto estará basado en apenas 2,7kt de LCE en 2017. Este aumento bajará a una TCAC igualmente notable de 18.5% entre 2025 y 2035, a medida que se desarrolla el mercado para baterías de almacenamiento en red, donde se mantendrá como el uso final con la tasa de crecimiento más fuerte y se convertirá en el segundo uso final más importante a comienzos de la década de 2030.

Por otro lado, se espera que los dispositivos portátiles se mantengan a una TCAC estable de 4.2% para 2028-2035, duplicando las 28kt de LCE en 2018 hasta las 56kt de LCE en 2035.

El consumo de litio en la producción de vidrios y cerámicos aumentará de 66kt de LCE en 2018 a 80kt de LCE en 2025 y 98kt de LCE en 2035. Este crecimiento será mucho más modesto en comparación a los EV y al almacenamiento de energía, a una TCAC de 2.4% entre 2018 y 2035. El principal impulsor será la construcción de propiedades comerciales en China, con un aumento en India para fines del periodo de proyección.

En otros segmentos, se espera que la demanda de litio para el consumo en la producción de grasa aumente a una TCAC de 2,4% entre 2018 y 2035. En términos absolutos, el consumo de grasa de litio en la producción de grasa aumentará en 11kt de LCE para el periodo proyectado, de 19kt de LCE en 2018 a 30kt de LCE en 2035.

### **Demanda por región**

Se proyecta que el consumo de litio en las aplicaciones de baterías y en EVs en particular sobrepasará con creces todos los otros usos finales. Como tal, el escenario de demanda para el

litio estará principalmente formado por la capacidad de producción de baterías. Hasta hace poco, China, Corea del Sur y Japón comprendían virtualmente toda la capacidad de fabricación de LIB a nivel mundial. Esto cambió con la llegada de la Gigafábrica de Tesla en los EEUU y con planes para plantas en Europa. La producción a gran escala se está distribuyendo lentamente a otras regiones en todo el mundo.

**Tabla 4 Capacidades de plantas de producción de baterías (GWh)**

Región	País	Compañía	Ubicación	Capacidad 2020	Est. Capacidad 2025
Asia	China	CATL	Ningde	50	80
		Lishen	Tianjin	20	35
		BYD	Shenzhen	12	20
		LG Chem	Nanjing	10	20
		Boston Power	Liyang -1	4	10
			Liyang -2	4	10
		Samsung	Xian	4	10
		CALB	Luoyang	3	10
	Panasonic	Dalian	3	12	
	<b>Total</b>			<b>110</b>	<b>207</b>
Corea del Sur	LG Chem	Ochang	18	35	
	Samsung	Ulsan	5	20	
	SK Innovation	Seosan	4	4	
<b>Total</b>			<b>27</b>	<b>59</b>	
Norteamérica	EEUU	Tesla	Nevada	35	50
		LG Chem	Michigan	3	10
		Imperium3	New York	1	1
<b>Total</b>			<b>39</b>	<b>61</b>	
Europa	Suecia	Northvolt	Skellefteå	0	8
	Polonia	LG Chem	Wrocław	5	10
	Alemania	Daimler Benz	Kamenz	8	16
	Hungría	SK Innovation	Komárom	8	8
	<b>Total</b>			<b>29</b>	<b>66</b>
<b>Global</b>	<b>Total</b>			<b>204</b>	<b>393</b>

Fuente: CRU

## China

Históricamente, la participación de China en la demanda global de litio era impulsada por el consumo en aplicaciones industriales como vidrio y cerámicos, fundición de aluminio y fundentes para colada continua. La participación en el segmento de baterías era comparativamente baja.

Debido al aumento en la demanda de baterías (tanto primarias como recargables), China rápidamente adquirió las capacidades y especialización para fabricar baterías. Una serie de participantes importantes en baterías a nivel global, como BYD, BAK y Lishen han emergido de China. En 2008, China representó un 41% de la demanda global de litio. Para 2017 esta cifra había aumentado al 62%, impulsada en gran medida por el aumento en la producción de baterías. Entre 2018 y 2025 se espera que la participación de China crezca a una TCAC aproximada del 12,3%, para alcanzar las 384kt de LCE. En 2035, para fines del periodo de proyección, se estima que China representará 1.459kt de LCE en consumo de litio.

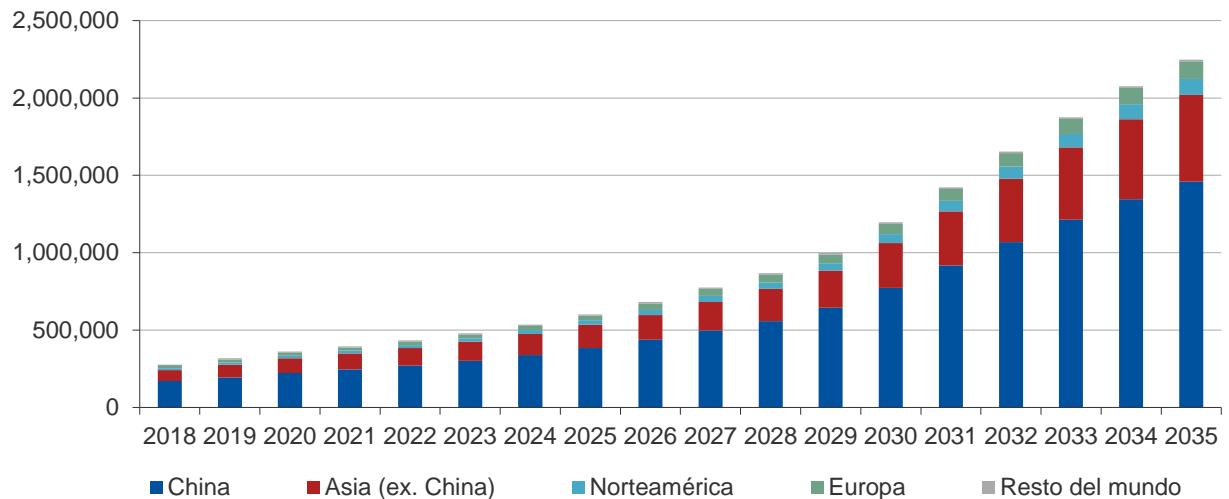
### **Asia (excluyendo China)**

Japón y Corea del Sur son los centros tradicionales de producción de LIB y se espera que tengan un papel importante en el aumento del consumo de litio en aplicaciones de baterías. Sin embargo, su importancia será matizada por la expansión rápida en la capacidad de producción de cátodos en China, así como también por la construcción de plantas de baterías en Europa y Norteamérica. Se espera que el consumo de litio en aplicaciones EV en la región aumente a una TCAC de 16,4% entre 2018 y 2035, pero que su participación en el total mundial disminuya del 32% al 27 para el mismo periodo. También se espera que caiga la participación en el consumo de almacenamiento de energía a medida que los factores de costo empujan la producción hacia las químicas de cátodos LFP, para los que la vasta mayoría de la capacidad de producción se encuentra en China. Por otro lado, se espera que el uso industrial de litio en India y el Sudeste de Asia sostengan la participación regional en la demanda total de litio a partir de 2030. Esto se puede denotar con más claridad en los mercados de vidrio y cerámicos y en tratamiento de aire, los que se desplazan de forma significativa a esta región debido a un aumento notable en la construcción.

### **Europa y Norteamérica**

La historia para ambas regiones es muy similar. Se espera que mantengan una tasa de crecimiento estable en casi todos los usos finales, con la excepción de los EV, que aumentará rápidamente a medida que las plantas de producción de baterías en estas regiones empiecen a operar. Este consumo superará con rapidez las aplicaciones industriales, para convertirse por amplio margen en el uso final más importante en 2035. Esto resultará en una TCAC de 11,7% en Europa y de 13,2% en Norteamérica entre 2018 y 2035, cada uno alcanzando aproximadamente un 5% del consumo global total para el término del periodo de proyección.

**Figura 7 Proyección de demanda de litio, 2018-2035 (toneladas de LCE)**



Fuente: CRU

**Tabla 5 Proyección de demanda de litio, 2018-2035 (toneladas de LCE)**

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
China	170.483	194.098	222.966	245.925	270.950	301.233	338.478	383.860	437.396	497.923
Asia (sin China)	69.764	83.326	95.204	103.113	112.457	123.201	136.034	151.493	158.619	183.898
Norteamérica	12.650	14.125	15.822	17.679	19.547	21.945	25.092	28.915	34.021	38.279
Europa	17.156	17.882	18.606	19.111	21.787	24.442	27.082	28.775	42.063	46.390
Resto del mundo	7.186	7.370	7.638	7.736	7.961	8.172	8.421	8.544	8.707	8.930
<b>Total mundial</b>	<b>277.240</b>	<b>316.801</b>	<b>360.236</b>	<b>393.563</b>	<b>432.703</b>	<b>478.992</b>	<b>535.107</b>	<b>601.586</b>	<b>680.806</b>	<b>775.419</b>
% cambio anual		14%	14%	9%	10%	11%	12%	12%	13%	14%

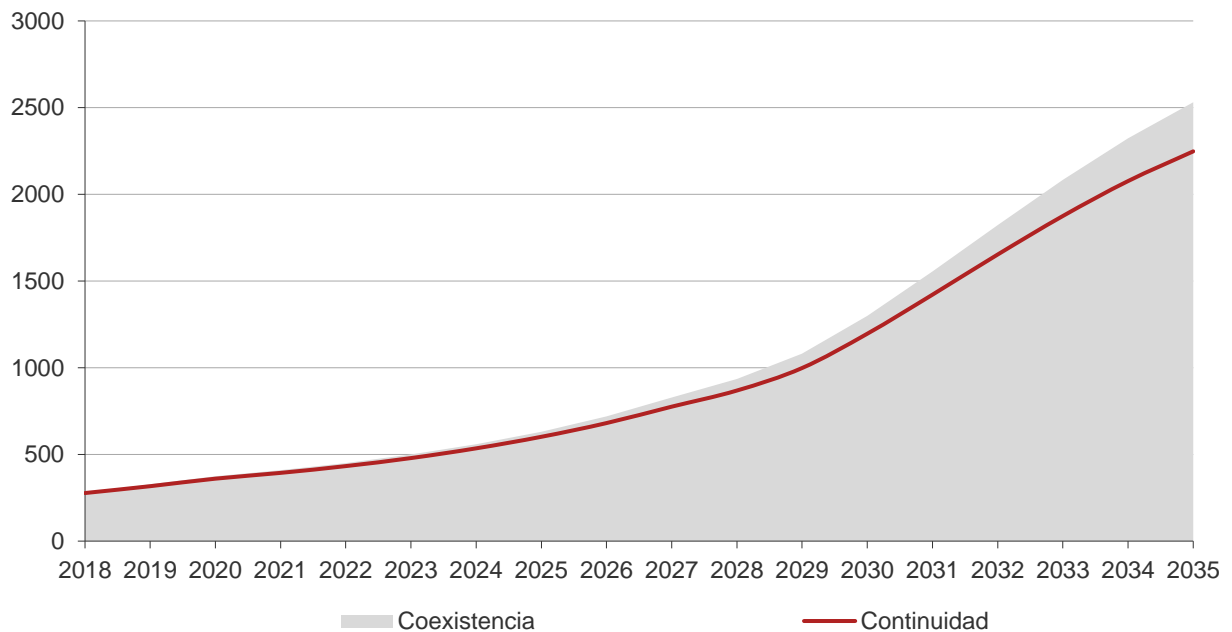
	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	TCAC 2018-35
China	558.487	643.788	771.977	917.655	1.067.666	1.212.180	1.344.596	1.459.084	13,5%
Asia (sin China)	207.544	239.820	291.191	349.861	410.053	467.462	518.601	561.093	13,0%
Norteamérica	42.482	48.402	57.427	67.688	78.141	88.027	96.717	103.679	13,2%
Europa	50.740	56.758	65.831	76.199	86.704	96.742	105.511	112.560	11,7%
Resto del mundo	9.197	9.448	9.703	9.997	10.287	10.651	10.997	11.336	2,7%
<b>Total mundial</b>	<b>868.450</b>	<b>998.217</b>	<b>1.196.130</b>	<b>1.421.399</b>	<b>1.652.852</b>	<b>1.875.062</b>	<b>2.076.422</b>	<b>2.247.752</b>	<b>13,1%</b>
% cambio anual	12%	15%	20%	19%	16%	13%	11%	8%	

Fuente: CRU

### Escenario 2 - Coexistencia

La demanda de litio en el escenario Coexistencia presenta niveles crecientemente superiores al del escenario Continuidad, alcanzando una diferencia del 13% en 2035, equivalente a 283.000 toneladas de LCE. Esta diferencia está mayormente explicada por es la penetración de vehículos eléctricos más agresiva que tendría lugar en el caso de Coexistencia que impacta positivamente la demanda de litio para baterías.

**Figura 8 Demanda en escenario Continuidad vs. Coexistencia para litio ('000 toneladas de LCE)**



Fuente: CRU

**Tabla 6 Demanda en escenario Continuidad vs. Coexistencia para litio ('000 toneladas de LCE)**

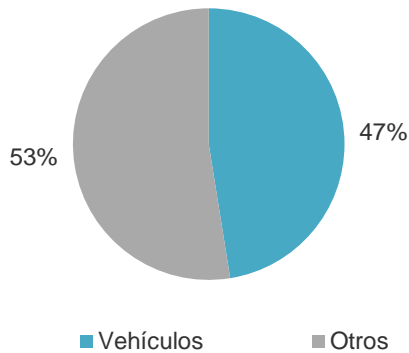
	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Continuidad	277	317	360	394	433	479	535	602	681	775
Coexistencia	277	329	374	409	450	499	559	630	719	827
Diferencia*	-	12	14	15	17	20	23	28	38	52
	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	TCAC 2018-2035	
Continuidad	868	998	1.196	1.421	1.653	1.875	2.076	2.248	13,1%	
Coexistencia	936	1.081	1.300	1.555	1.823	2.084	2.323	2.531	13,9%	
Diferencia*	67	83	104	134	171	209	247	283		

\* Diferencia calculada como Coexistencia menos Continuidad

Fuente: CRU

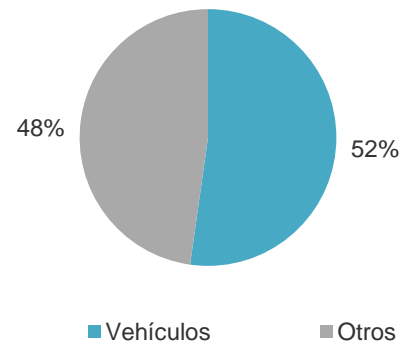
Esta mayor penetración de vehículos eléctricos tiene un impacto en la distribución de la demanda de litio por uso final. En el escenario Coexistencia, el promedio para el período 2018-2035 sería 52% del total, mientras que para Continuidad dicha participación alcanzaría 47%. Los otros usos están más vinculados a la evolución general del PBI por lo que se esperan comportamientos bastante similares entre ambos escenarios.

**Figura 9 Demanda promedio 2018-2035 por sector para el litio – Caso Continuidad**



Fuente: CRU

**Figura 10 Demanda promedio 2018-2035 por sector para el litio – Caso Coexistencia**

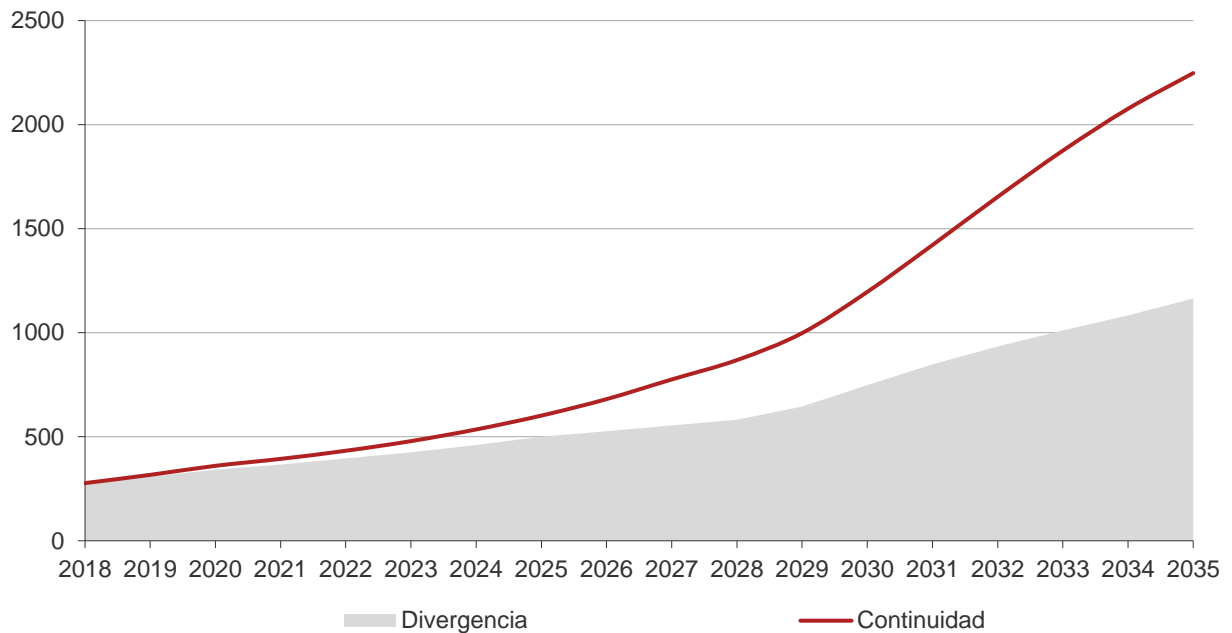


Fuente: CRU

### Escenario 3 - Divergencia

El escenario Divergencia presenta una clara disminución de la demanda de litio con respecto al escenario Continuidad como consecuencia de la menor venta de vehículos eléctricos. Para el año 2035 se proyecta una caída de 48%, equivalente a casi 1.100.000 toneladas de LCE. Sin dudas el litio es uno de los metales que más se vería afectado en un mundo que no priorice el desarrollo de una industria de movilidad sustentable. La brecha entre ambos casos se iría ampliando a lo largo del período bajo análisis, alcanzando su máximo precisamente al final del mismo.

**Figura 11 Demanda en escenario Continuidad vs. Divergencia para litio ('000 toneladas de LCE)**



Fuente: CRU

**Tabla 7 Demanda en escenario Continuidad vs. Divergencia para litio ('000 toneladas de LCE)**

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Continuidad	277	317	360	394	433	479	535	602	681	775
Divergencia	277	308	341	366	395	425	461	500	527	553
Diferencia*	- -	9 -	19 -	28 -	38 -	54 -	74 -	101 -	154 -	222

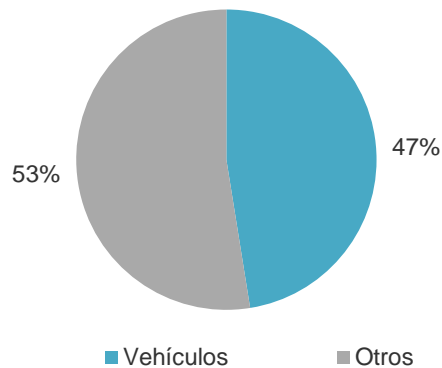
	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	TCAC 2018-2035
Continuidad	868	998	1,196	1,421	1,653	1,875	2,076	2,248	13.1%
Divergencia	581	645	748	848	935	1,011	1,083	1,164	8.8%
Diferencia*	- 287 -	353 -	449 -	573 -	718 -	864 -	993 -	1,083	

\* Diferencia calculada como Divergencia menos Continuidad

Fuente: CRU

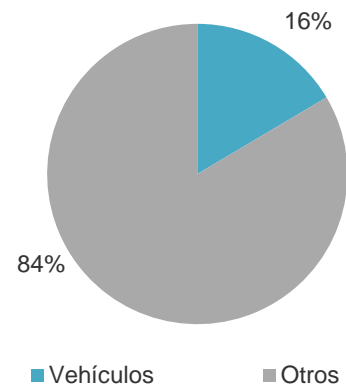
El impacto de la menor penetración de vehículos eléctricos se manifiesta de manera evidente al analizar la distribución de la demanda por segmento usuario final. En el escenario Continuidad el promedio para 2018-2035 de la demanda para baterías alcanza un 47% mientras que en Divergencia sería sólo el 16%.

**Figura 12 Demanda promedio 2018-2035 por sector para el litio – Caso Continuidad**



Fuente: CRU

**Figura 13 Demanda promedio 2018-2035 por sector para el litio – Caso Divergencia**



Fuente: CRU

## 1.2. Oferta de litio

### 1.2.1. Recursos y reservas de litio: evolución, tasas de descubrimiento, presupuestos de exploración

Según el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS), se estima que las reservas y recursos de litio identificados a nivel global para 2017 son de aproximadamente 77Mt de LCE y 250Mt de LCE, respectivamente. Al nivel de consumo global de 2017 de 244kt de LCE, las reservas de litio identificadas son suficientes para satisfacer la demanda por más de 315 años. Más del 65% de las reservas globales de litio se encuentran en el "Triángulo del Litio" que cubre Chile, Argentina y Bolivia<sup>1</sup>. El remanente se encuentra principalmente en China y Australia, con reservas estimadas de más de 17Mt de LCE y 8Mt de LCE, respectivamente.

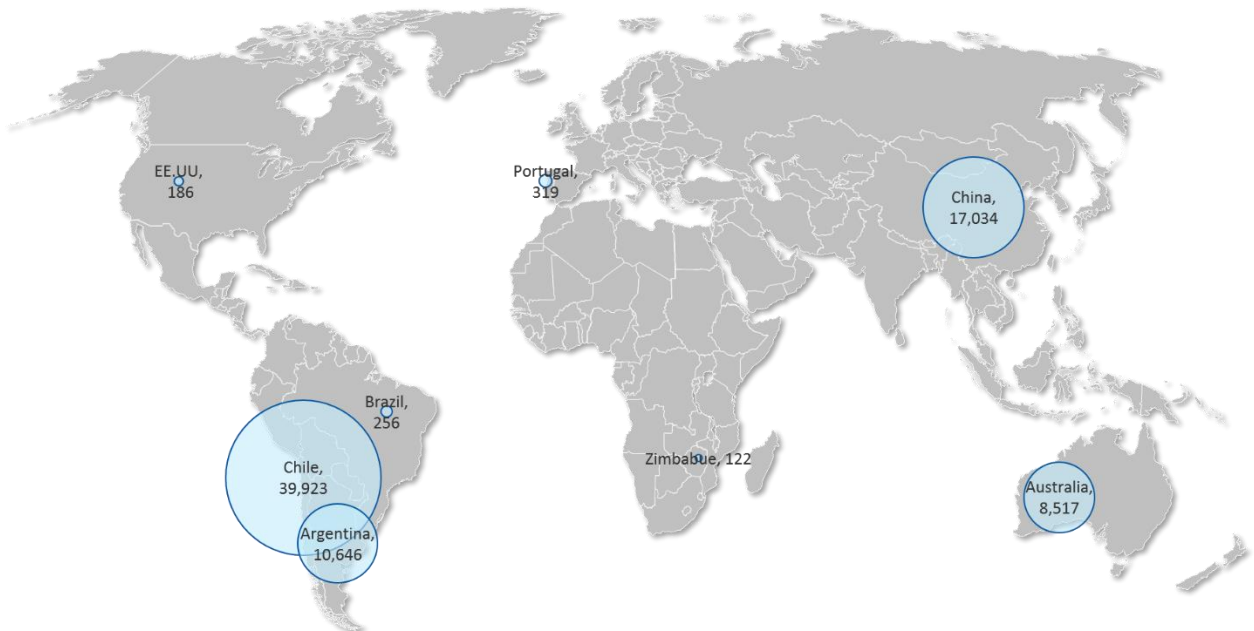
<sup>1</sup> Las estimaciones de reservas en Bolivia no se conocen y no se consideran en estadísticas oficiales.

**Tabla 8 Reservas y recursos de litio, 2008-2017 ('000 de toneladas de LCE)**

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2008-17
<b>Reservas</b>											
Chile	15.969	15.969	39.923	39.923	39.923	39.923	39.923	39.923	39.923	39.923	10,7%
China	2.874	2.874	2.874	18.631	18.631	18.631	18.631	18.631	17.034	17.034	21,9%
Argentina			4.258	4.525	4.525	4.525	4.525	4.525	10.646	10.646	
Australia	1.384	905	3.087	3.087	5.163	5.323	5.323	7.985	7.985	8.517	22,4%
Portugal				53	53	53	319	319	319	319	
Brasil	1.011	1.011	1.011	341	341	245	245	256	256	256	-14,2%
EEUU	202	202	202	202	202	202	202	202	202	186	-0,9%
Zimbabue	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122	0,0%
Canadá	958	958	958								-100,0%
<b>Total mundial</b>	<b>22.522</b>	<b>22.043</b>	<b>52.437</b>	<b>66.883</b>	<b>68.959</b>	<b>69.023</b>	<b>69.289</b>	<b>71.962</b>	<b>76.486</b>	<b>77.003</b>	<b>14,6%</b>
<i>% cambio anual</i>		-2%	138%	28%	3%	0%	0%	4%	6%	1%	
<b>Recursos</b>											
	<b>73.244</b>	<b>73.244</b>	<b>135.737</b>	<b>175.659</b>	<b>180.982</b>	<b>210.259</b>	<b>210.259</b>	<b>210.259</b>	<b>216.646</b>	<b>249.649</b>	<b>14,6%</b>
<i>% cambio anual</i>		0%	85%	29%	3%	16%	0%	0%	3%	15%	

Fuente: USGS

**Figura 14 Mapa de reservas de litio, 2017 ('000 de toneladas de LCE)**

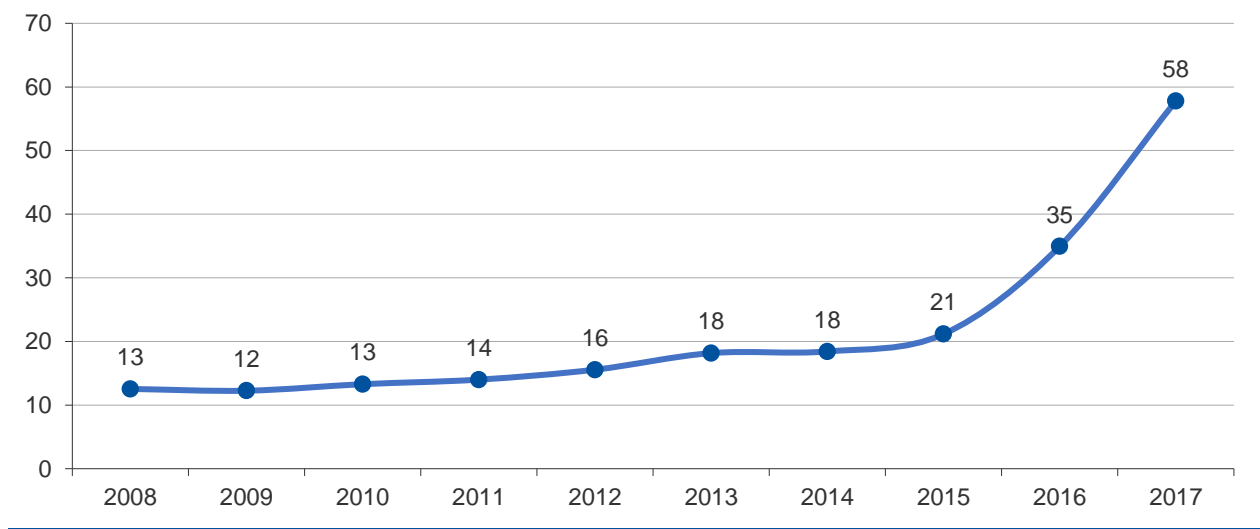


Fuente: USGS

El presupuesto de exploración es relativamente bajo producto del tamaño reducido en comparación con el total de la industria minera global. De acuerdo a lo explicado en el capítulo, el litio se extrae a partir de mineral de roca dura y de salares. En ambos casos hay co-productos, los cuales están descontados de este número.

Durante el periodo 2008-2017, el gasto en exploración del litio ha tenido un importante incremento de un 446% hasta alcanzar los 58 millones de dólares en 2017. Lo anterior, se explica por el sostenido aumento en el precio ocurrido a partir de 2016, el cual alcanzó máximos históricos en el primer semestre de 2018.

**Figura 15 Presupuestos de exploración del Litio, 2008-2017 (MUS\$, real 2017)**



Fuente: MinEx Consulting, CRU

### 1.2.2. Métodos de extracción y procesamiento de litio

El litio es altamente reactivo y por lo tanto no se da libremente en la naturaleza. En cambio, se puede encontrar en compuestos en salmueras y roca ígnea, de las cuales el espodumeno ( $\text{LiAlSi}_2\text{O}_6$ ) es el más abundante.

#### Salmueras

Los depósitos explotables de salmueras se suelen formar en mares en cuencas cerradas y áridas, las que se encuentran de forma predominante en Sudamérica, con depósitos pequeños en los EEUU y China. En 2017, un 58% de la producción minera total de litio provino de salmueras,

donde Chile, Argentina y China son los principales productores. También existe un potencial importante de salmueras en Bolivia. La salmuera se suele extraer del depósito depositando la solución en una serie de piscinas de evaporación. Esto aumenta la concentración desde un 0,1-0,2% de Li, dependiendo del depósito, a alrededor del 6% de Li. Este material mejorado se usa en la producción de carbonato, hidróxido y cloruro de litio.

Los depósitos de salmuera suelen tener mayores costos de capital y tiempos de desarrollo superiores a los depósitos de roca dura, pero con menores costos de operación. La concentración inicial de litio en la salmuera, el acceso al agua fresca y las altas tasas de evaporación son todos factores importantes para mantener una escala de operación industrial viable. La presencia de elementos tales como el potasio y el boro, que por lo general se consideran co-productos valiosos, es favorable, mientras que los elementos como el magnesio y el calcio crean problemas y generan costos adicionales de procesamiento.

También se puede extraer litio de los depósitos de salmuera arcillosa. Este es un tipo de arcilla rara, suave y de un color blanco con orígenes volcánicos. En la actualidad no existe una producción de litio a partir de depósitos de arcilla. Sin embargo, hay proyectos en desarrollo en México y los EEUU. Esta tecnología deberá ser demostrada y ofrecer una economía atractiva antes de que proyectos adicionales sean desarrollados.

### **Roca dura**

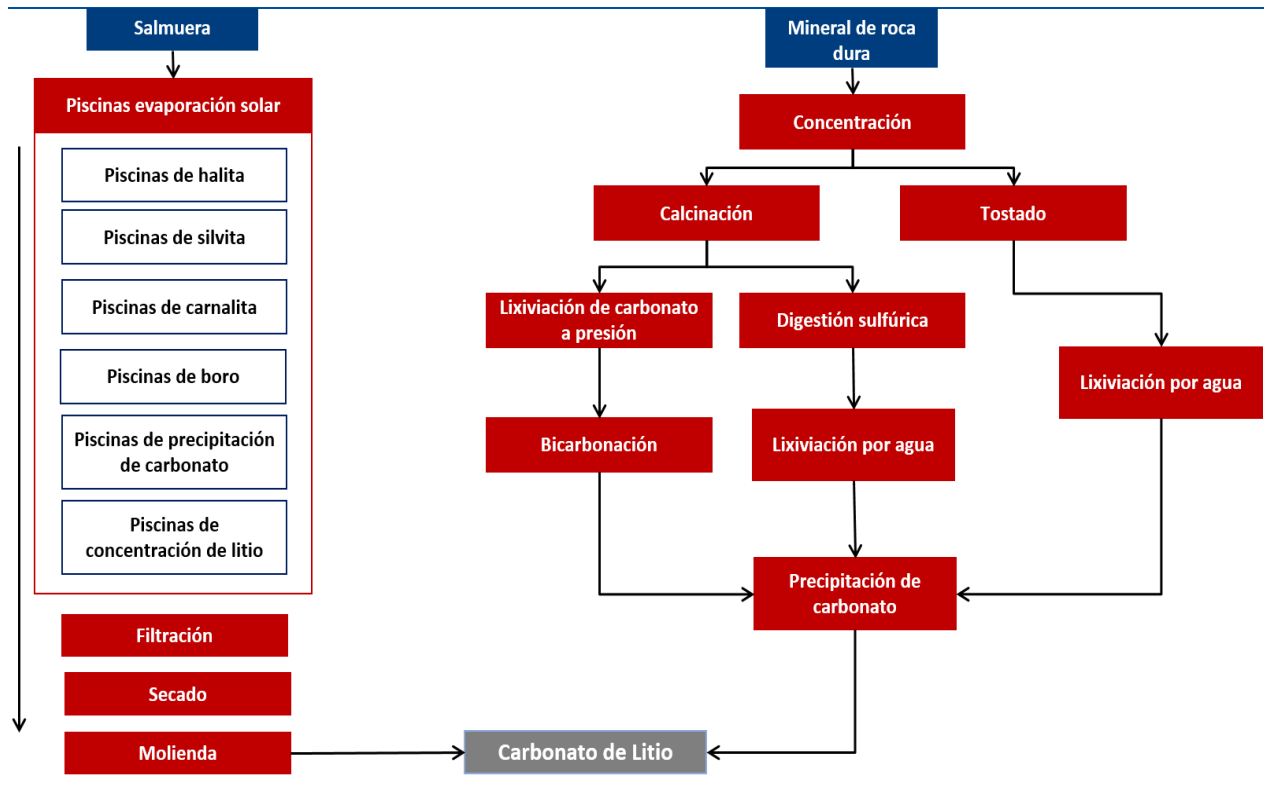
El espodumeno ( $\text{LiAlSi}_2\text{O}_6$ ) es el mineral con litio más abundante, y se encuentra en la pegmatita, un tipo de roca dura ígnea. Los depósitos de espodumeno están más distribuidos geográficamente que las salmueras. Australia es el principal productor de litio a partir de espodumeno, donde la mina Greenbushes (propiedad de Albemarle y Tianqi) representó un 21% del suministro global en 2017. Otras operaciones de minería en roca dura se pueden encontrar en China, Brasil, Portugal y Zimbabue. Se han identificado minerales de litio en países como Afganistán, Austria, Francia, India, Irlanda, Mozambique, España, Suecia y la República Democrática del Congo, pero a la fecha estos no han desarrollado.

En comparación a las operaciones de litio basadas en salmuera, los depósitos de espodumeno tienen mayores concentraciones de litio, donde es común encontrar concentraciones por sobre 1%  $\text{Li}_2\text{O}$  (0.046% Li). Después de la explotación del mineral, se concentra la roca, la que en forma pura puede contener hasta 8% de  $\text{Li}_2\text{O}$ . El concentrado típico de espodumeno contiene 6% de  $\text{Li}_2\text{O}$ . Este concentrado requiere un paso de procesado adicional en una instalación de conversión para producir compuestos de litios aptos para su uso aguas abajo. Una operación a escala industrial viable depende de varios factores, incluyendo: concentración y dispersión del litio en el

depósito, presencia de co-productos valiosos y ausencia de elementos perjudiciales, y logísticas favorables (los concentrados se suelen transportar a conversores que pueden estar ubicados a una gran distancia).

Otros tipos de roca dura con contenido de litio incluyen la petalita y la lepidolita. La petalita ( $\text{LiAlSi}_4\text{O}_{10}$ ) también se puede encontrar en roca ígnea de grano grueso, pero es una fuente menos común de litio y por lo general se considera como menos viable en términos comerciales.

**Figura 16 Proceso de producción de carbonato de litio**

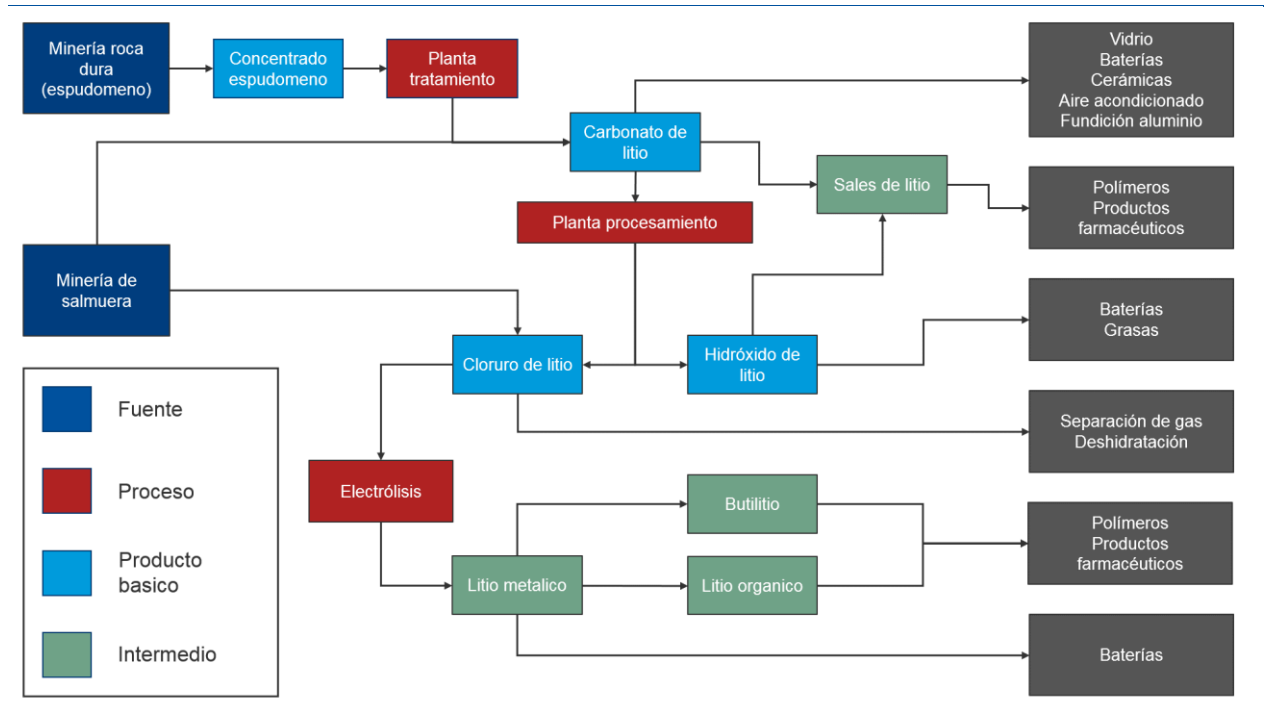


Fuente: CRU

### 1.2.3. Cadena de valor del litio

La figura a continuación muestra la cadena de valor del litio, de ambos tipos de fuentes a una serie de usos finales.

Figura 17 Cadena de valor del litio



Fuente: CRU

Las salmueras pueden producir carbonato y cloruro de litio directamente, mientras que la minería de roca dura produce un concentrado rico en óxido de litio, el que debe ser procesado aún más para producir carbonato de litio. El carbonato de litio tiene varias aplicaciones, tanto en usos industriales como para aplicaciones de baterías, dependiendo de su nivel de pureza. También se puede convertir en otros productos de litio, de los cuales el cloruro de litio y el hidróxido de litio son los más comunes. Más allá de estos productos básicos, se pueden crear intermedios especializados con químicos de litio.

Nótese que la figura anterior es representativa y no logra capturar toda la complejidad de la cadena de valor. Por ejemplo, el hidróxido de litio tiene una amplia variedad de usos finales. Se puede mezclar con ácido hidrógeno para formar bromuro de litio para uso como desecante en sistemas de aire acondicionado, se puede deshidratar para producir óxido de litio para uso en glaseado de cerámicas, o se puede mezclar con peróxido de hidrógeno y luego deshidratar para formar peróxido de litio, para su uso en purificadores de aire.

#### 1.2.4. Costos de capital del litio

El gasto de capital en el sector de la minería del litio se debe dividir en salmueras y depósitos de roca dura. Esto se debe a que el tiempo de preparación y plazo de entrega es mucho mayor al preparar una salmuera para la producción, pasando por varias etapas de evaporación y concentración. En contraste con esto, las operaciones de minería de roca dura pueden establecerse con equipos estándar y empezar la extracción y procesamiento del mineral de forma inmediata. Esto se contrapesa con la realidad de que las operaciones de salmuera, una vez en operación, requieren de niveles de gastos de operación mucho menores a los de la minería de roca dura.

Se debe mencionar que las cifras mostradas en la siguiente tabla podrían no ser representativas de los costos reales de establecer una operación. Esto se debe en parte a que muchos proyectos son desarrollos tipo *brownfield* o expansiones de operaciones existentes. Buena parte del dinero que ha circulado en la industria de la minería del litio desde 2015 se ha concentrado en los principales participantes, en vez de proyectos junior de especulación. También hay subproductos valiosos que pueden contrarrestar los costos de una operación, en especial en operaciones de salmuera, donde cada etapa de preparación puede resultar en un producto intermedio comerciable (por ejemplo, cloruro de potasio). Por último, la capacidad de producción nominal de los proyectos de roca dura puede ser confusa ya que existe una pérdida importante (~15%) en la conversión del carbonato de litio, aunque la tabla a continuación se ajusta en consideración de esto.

**Tabla 9 Intensidad de capital en proyectos de litio**

Proyecto	Propietario	País	Tipo de Mina	Capacidad de Producción (kt LCE)	CAPEX (USD M)	Intensidad CAPEX (USD/tpaLCE)
Whabouchi	Nemaska Lithium	Canadá	Roca dura	27	801	29.667
Cinovec	European Metals	México	Roca dura	18	393	21.833
Sal de Vida	Galaxy Resources	Argentina	Brine	25	474	18.960
Cauchari-Olaroz Etapa 1	Minera Exar JV	Argentina	Brine	25	425	17.000
Salar de Atacama (La Negra III)	Albemarle	Chile	Brine	38	600	15.789
Salar del Rincon	Enirgi Group	Argentina	Brine	50	720	14.400
Salar de Olaroz	Orocobre	Argentina	Brine	18	229	12.722
AMG Lithium Mine Phase 2	AMG Lithium	Brasil	Roca dura	10	110	11.000
Pilgangoora Phase 1	Pilbara Minerals	Australia	Roca dura	29	274	9.448
AMG Lithium Mine Phase 1	AMG Lithium	Brasil	Roca dura	10	50	5.000
Mt. Holland (Earl Grey)	Kidman Resources, SQM	Australia	Roca dura	34	150	4.412
Salar de Atacama Expansión 3	SQM	Chile	Brine	60	250	4.167
Greenbushes Expansion 2	Albemarle, Tianqi	Australia	Roca dura	105	427	4.062
Salar de Atacama Expansión 2	SQM	Chile	Brine	50	200	4.000
Salar de Atacama Expansión 1	SQM	Chile	Brine	22	75	3.409
Greenbushes Expansion 1	Albemarle, Tianqi	Australia	Roca dura	68	227	3.345
Pilgangoora Phase 2	Pilbara Minerals	Australia	Roca dura	63	147	2.336
<b>Promedio salmuera</b>				<b>36</b>	<b>372</b>	<b>11.306</b>
<b>Promedio roca dura</b>				<b>40</b>	<b>287</b>	<b>10.122</b>

Fuente: CRU

### 1.2.5. Comercialización del litio

#### Principales sectores importadores y usos de las importaciones de litio

Dada la naturaleza global del mercado del litio, los principales sectores importadores y los principales usos de las importaciones son los mismos sectores y usos de la oferta total disponible. Estos sectores y usos finales son los definidos en la sección “Determinantes de la demanda de litio y usos finales” de este reporte. Para el caso del litio, éstos corresponden a la fabricación de baterías.

#### Importaciones y exportaciones por país

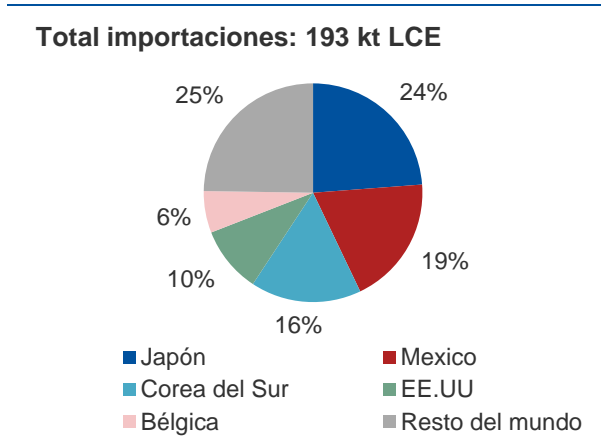
Teniendo en cuenta que la principal característica de los *commodities* es que el mercado trata a distintos productos como prácticamente equivalentes sin importar su precedencia, y que esta es la base para que se den dinámicas de mercado basadas en información global y no regional, esta sección muestra los principales países importadores y exportadores de litio sin agruparlos por región. De esta manera se logran capturar los flujos de material más importantes a nivel global, entregando información relevante para el mercado de manera clara y transparente.

Internacionalmente se comercializa una cantidad sustancial de litio. Esto se debe a que las fuentes principales de producción están muy alejadas del paso siguiente en la cadena de valor. En muchos casos, este paso será China, el país con la principal concentración de instalaciones de procesado para la conversión del carbonato de litio a otros tipos de litio. Los mercados de uso final también están altamente dispersos, donde productos como las grasas de lubricación se fabrican en una gran cantidad de lugares debido a su bajo valor y costo de producción.

El comercio de los productos de litio cae en dos códigos principales del Sistema Armonizado: carbonatos de litio (HS283691) y óxido e hidróxido de litio (HS282520).<sup>2</sup> Las subsecciones a continuación han consolidado estas categorías de producto en un solo set de datos de LCE para su conveniencia.

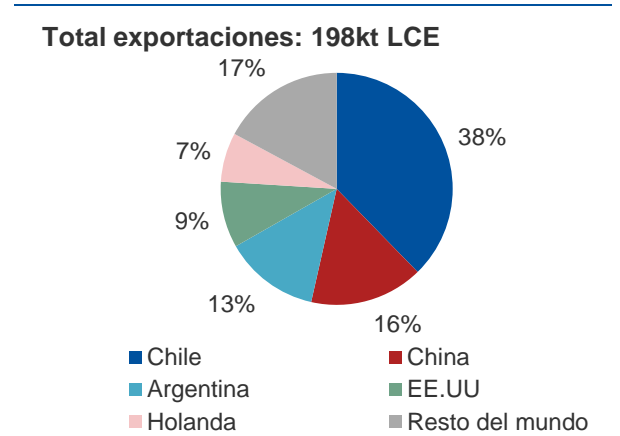
Este análisis omite un flujo importante de comercio: el concentrado de espodumeno. Al igual que con las plantas de procesado, China posee la mayoría de las instalaciones de conversión para el concentrado de espodumeno y de otros productos intermedios hidrometalúrgicos con contenido de litio. Por lo tanto, existe un gran flujo de material de minas de roca dura (principalmente de Australia) a China. Desafortunadamente estos datos no han sido separados con claridad del comercio de otros minerales (cae en la categoría "No Especificado ni Incluido en Otra Parte").

**Figura 18 Participación en importación de litio, 2017**



Fuente: CRU

**Figura 19 Participación en exportación de litio, 2017**



Fuente: CRU

<sup>2</sup> También existe un código HS separado para el perfluorooctano sulfonato de litio, un insecticida para uso residencial contra avispas y chaquetas amarillas, del cual se comercializó menos de una tonelada en 2017.

## Importaciones

Los principales países importadores de productos de litio son una mezcla de productores de baterías y de países con producción industrial fuerte. Se incluyen países tanto de Norteamérica como de Europa en esta lista. Por ejemplo, Francia tiene una fuerte industria de producción de vidrio, y México en la actualidad está pasando por una expansión de dos fábricas de Ford. Sin embargo, creemos que el abrupto salto observado en 2017 se puede deber a un error/anomalía en la fuente de información.

China es el principal importador de carbonato de litio, con 31kt en 2017. Sin embargo, este país no aparece en la tabla dado que su mayor volumen de importación corresponde a concentrado de litio en espodumeno que, como explicado anteriormente, no se analiza en esta sección. Japón y Corea del Sur se encuentran en los tres principales de ambas listas gracias al creciente sector de fabricación de baterías y al bajo nivel de capacidad de procesado doméstico aguas arriba.

**Tabla 10 Importación de productos de litio, 2008-2017 (toneladas de LCE)**

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2008-17
Japón	16.907	11.369	18.377	20.467	19.482	12.286	22.389	25.778	30.019	45.997	11,8%
México	695	398	528	563	507	513	636	510	506	36.904	55,5%
Corea del Sur	6.026	5.881	8.911	12.921	15.489	14.720	18.011	21.200	28.109	31.634	20,2%
EEUU	17.570	10.722	11.125	15.699	15.761	12.627	12.584	15.928	17.628	18.942	0,8%
Bélgica	7.261	5.221	7.891	12.320	11.080	11.305	8.103	11.443	14.789	11.918	5,7%
Francia	1.644	1.730	2.015	3.531	2.599	1.939	2.267	1.700	1.633	6.475	16,5%
Rusia	1.471	887	1.154	2.886	2.852	2.238	3.367	2.687	5.951	5.859	16,6%
Resto del mundo	32.912	24.300	29.369	30.365	28.112	31.348	32.345	33.775	37.439	35.493	0,8%
<b>Total mundial</b>	<b>84.486</b>	<b>60.508</b>	<b>79.370</b>	<b>98.752</b>	<b>95.882</b>	<b>86.976</b>	<b>99.701</b>	<b>113.021</b>	<b>136.073</b>	<b>193.222</b>	<b>9,6%</b>
% cambio anual		-28%	31%	24%	-3%	-9%	15%	13%	20%	42%	

Fuente: GTA

## Exportaciones

No es de sorprender que Chile y Argentina ocupen el primer y tercer lugar en exportación total de productos de litio. En conjunto, ambos países representan más del 42% de la producción global en 2017, pero su consumo doméstico de litio es reducido. China también se encuentra en un puesto alto, ya que posee una oferta doméstica en crecimiento y una alta capacidad de procesado. Es por esto que China se encuentra como el principal exportador de hidróxido de litio en 2017, con 19kt (30kt de LCE). Al ser los principales centros de comercio, Bélgica y los Países Bajos también exportan cantidades importantes de carbonato de litio e hidróxido de litio, respectivamente.

**Tabla 11 Exportación de productos de litio, 2008-2017 (toneladas de LCE)**

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2008-17
Chile	49.576	27.399	48.890	55.865	64.076	53.608	56.019	55.437	73.795	74.841	4,7%
China	6.923	5.001	6.441	12.118	8.308	7.750	11.973	16.154	16.569	31.411	18,3%
Argentina	10.755	8.578	11.296	9.898	9.399	8.595	11.516	13.799	23.152	26.269	10,4%
EEUU	13.514	8.771	13.159	12.114	12.424	12.844	15.253	17.851	14.806	18.324	3,4%
Países Bajos	2.379	1.030	341	640	886	550	594	609	1.457	13.615	21,4%
Resto del mundo	10.521	12.672	13.904	17.616	19.778	18.707	25.131	18.982	29.230	34.036	13,9%
<b>Total mundial</b>	<b>93.668</b>	<b>63.450</b>	<b>94.030</b>	<b>108.251</b>	<b>114.872</b>	<b>102.054</b>	<b>120.486</b>	<b>122.831</b>	<b>159.010</b>	<b>198.496</b>	<b>8,7%</b>
% cambio anual		-32%	48%	15%	6%	-11%	18%	2%	29%	25%	

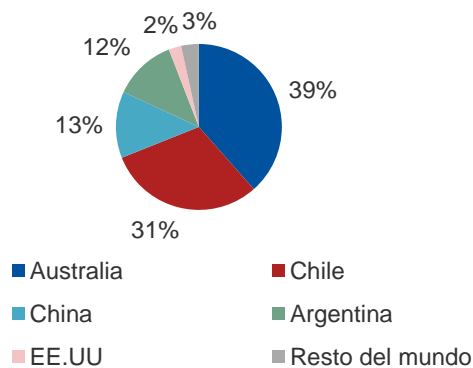
Fuente: GTA

### 1.2.6. Producción histórica de litio

En 2017, el 95% del litio se produjo en sólo cuatro países: Australia, Chile, China y Argentina. Las fuentes de salmuera representaron un 58% (144kt de LCE) de la oferta global total, mientras que la minería de roca dura representó el restante 42% (102kt de LCE). La oferta global de 2017 vio un gran aumento del 33,1% en la producción, comparado a 2016. Esto ha sido en parte debido a los altos precios, pero también debido a un deseo de parte de las empresas más grandes de mantener su participación de mercado en vista de la entrada de proyectos nuevos.

**Figura 20 Producción de litio por país, 2017**

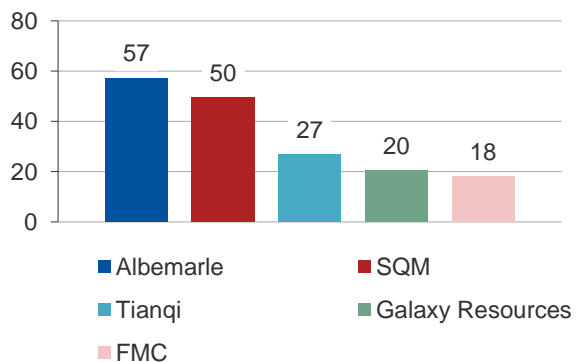
Producción total: 246kt LCE



Fuente: CRU

**Figura 21 Producción de litio por empresa,**

Total production: 246kt LCE



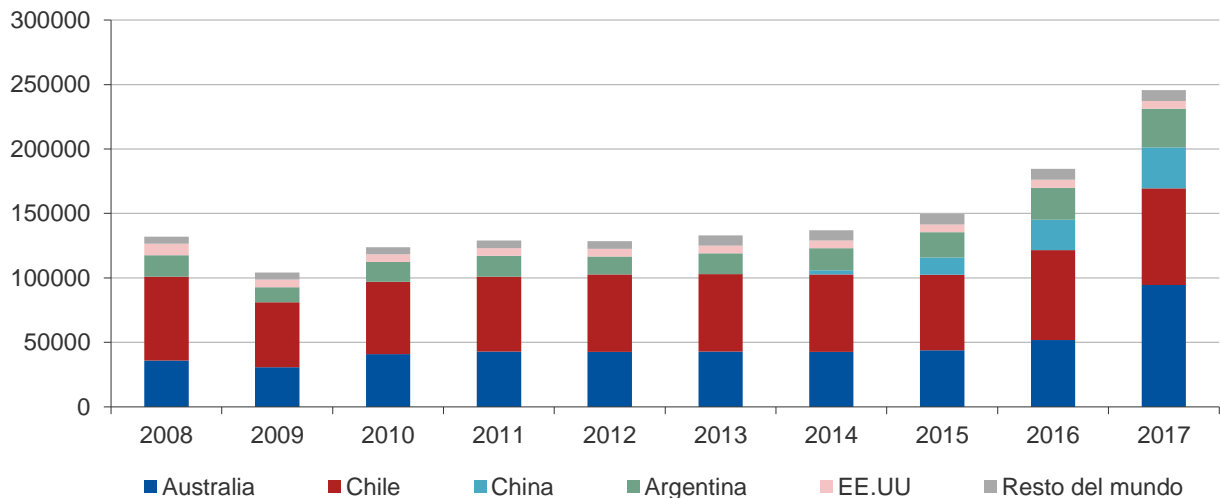
Fuente: CRU

Entre 2008 y 2013, casi un 90% de la producción provino de apenas cuatro operaciones: la mina Greenbushes en Australia (propiedad dividida entre Albemarle y Tianqi), Salar de Atacama de SQM, Salar de Atacama de Albemarle y Salar del Hombre Muerto de FMC. Después de la crisis

financiera global, la producción de litio cayó en todas estas minas, y recién en 2013 se recuperaron.

Los cinco años desde esa fecha se han caracterizado por un gran aumento en las expectativas por los EVs. Una vez que las predicciones de un crecimiento rápido del sector se empezaron a verificar en la realidad, la planificación de nuevos proyectos empezó a surgir. En la actualidad más de 160 proyectos buscan inversionistas para avanzar de las etapas más iniciales de desarrollo (aunque estas también son demasiado especulativas como para considerarlas en la proyección de oferta a continuación). Sin embargo, a pesar de toda esta actividad planeada, el año 2016 fue el primero donde se vio un aumento notable en la oferta, con Salar de Olaroz en Argentina incrementando su operación y otras cinco salmueras y dos minas en China añadiendo a la oferta.

**Figura 22 Producción histórica de litio, 2008-2017 (toneladas de LCE)**



Fuente: CRU

**Tabla 12 Producción histórica de litio, 2008-2017 (toneladas de LCE)**

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	TCAC 2008-17
Australia	36.000	30.827	41.000	43.000	42.620	43.000	42.620	43.796	51.830	94.526	11,3%
Chile	65.000	50.213	56.000	58.000	60.000	60.000	60.000	58.700	69.700	74.833	1,6%
China	0	0	0	0	0	0	3.400	13.271	23.658	31.826	
Argentina	16.581	11.790	15.437	16.000	14.000	16.000	17.000	19.746	24.903	30.000	6,8%
EEUU	9.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	-4,4%
Resto del mundo	5.354	5.354	5.354	6.000	6.000	8.000	8.000	8.000	8.455	8.455	5,2%
<b>Total mundial</b>	<b>131.935</b>	<b>104.184</b>	<b>123.791</b>	<b>129.000</b>	<b>128.620</b>	<b>133.000</b>	<b>137.020</b>	<b>149.512</b>	<b>184.545</b>	<b>245.640</b>	<b>7,2%</b>
<i>% cambio anual</i>		-21,0%	18,8%	4,2%	-0,3%	3,4%	3,0%	9,1%	23,4%	33,1%	

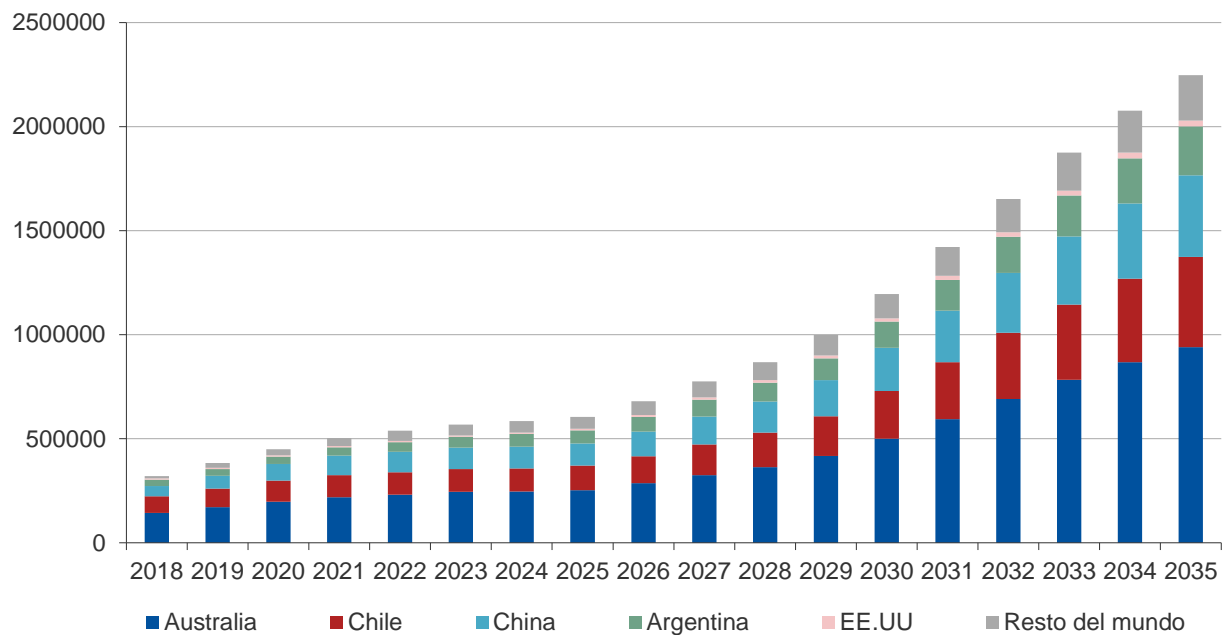
Fuente: CRU

## 1.2.7. Proyección de producción de litio

### Escenario 1 - Continuidad

La proyección a largo plazo, de 2025 en adelante, representa la cantidad de oferta que sería necesaria para cumplir con la demanda en un año en particular. Las divisiones regionales se mantienen en la misma proporción total de 2025. Es muy difícil producir una perspectiva más detallada para tiempos más lejanos, ya que la oferta depende en gran medida de la viabilidad de los proyectos individuales y del ambiente de inversión, donde ambos pueden cambiar por factores de corto plazo.

**Figura 23 Proyección de producción de litio, 2018-2035 (toneladas de LCE)**



Fuente: CRU

**Tabla 13 Proyección de producción de litio, 2018-2035 (toneladas de LCE)**

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Australia	143.691	171.605	197.246	218.406	231.783	245.222	245.853	252.976	286.020	324.656
Chile	79.973	88.748	100.955	105.950	107.350	108.500	110.850	117.800	129.791	147.782
China	48.719	61.007	79.991	93.728	98.084	103.196	104.577	105.813	118.380	134.540
Argentina	30.600	32.300	35.586	40.550	45.494	53.014	61.531	63.625	71.181	80.899
EEUU	6.000	6.000	6.000	6.114	6.228	6.379	6.455	7.080	8.546	10.460
Resto del mundo	11.239	24.200	29.161	38.160	49.644	52.352	55.307	57.977	66.888	77.083
<b>Total mundial</b>	<b>320.223</b>	<b>383.860</b>	<b>448.939</b>	<b>502.908</b>	<b>538.583</b>	<b>568.663</b>	<b>584.573</b>	<b>605.270</b>	<b>680.806</b>	<b>775.419</b>
<i>% cambio anual</i>		19,9%	17,0%	12,0%	7,1%	5,6%	2,8%	3,5%	12,5%	13,9%

	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	TCAC 2018-35
Australia	363.110	417.346	500.065	594.218	690.954	783.828	867.987	939.596	11,7%
Chile	165.688	190.944	229.462	273.305	318.351	361.599	400.788	434.133	10,5%
China	150.624	173.310	207.909	247.291	287.753	326.600	361.801	391.753	13,0%
Argentina	90.570	104.211	125.015	148.695	173.025	196.383	217.550	235.560	12,8%
EEUU	12.453	13.971	16.286	18.921	21.629	24.228	26.583	28.587	9,6%
Resto del mundo	86.005	98.434	117.392	138.970	161.139	182.424	201.712	218.123	19,1%
<b>Total mundial</b>	<b>868.450</b>	<b>998.217</b>	<b>1.196.130</b>	<b>1.421.399</b>	<b>1.652.852</b>	<b>1.875.062</b>	<b>2.076.422</b>	<b>2.247.752</b>	<b>12,1%</b>
<i>% cambio anual</i>	12,0%	14,9%	19,8%	18,8%	16,3%	13,4%	10,7%	8,3%	

Fuente: CRU

La fuerza del flujo de proyectos de litio ha aumentado de forma significativa desde comienzos de 2018, donde numerosos proyectos avanzaron (o comenzaron) hacia su operación, así como también los principales productores empezaron a demostrar su fortaleza con una serie de anuncios de expansión de capacidad. Recientemente hemos movido algunos proyectos, de Probable a Comprometido según la evaluación de CRU, principalmente debido a la obtención de financiamiento (como los proyectos Pulgangoora de Pilbara Minerals y Whabouchi de Nemaska). Ahora existe una mayor confianza en que la oferta de estos proyectos ingrese al flujo.

El financiamiento y la inversión se han concentrado en los participantes principales más que en los múltiples juniors que ingresan al mercado. Liderados por SQM tras su expansión de cuotas<sup>3</sup>, los principales productores han anunciado proyectos por un total de 253kt de LCE (de litio extraído) para 2022. Cada uno de estos anuncios se realizó en el primer semestre de 2018, demostrando un empuje por retener su participación de mercado y tomar ventaja de sus posiciones fuertes y reconocimiento para expandir la producción mientras los precios se mantienen altos. Es probable que no todas estas expansiones se realicen, ya que esperamos que los participantes vigilen de cerca la evolución en la demanda y las ramificaciones de precios de sus expansiones iniciales, antes de comprometerse con las etapas siguientes.

Según nuestras estimaciones, existen diez proyectos bajo la categoría de Comprometido, con una capacidad nominal total de 275kt de LCE, los que están programados para entrar en producción para 2021. Australia es la fuente principal de oferta comprometida y podría añadir hasta 158kt de LCE para 2020.

Se espera que la oferta global de litio alcance las 605kt de LCE en 2025, con un aumento de la TCAC de 9.5% entre 2018 y 2025. Se espera que la participación de Australia en la oferta global de litio disminuya ligeramente de 45% a 42% entre 2017 y 2025 a pesar de la puerta en marcha y partida de proyectos y de contar con una serie de proyectos en construcción. También es poco probable que el anuncio de SQM de una expansión de múltiples etapas logre mantener la participación de Chile en la oferta global, por lo que esperamos que disminuya de 25% a 20%.

En el largo plazo esperamos que la oferta de litio muestre una TCAC fuerte de 12.1% entre 2018 y 2035, acelerando hacia el término del periodo de proyección a medida que la industria de EVs impulsa nuevos desarrollos y expansiones de proyectos.

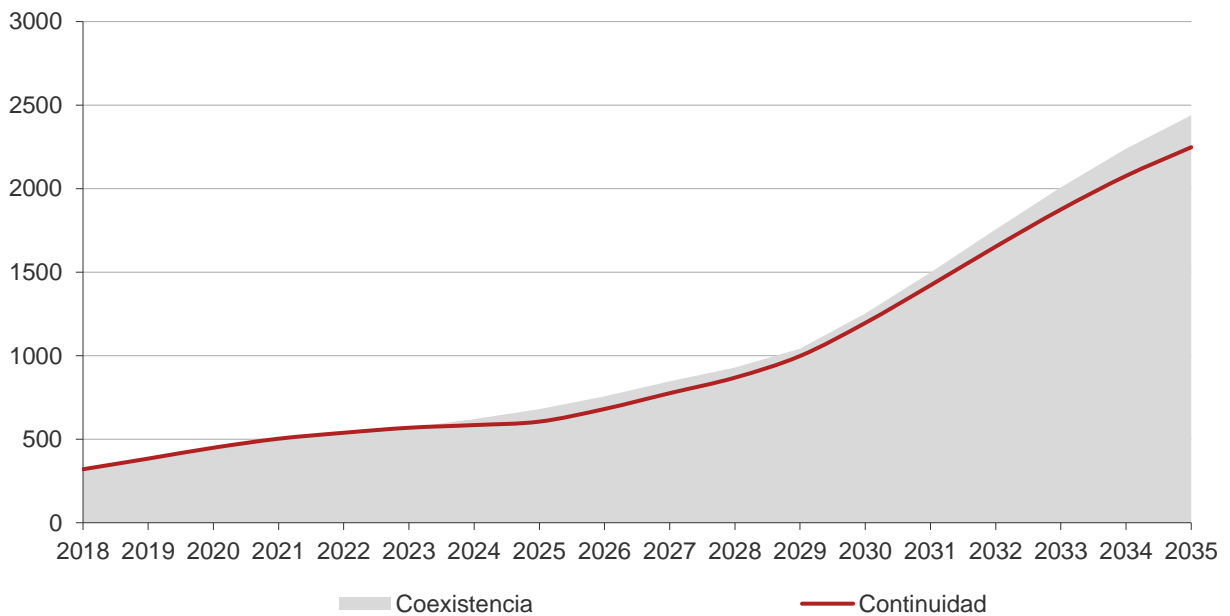
---

<sup>3</sup> El gobierno de Chile requiere que las empresas tengan una licencia para la extracción de litio en Chile: en la actualidad solo Albemarle y SQM tienen licencias para esto. En enero de 2018 SQM y CORFO (agencia normativa Chilena) acordaron expandir las cuotas de producción de litio de SQM.

### Escenario 2 - Coexistencia

Ante la mayor demanda en un escenario de Coexistencia, se asume que la oferta de litio tendrá la flexibilidad necesaria para reaccionar en consecuencia tanto en el mediano como en el largo plazo. En los primeros 5 años, por metodología, se considera que la oferta permanece rígida. Se ha mencionado que existe una importante cartera de proyectos en diversas etapas de avance por lo que es lógico asumir que una cantidad mayor de ellos alcanzará la etapa de producción. Es importante destacar también que varios de los líderes actuales del mercado (ej. SQM y Albemarle en Chile) tienen planes de expansión que podrían materializarse en un período relativamente corto de tiempo.

**Figura 24 Oferta en escenario Continuidad vs. Coexistencia para litio ('000 toneladas de LCE)**



Fuente: CRU

**Tabla 14 Oferta en escenario Continuidad vs. Coexistencia para litio ('000 toneladas de LCE)**

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Continuidad	320	384	449	503	539	569	585	605	681	775
Coexistencia	320	384	449	503	539	569	620	681	756	846
Diferencia*	-	-	-	-	-	-	35	75	75	70

	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	TCAC 2018-2035
Continuidad	868	998	1.196	1.421	1.653	1.875	2.076	2.248	12,1%
Coexistencia	929	1.041	1.252	1.499	1.757	2.008	2.239	2.439	12,7%
Diferencia*	61	43	56	77	104	133	162	191	

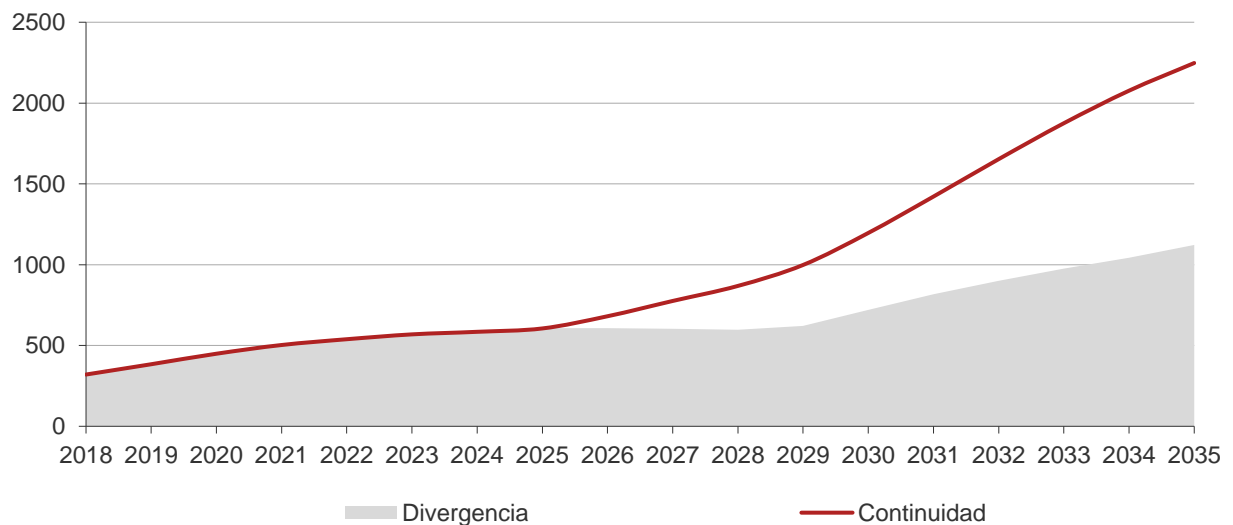
\* Diferencia calculada como Coexistencia menos Continuidad

Fuente: CRU

### Escenario 3 - Divergencia

Dado que la oferta no se ajusta a la demanda en el corto plazo, no se ven diferencias entre la oferta de los escenarios Continuidad y Divergencia entre 2018 y 2023 lo cual generaría superávits crecientes. Desde 2024 en adelante, la oferta sigue la tendencia de la demanda y muestra un aumento moderado, muy por debajo de lo pronosticado para el escenario Continuidad. En el escenario Divergencia, una gran parte de los proyectos actualmente en cartera no se materializarían producto de la reducción en la demanda.

**Figura 25 Oferta en escenario Continuidad vs. Divergencia para litio ('000 toneladas de LCE)**



Fuente: CRU

**Tabla 15 Oferta en escenario Continuidad vs. Divergencia para litio ('000 toneladas de LCE)**

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Continuidad	320	384	449	503	539	569	585	605	681	775
Divergencia	320	384	449	503	539	569	588	607	606	602
Diferencia*	-	-	-	-	-	-	4	1	-	74

	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	TCAC 2018-2035
Continuidad	868	998	1.196	1.421	1.653	1.875	2.076	2.248	12,1%
Divergencia	596	621	720	818	901	975	1.044	1.122	7,7%
Diferencia*	-	272	-	377	-	476	-	604	-

\* Diferencia calculada como Divergencia menos Continuidad

Fuente: CRU

## 1.3. Balance de mercado y precio del litio

### 1.3.1. Descripción de la estructura y mecanismos de precio del litio

El mercado del litio es más bien ilíquido y opaco. En la actualidad, los precios están basados en contratos negociados entre los principales productores y compradores, aunque existe un mercado spot en China. No hay mercados para el comercio basado en bolsas ni almacenamiento de productos de litio en terminales. El carbonato de litio de grado industrial a 98.5% es ampliamente considerado como el producto de litio de comercialización más común, seguido del hidróxido de litio al 56.5%. Este último se está volviendo más importante para la producción de cátodos de NCA en LIBs para uso en EVs. Panasonic, el proveedor de baterías para los EV de Tesla, hace uso del hidróxido de litio como materia prima. Tesla está acelerando la producción de su EV Modelo 3, lo que a su vez pone presión en los precios del hidróxido de litio.

El concentrado de espodumeno es otro producto de litio de comercializado común. Este es un producto intermedio que proviene de operaciones en roca dura y requiere de un procesamiento posterior en una instalación de conversión para obtener hidróxido de litio y carbonato de litio. La mayoría de las instalaciones de conversión se encuentran en China, y el procesado de compuestos de litio representa un costo de conversión. En la actualidad, la mina Greenbushes en Australia es el principal proveedor de concentrado de espodumeno para China y es, en efecto, quien establece el precio base. Sin embargo, una serie de empresas mineras de roca dura están entrando a la etapa de producción y la dinámica de precios está cambiando. Ya que el carbonato de litio y el hidróxido de litio son los productos de comercialización más común, nos enfocamos

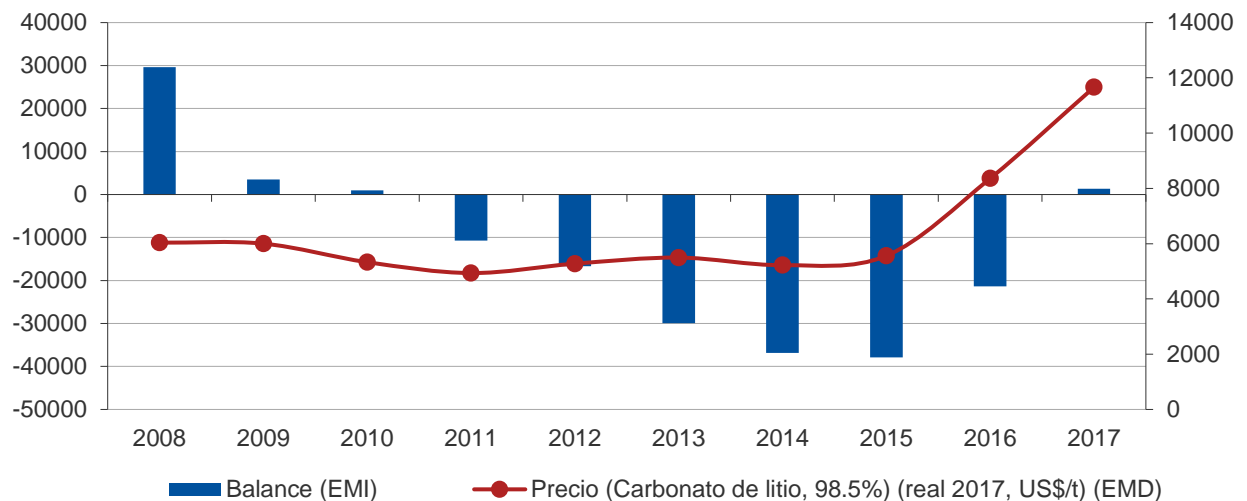
en el carbonato de litio de grado industrial a 98.5% y en el hidróxido de litio a 56.5% para nuestro análisis de precios.

Existen una serie de primas para los productos de litio, y estas dependen en gran parte de su contenido de litio:

- Por lo general el carbonato de litio al 99.5% atrae un 20-30% de prima por sobre el carbonato de litio a 98.5% debido a los costos de conversión adicionales, como químicos, mano de obra y procesado.
- Típicamente el hidróxido de litio al 56.5% atrae un 10-30% de prima por sobre el carbonato de litio a 98.5%, también debido a los costos de conversión. Las primas las suelen establecer los conversores en China, ya que la mayoría de las instalaciones de conversión a nivel global se encuentran en China.
- Otros compuestos, como el cloruro de litio y el bromuro de litio tienen primas mayores al carbonato de litio al 98.5%, ya que son productos especializados y se venden en volúmenes menores.
- Las primas para los compuestos de litio varían por geografía. Por ejemplo, el carbonato de litio 98.5% en China atrae una prima un 2-5% superior al mismo producto en EEUU. La diferencia en primas se debe principalmente al balance de mercado regional.

### 1.3.2. Balance de mercado y precio histórico del litio

Los precios de los productos de litio se mantuvieron relativamente estables desde el cambio discreto en la demanda causada por el aumento en dispositivos con LIB desde 2005 hasta 2015. Esta estabilidad se dio a pesar de un creciente déficit de mercado entre 2011 y 2015 debido al desarrollo inicial de la industria de los EV. El consumo de litio para estas baterías mucho más grandes rápidamente acabó con la oferta disponible. Esto llevó al primer gran aumento de precios en diez años. En 2015 la falta de mineral se había vuelto aparente en el mercado y, como se nota anteriormente, disparó el anuncio de un número masivo de proyectos mineros. Estos variaban de expansiones de operaciones principales ya existentes a nuevos depósitos en regiones que nunca habían producido litio de forma comercial. Este gran número rápidamente llevó a una reversión y el mercado volvió a mostrar excedentes en 2017.

**Figura 26 Balance de mercado del litio, 2008-2017**


Fuente: CRU

### 1.3.3. Proyección de balance de mercado y precio del litio

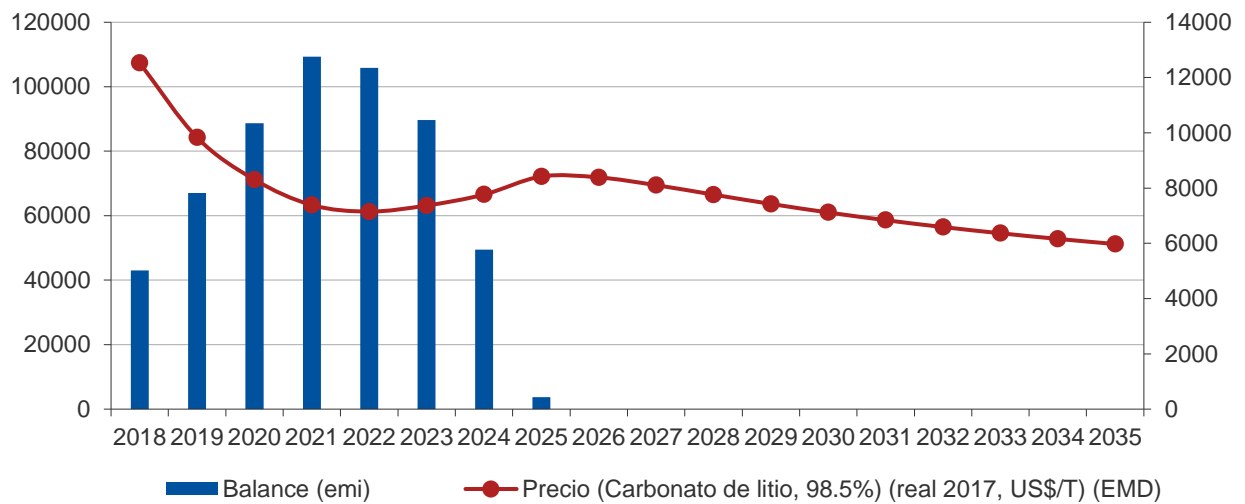
#### Escenario 1 - Continuidad

A partir de 2018 esperamos que el mercado ingrese en un período de aumento del superávit de producción en una cartera de proyectos que contribuyen de forma sustancial a incrementar la oferta para 2018 a 2021. Muchos proyectos que en la actualidad están bajo construcción o por comenzar ingresarán al mercado y aumentarán la producción a 2020/2021, incluyendo la expansión Etapa 1 de Greenbushes, la mina Whabouchi y el proyecto Cauchari-Olaroz en Argentina. Durante este período varios proyectos de los participantes principales consideran posibles expansiones de sus operaciones (Etapas 2 ó 3), incluyendo Greenbushes y todos los productores principales de salmuera en Sudamérica (SQM, Albemarle y FMC).

Se espera que el superávit alcance su máximo de 109kt de LCE en 2021, lo que equivale a un 28% de la demanda anual. Se espera que este exceso de oferta no sea indefinido dado que el crecimiento rápido de la demanda va a superar la proyección de oferta en el largo plazo, regresando a un mercado prácticamente balanceado para el año 2025. Aunque no se considera en las cifras de proyección, es probable que el stock de litio se acumule durante comienzos de la década de 2020 a medida que los productores descifran cómo vender en el mercado spot de forma efectiva. Para 2025 el déficit será mitigado por el retiro de 57kt de LCE del stock acumulado en la cadena de valor.

Se debe destacar que este equilibrio a largo plazo es parcialmente una función de proyectar a largo plazo que muchos proyectos que podrían entrar en operación en esta época son desconocidos o están actualmente clasificados como Especulativos.

**Figura 27 Proyecciones de equilibrio de mercado y precios del litio, 2018-2035**



Fuente: CRU

**Tabla 16 Proyección de equilibrio de mercado del litio, 2018-2035 (toneladas de LCE)**

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Oferta	320.223	383.860	448.939	502.908	538.583	568.663	584.573	605.270	680.806	775.419
Demanda	277.240	316.801	360.236	393.563	432.703	478.992	535.107	601.586	680.806	775.419
Balance	42.983	67.059	88.703	109.345	105.879	89.670	49.466	3.684	-	-
	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	TCAC 2018-35	
Oferta	868.450	998.217	1.196.130	1.421.399	1.652.852	1.875.062	2.076.422	2.247.752	12,1%	
Demanda	868.450	998.217	1.196.130	1.421.399	1.652.852	1.875.062	2.076.422	2.247.752	13,1%	
Balance	-	-	-	-	-	-	-	-		

Fuente: CRU

**Tabla 17 Proyección de precios del carbonato de litio, 2018-2035 (USD/t)**

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Precio (Carbonato de litio, 98.5%) (real 2017, USD/t)	12.527	9.827	8.304	7.384	7.150	7.369	7.764	8.418	8.386	8.105
Precio (Carbonato de litio, 98.5%) (nominal, USD/t)	12.760	10.229	8.830	7.996	7.876	8.268	8.880	9.818	9.974	9.831
	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	TCAC 2018-35	
Precio (Carbonato de litio, 98.5%) (real 2017, USD/t)	7.762	7.425	7.116	6.838	6.588	6.364	6.160	5.974		-4,3%
Precio (Carbonato de litio, 98.5%) (nominal, USD/t)	9.603	9.370	9.160	8.978	8.823	8.692	8.582	8.490		-2,4%

Fuente: CRU

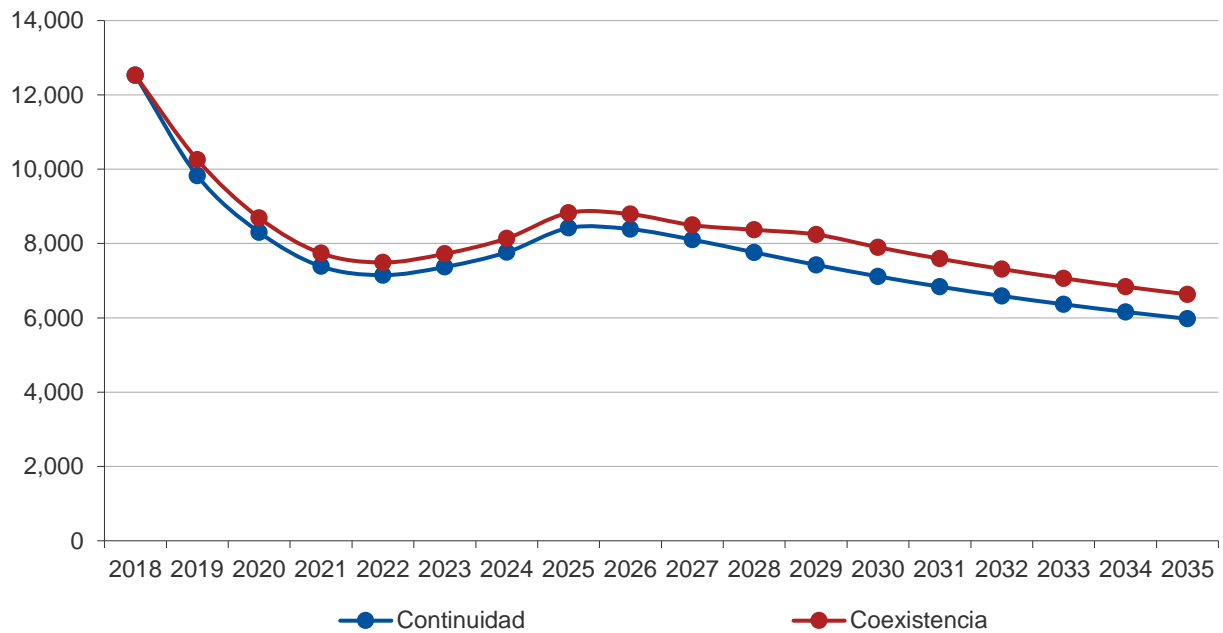
A medida que crece el superávit del mercado, se espera que los precios caigan desde los valores máximos observados en el primer semestre de 2018, cuando el carbonato de litio promedió más de US\$13.500/t. Se estima que los precios bajarán a US\$7.150/t en términos reales en el momento en que el crecimiento de la demanda supere la adición de una nueva oferta. Entonces es probable que haya un ligero repunte a medida que el mercado se ajuste. A largo plazo, se espera que los precios tiendan hacia el extremo inferior del rango de costos de US\$6.000-8.000/t en 2017 a medida que surtan efecto las economías de escala.

### Escenario 2 - Coexistencia

En el mediano plazo, el escenario Coexistencia presenta una demanda algo mayor que el escenario Continuidad en el periodo 2018-2023. Al mantenerse la oferta fija en ambos escenarios, estos cambios en demanda se traducen en que el escenario Coexistencia muestra precios superiores en un 5% al escenario Continuidad durante este periodo de tiempo.

Para el largo plazo, se espera que el precio del escenario Coexistencia mantenga la trayectoria descendente del escenario Continuidad aunque con un diferencial del orden del 10-11%, alcanzando valores algo inferiores a 7000 US\$/t (real 2017) en 2035.

**Figura 28 Precios en escenario Continuidad vs. Coexistencia para litio (2017 \$/t carbonato de litio)**



Fuente: CRU

**Tabla 18 Precios en escenario Continuidad vs. Coexistencia para litio (2017 \$/t carbonato de litio)**

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Continuidad	12.527	9.827	8.304	7.384	7.150	7.369	7.764	8.418	8.386	8.105
Coexistencia	12.527	10.259	8.692	7.739	7.491	7.724	8.138	8.824	8.790	8.495
Diferencia*	-	432	387	355	341	355	374	405	404	390

	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	TCAC 2018-2035
Continuidad	7.762	7.425	7.116	6.838	6.588	6.364	6.160	5.974	-4,3%
Coexistencia	8.369	8.243	7.900	7.591	7.314	7.064	6.838	6.631	-3,7%
Diferencia*	607	817	783	753	725	700	678	657	

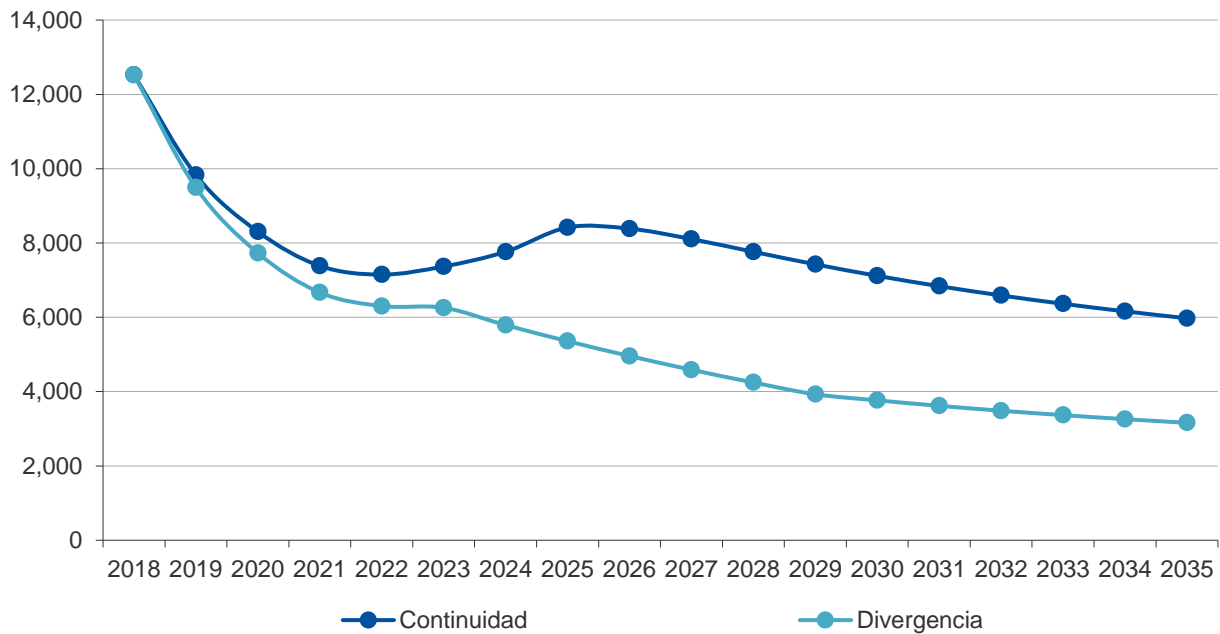
\* Diferencia calculada como Coexistencia menos Continuidad

Fuente: CRU

### Escenario 3 - Divergencia

En el escenario Divergencia los precios del litio sufrirían una baja muy importante, particularmente en el mediano y largo plazo donde se sentirían en su totalidad los efectos de la disminución de la demanda. Ante esta situación se espera una tendencia declinante de manera interrumpida a lo largo del período, alcanzando valores mínimos cercanos a US\$3.000/t (real 2017).

**Figura 29 Precios en escenario Continuidad vs. Divergencia para litio (2017 \$/t carbonato de litio)**



Fuente: CRU

**Tabla 19 Precios en escenario Continuidad vs. Divergencia para litio (2017 \$/t carbonato de litio)**

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Continuidad	12.527	9.827	8.304	7.384	7.150	7.369	7.764	8.418	8.386	8.105
Divergencia	12.527	9.491	7.730	6.668	6.303	6.257	5.790	5.358	4.958	4.588
Diferencia*	--	336	- 574	- 717	- 847	- 1.112	- 1.974	- 3.061	- 3.428	- 3.517

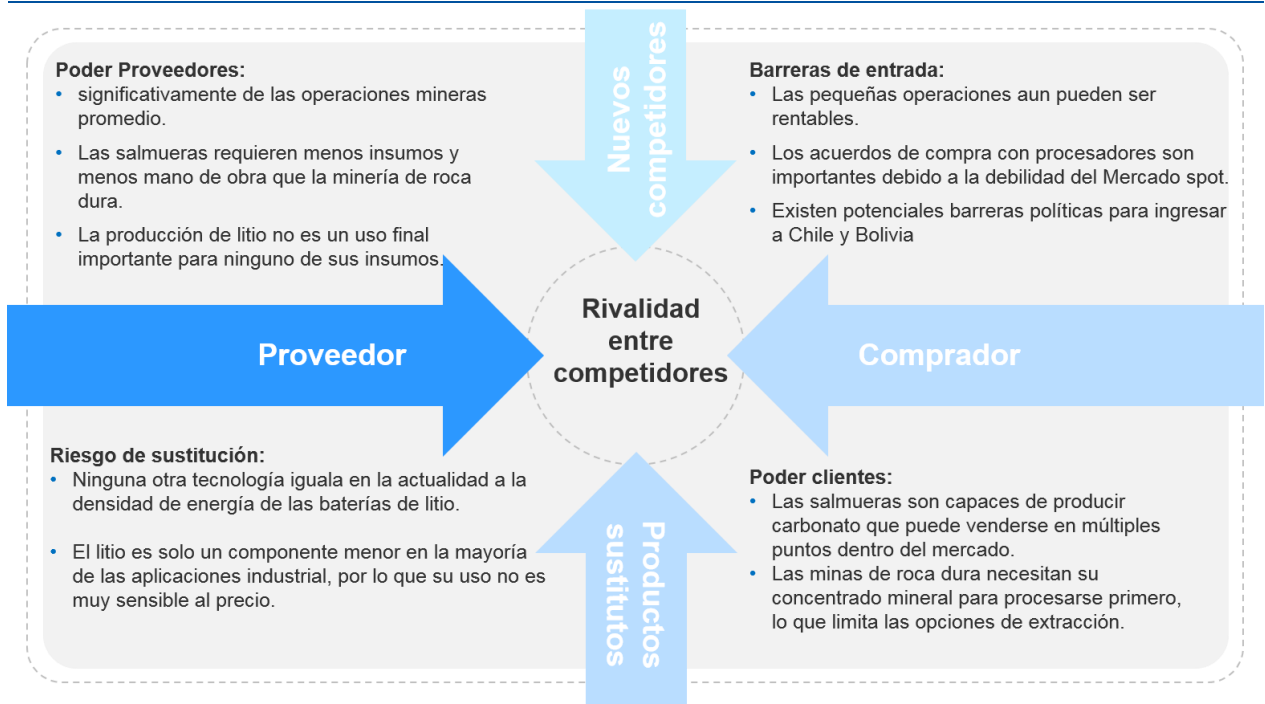
	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	TCAC 2018-2035
Continuidad	7.762	7.425	7.116	6.838	6.588	6.364	6.160	5.974	-4,3%
Divergencia	4.245	3.929	3.765	3.618	3.486	3.367	3.259	3.161	-7,8%
Diferencia*	- 3.517	- 3.497	- 3.351	- 3.220	- 3.103	- 2.997	- 2.901	- 2.813	

\* Diferencia calculada como Divergencia menos Continuidad

Fuente: CRU

## 1.4. Análisis de las cinco fuerzas de Porter para el mercado del litio

Figura 30 Modelo de las 5 fuerzas de Porter para el litio



Fuente: CRU

### Competencia

El suministro de litio está altamente concentrado. En 2017, los cinco principales productores suministraron el 70% de litio mundial. Esto ha ido cambiando a medida que más compañías ingresan al mercado, particularmente aquellas como Ganfen, que están ganando participaciones en numerosos proyectos en todo el mundo, como Altura Mining o Pilbara Minerals que tienen depósitos de alto valor. Galaxy Resources, uno de los cinco principales actores en 2017, también es un participante relativamente nuevo: su mina Mt. Cattling abrió por primera vez en 2009. Sin embargo, las inversiones recientes se han enfocado en proyectos *brownfield* por sobre los *greenfield*. A largo plazo, con tanta nueva demanda esperada, es probable que el mercado tenga espacio para nuevos participantes, pero los actores existentes lucharán para retener su cuota de mercado a través de una rápida expansión.

## **Barreras de entrada**

Existen pocos obstáculos para ingresar al mercado del litio más allá de los costos de capital involucrados en la configuración de una operación. Las economías de escala son relevantes en cualquier operación, pero las pequeñas minas / salmueras todavía pueden ser económicamente viables. La diferenciación del producto tampoco es muy significativa. Una proporción cada vez mayor de la producción de carbonato de litio se destinará al mercado de baterías, lo que normalmente requiere un procesamiento adicional desde el grado industrial (98.5%) hasta el grado de la batería (99.5%).

Lo que puede actuar como una barrera para el ingreso es la gran influencia de los acuerdos de compra en la financiación de proyectos. Con un mercado spot tan débil para los productos de litio, las operaciones se basan en contratos. Las entidades intermedias, como los procesadores o los fabricantes de cátodos, a menudo vinculan su suministro a operaciones particulares a través de acuerdos de compra, lo que hace que el mercado no sea líquido. Sin tal acuerdo, un productor puede encontrarse incapaz de vender su producto. Sin embargo, es probable que se requieran nuevos acuerdos de manera continua a medida que la demanda aumenta.

También hay algunas restricciones gubernamentales notables a la extracción de litio en ciertos países. En Chile, la ubicación de varios yacimientos valiosos, la extracción de litio requiere una licencia; actualmente, los únicos dos están en manos de los mayores Albermarle y SQM. En Bolivia, otro rincón del "Triángulo de Litio", la incertidumbre política y un entorno de inversión volátil dificultan los nuevos proyectos a pesar de la presencia del salitre más grande del mundo: el Salar de Uyuni.

## **Riesgo de sustitución**

La fuente de gran parte del crecimiento del litio será el mercado de Electro movilidad, por lo que la principal preocupación es la sustituibilidad del litio en las aplicaciones de baterías. Actualmente, el litio es la tecnología dominante en las baterías secundarias y es poco probable que cambie a lo largo del período de pronóstico. Cualquier tecnología de batería dada requiere aproximadamente una década de tiempo de desarrollo para pasar del laboratorio a la comercialización. La mayoría de las tecnologías que actualmente reciben pruebas experimentales están basadas en litio, como el azufre de litio y el aire de litio. Las tecnologías de baterías que no contienen litio más prometedoras, como las baterías de aire de zinc o las baterías de flujo redox avanzado están dirigidas al mercado de almacenamiento de energía en lugar de a los EV.

### **Poder de proveedores**

La producción de litio no requiere muchos insumos, especialmente en las operaciones de salmuera, donde una gran parte de la producción está a la espera de que se produzca la evaporación solar. La mayoría de los insumos son productos químicos que se utilizan para alcanzar el producto final (por ejemplo, hacer reaccionar ceniza de sosa con cloruro de litio de una salmuera para producir carbonato de litio o tostar concentrado de espodumeno en ácido sulfúrico). Sin embargo, ni las salmueras ni las minas representan un gran mercado de uso final para ninguno de los productos químicos de entrada, por lo que es poco probable que haya un efecto significativo en los precios entre ellos.

### **Poder de clientes**

Los compradores tienen niveles de poder ligeramente diferentes en relación con las salmueras y las minas. Con salmueras, el producto final generalmente es carbonato de litio que puede venderse directamente en una de las muchas cadenas de valor de uso final, o a un procesador para la conversión a hidróxido de litio. En contraste, los mineros de espodumeno requieren una planta de procesamiento para actualizar sus concentrados a un producto de litio vendible. A medida que los fabricantes de baterías se han integrado en la parte superior, los mineros se han encontrado con menos rutas de comercialización y menos jugadores con los que negociar.

## Anexo I. Glosario

A continuación, se presenta un glosario que contiene la terminología utilizada a través del estudio. Este glosario se irá actualizando a medida que se avance en el reporte.

### Monedas y medidas de valor

Sigla	Significado
US\$	Dólar estadounidense
US\$/t	Dólar estadounidense por tonelada

### Empresas e Instituciones

Sigla	Significado
BAK	Shenzhen BAK Battery Co
BYD Co	Build Your Dreams (BYD Co)
FMC	Anteriormente Food Machinery Corporation
FMI	Fondo Monetario Internacional
LME	Bolsa de metales de Londres
SQM	Sociedad Química y Minera de Chile
USGS	United States Geological Service / Servicio Geológico estadounidense

### Medidas de peso

Sigla	Significado
kt	Miles de Toneladas
Mt	Millones de toneladas
t/ton	Tonelada

### Otros

Sigla	Significado
BEV	Vehículos eléctricos de batería
CAPEX	Costos de capital
CMLP	Costo marginal de largo plazo
CMCP	Costo marginal de corto plazo
EVs	Vehículos eléctricos
FCEV	Vehículo eléctrico con pila de combustible
HEV	Vehículos eléctricos híbridos
ICE	Vehículo de motor de combustión interna
LCE	Equivalente de carbonato de litio
LCO	Óxido de litio y cobalto
LDV	<i>Light Duty Vehicle</i> / Vehículo ligero

LFP	Fosfato de litio y hierro
LIB	Batería de iones de litio
LMO	Óxido de manganeso y Litio
LRMC	Costo Marginal de Largo Plazo
LTO	Óxido de litio titanato
NEV	Vehículos Eléctricos Nuevos
OPEX	Costos de operación
PHEV	Vehículos eléctricos híbridos enchufables
PIB	Producto Interno Bruto
TCAC	Tasa de Crecimiento Anual Compuesto

## Anexo II. Bibliografía

MinEx Consulting

MARSHALL, Alfred. Principles of Economics. XVIII ed. Nueva York, Cosimo Inc, 2006.

U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries. 2009 – 2016. Disponible en Internet:  
<https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/mcs/2018/mcs2018.pdf>