

INFORMES DE CADENAS DE VALOR

Abril 2018



Litio

AUTORIDADES

MINISTRO DE HACIENDA

Lic. Nicolás Dujovne

SECRETARIO DE POLÍTICA ECONÓMICA

Dr. Sebastián Galiani

SUBSECRETARIO DE PROGRAMACIÓN MICROECONÓMICA

Dr. Mariano Tappatá

DIRECTORA NACIONAL DE ESTUDIOS SECTORIALES Y REGIONALES

Lic. Laura Rivas Piasentini

DIRECTOR NACIONAL DE ANÁLISIS MICROECONÓMICO

Lic. Juan Emilio Zabala Suárez

DIRECTORA DE INFORMACIÓN Y ANÁLISIS SECTORIAL

Lic. María Victoria Anauati

DIRECTORA DE INFORMACIÓN Y ANÁLISIS REGIONAL

Lic. Estefanía Lotitto

ANALISTA RESPONSABLE

Lic. Ana Méndez

Este informe tiene por objeto una descripción analítica y estructural de la cadena del Litio. Se consideran temáticas como: la configuración de relaciones económicas; su contexto internacional y tendencias; proceso productivo y su evolución; la localización territorial; la incidencia de las políticas públicas; entre otros aspectos de relevancia.

Publicación propiedad del Ministerio de Hacienda de la Nación. Registro DNDA en trámite. *Hipólito Yrigoyen 250 Piso 8° (C1086 AAB) Ciudad Autónoma de Buenos Aires – República Argentina. Tel: (54 11) 4349-5945 y 5918. Correo electrónico: sspmicro@mecon.gov.ar URL: <https://www.minhacienda.gob.ar/>*



RESUMEN EJECUTIVO

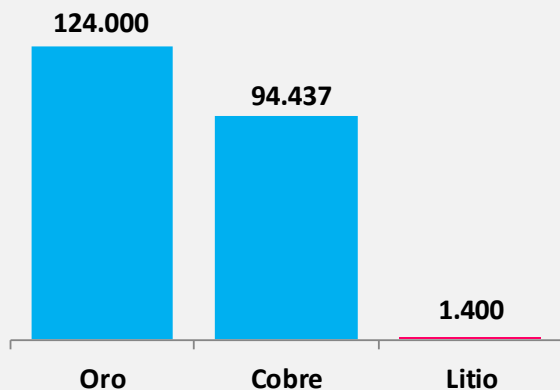
- El litio está presente en una extendida gama de fuentes y se comercializa en diferentes formas, destinadas a un gran número de aplicaciones.
- El desarrollo de la electrónica, la industria automotriz eléctrica y la generación de electricidad a partir de fuentes no convencionales abre nuevas expectativas en base a su utilización en la fabricación de baterías. Las aplicaciones nucleares son otro ámbito de interés.
- Los principales flujos del comercio mundial de litio tienen origen en Sudamérica (Chile y Argentina) y destino en Asia, la Unión Europea y Estados Unidos, en consonancia con la localización de la producción de mina y la industria manufacturera.
- Argentina ocupa el tercer lugar en la producción mundial de litio de mina y el primer lugar en términos de recurso identificado. Conforman, junto con Chile y Bolivia, el “Triángulo del Litio”.
- Las exportaciones argentinas en 2017 alcanzaron US\$ 224 millones (+17% i.a., 7% del total de exportaciones metalíferas).
- El precio del carbonato de litio grado batería creció 168% entre 2010 y 2017. Se espera que en los próximos años se instale en un nivel inferior al actual, a partir de un exceso de oferta en el mercado de litio de mina.
- El marco regulatorio nacional para el litio es el mismo que para la minería de otros metales.
- El mercado mundial de explotación y producción de precursores está concentrado en pocas empresas (químicas) verticalmente integradas con la extracción.
- Los proyectos mineros de litio tienen menor escala que otros minerales y largos períodos de maduración de las inversiones.
- Existen oportunidades para la generación de valor agregado aguas abajo en el país (sobre todo, producción de compuestos).
- Baterías de Litio:
 - Capacidad instalada de baterías de Li-on para autos eléctricos (EV) localizada principalmente en China (62%), Estados Unidos (22%) y Corea del Sur (13%).
 - Precios decrecientes por avance tecnológico (US\$ 1.000/Kwh en 2010 a US\$ 209/Kwh en 2017).
 - Mercado secundario: insignificante hoy aunque posiblemente el reciclado de baterías tenga impacto en el mercado primario.
 - Persiste incertidumbre tecnológica respecto a su uso futuro en EV.



La minería del litio es de menor escala y complejidad que la de los metales básicos y preciosos.

Valor de la producción mundial (2016)

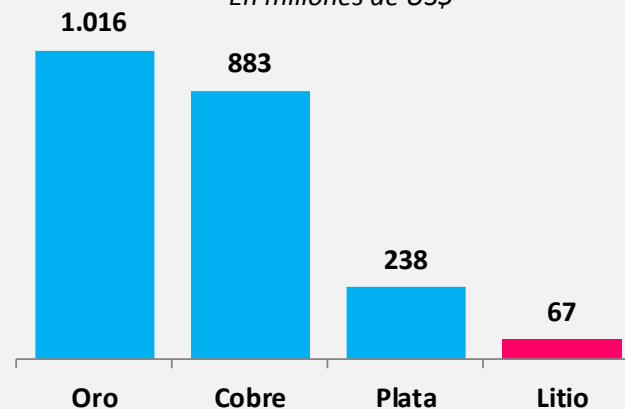
En millones de US\$



Fuente: SSPMicro con base en Secretaría de Minería.

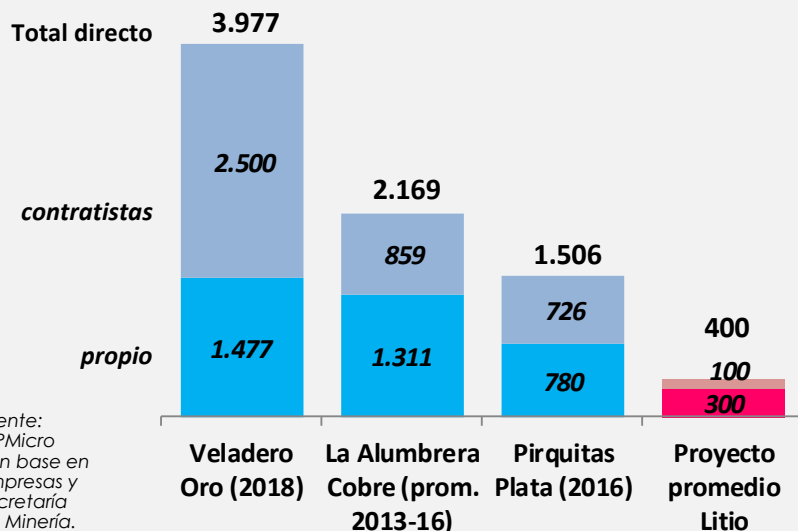
Argentina: valor promedio anual (1998-2017) de las exportaciones de los principales metales

En millones de US\$



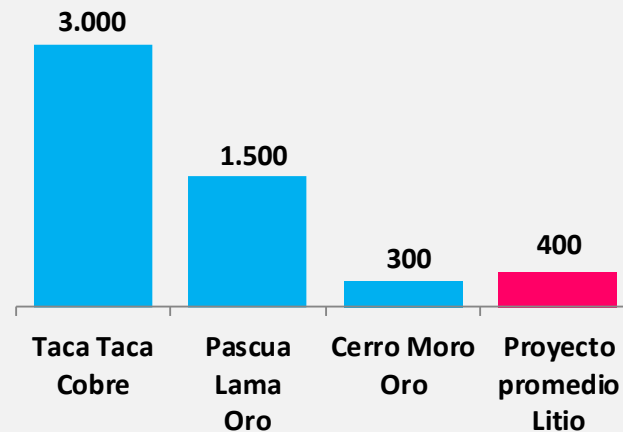
Fuente: SSPMicro con base en INDEC.

Argentina: empleo directo (propio y a través de contratistas) en los principales yacimientos



Argentina: inversiones estimadas para los principales proyectos

En millones de US\$



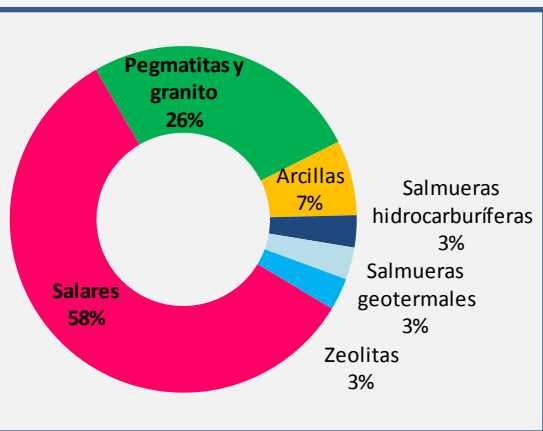
Fuente: SSPMicro con base en las empresas del sector.



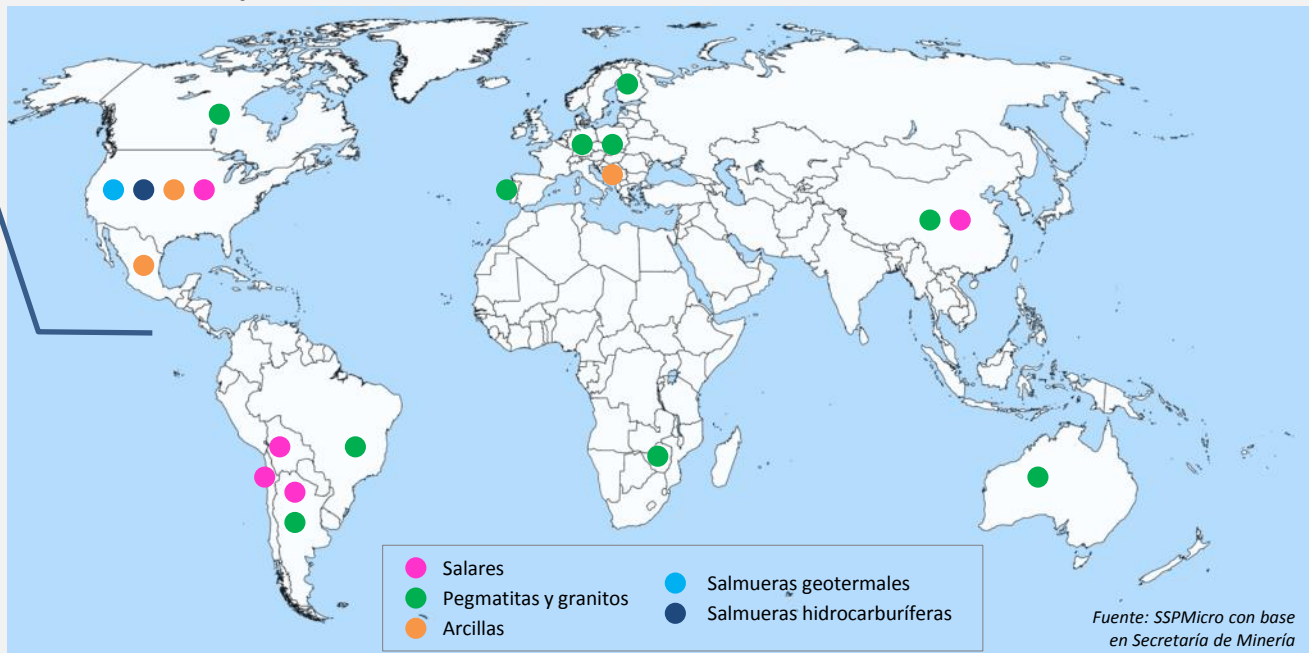
- El litio es un metal presente en una amplia gama de fuentes (incluida el agua de mar), aunque sólo algunas son factibles de explotación económica (por falta de tecnologías y costos). Las reservas medidas se encuentran en salmueras y minerales (rocas pegmatíticas y otras).

Mapa 1. Distribución territorial de las fuentes de reservas de litio

Gráfico 1. Fuentes de las reservas de litio. Año 2016



Fuente: SSPMicro con base en Secretaría de Minería



Fuente: SSPMicro con base en Secretaría de Minería

- Entre las salmueras se destacan los salares. La calidad del depósito depende de la composición y niveles de concentración de los diversos elementos (litio, potasio, magnesio, boro, etc.) y requiere ser tratado en forma particular. El litio es extraído mediante bombeo y concentrado por evaporación solar en piletas. Estas tecnologías tienen menores costos que la separación a partir de minerales.
- Las salmueras más importantes (en calidad y volumen) se encuentran en el “Triángulo del Litio” (Chile, Bolivia y Argentina). Por tratarse de zonas áridas, la vulnerabilidad ambiental (escasez de agua) es un tema central.
- Debido al incremento de los precios del litio, la extracción a partir de pegmatitas es crecientemente competitiva. Los últimos proyectos que entraron en producción (año 2017), son en base a minerales (espodumeno). Australia tiene las mayores reservas de este tipo.
- El Salar de Atacama (Chile) contiene las mejores reservas en cantidad y calidad. Sumado a la alta tasa de evaporación del desierto, los costos operativos son los más bajos del mundo.



- La extracción del litio se realiza por perforación y bombeo, y se procesa y comercializa como productos químicos. En la Argentina se realiza la primera transformación, obteniendo carbonato y, en menor medida, cloruro. Productos que se destinan en su totalidad al mercado mundial.

Diagrama 1. Cadena de valor del Litio

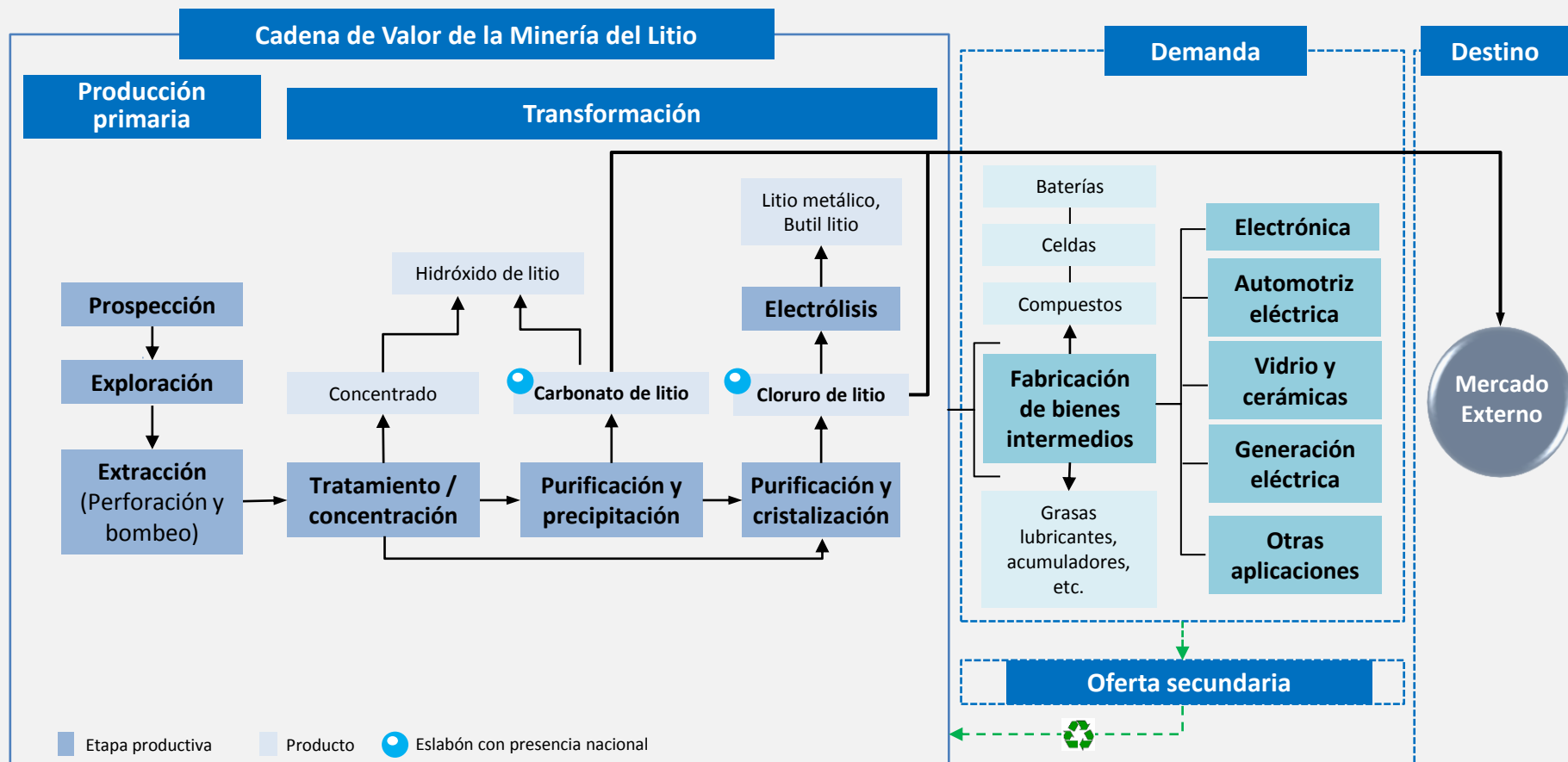
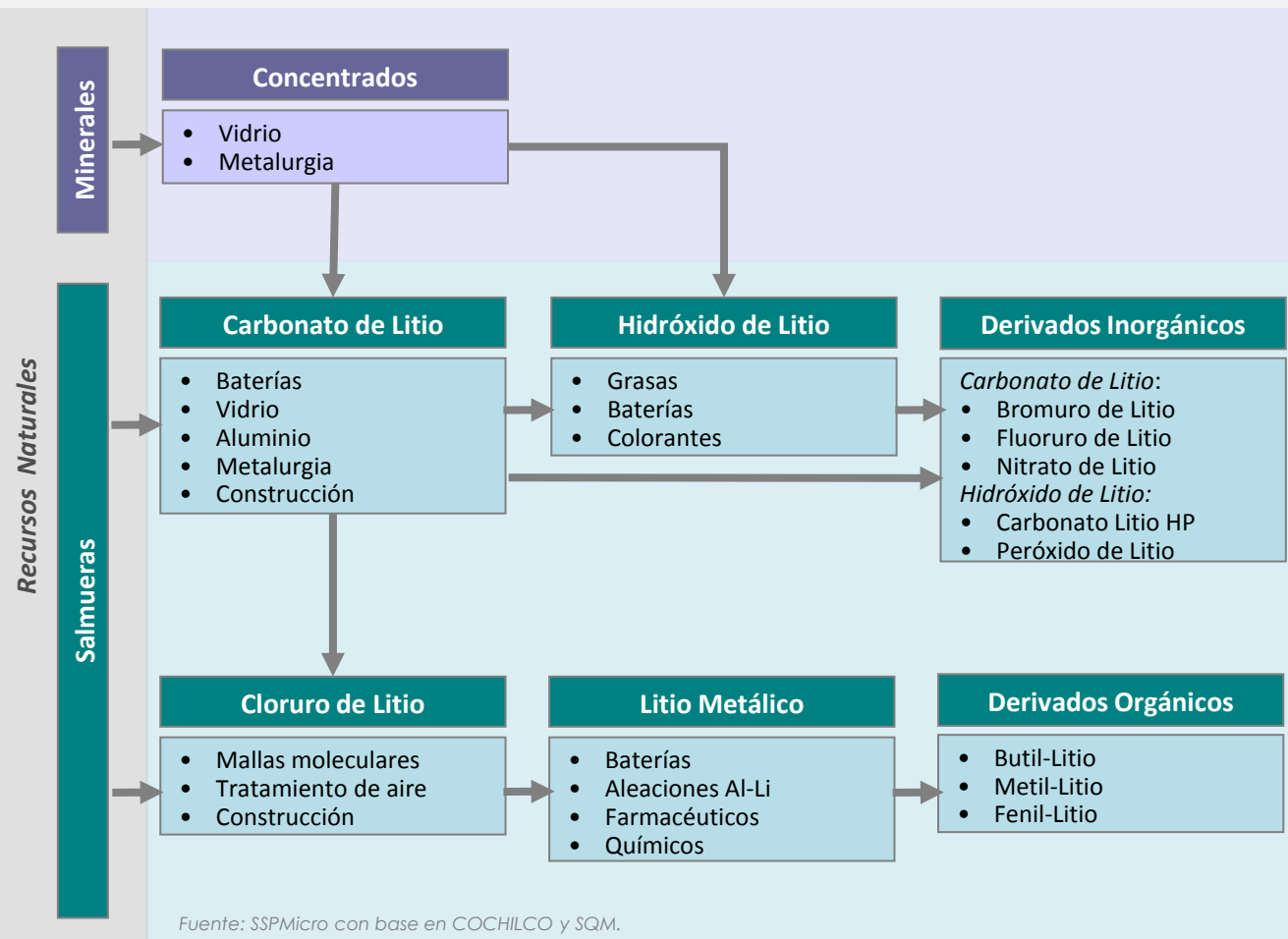


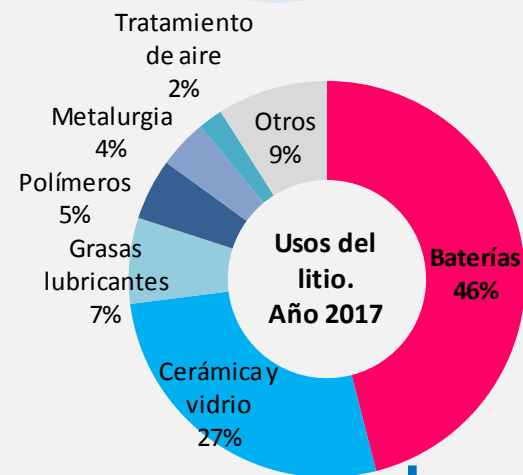


Diagrama 2. Productos de litio y sus usos, según fuente



El producto más empleado por la industria es el carbonato, sobre todo el “grado batería” (pureza no inferior a 99,6%), aplicado en la fabricación de compuestos para las baterías. Es creciente la utilización de hidróxido. Conforme se extiende el uso para baterías, los productos del litio dejan de ser *commodities* y ganan en diferenciación.

- En 2017, el 46% de la demanda de litio se destinó a baterías (para electrónica y automóviles eléctricos), mientras que en 1998 este uso requería sólo el 7%.



- Los productos de litio pueden ser utilizados como materia prima en diversos bienes o ser insumo de procesos industriales para obtener un compuesto de litio diferente.
- El cloruro y el hidróxido pueden ser obtenidos directamente (producto primario) o a partir de carbonato (secundario). En su forma primaria, el cloruro se obtiene de sales y el hidróxido de minerales (se está avanzando en tecnologías para producir hidróxido primario de salmueras).

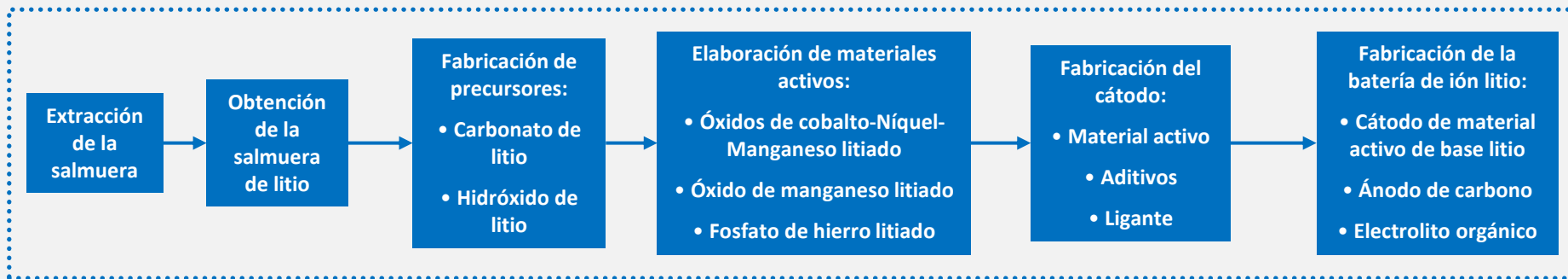


- ⦿ A partir de la extracción minera, la cadena de abastecimiento de la industria incluye la fabricación de:

Precursores → componentes (ánodos, cátodos, separadores, electrolito) → celdas → baterías → packs.

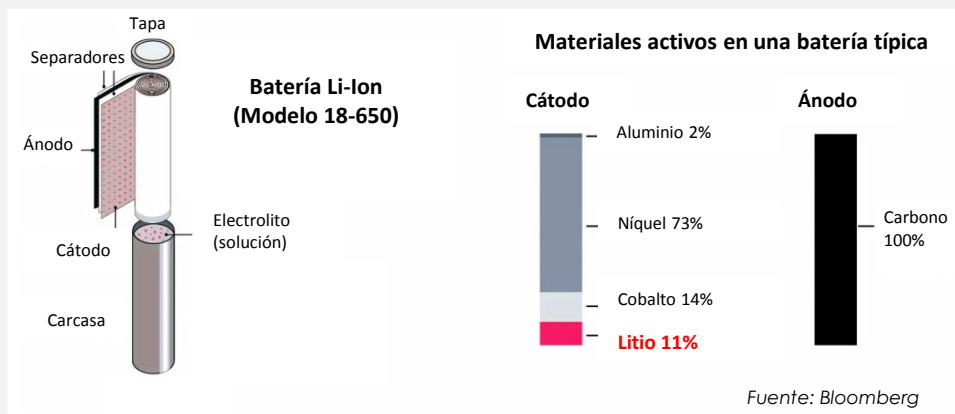
Estas fases se encuentran desintegradas (en distintas empresas y territorios), bajo el comando global de las firmas automotrices y electrónicas.

Diagrama 3. Flujo de Proceso para la Fabricación de Baterías Li-Ion



Fuente: SSPMicro con base en INTI-Procesos Superficiales

Diagrama 4. Componentes típicos de una batería Li-Ion



Fuente: Bloomberg

- La batería de litio es un dispositivo diseñado para almacenamiento de energía eléctrica. Características: ligereza de sus componentes, elevada capacidad energética y resistencia a la descarga.
- La tecnología Li-Ion (recargable) emplea como electrolito una sal de litio que procura los iones necesarios para la reacción electroquímica que tiene lugar entre el cátodo y el ánodo (durante la carga los iones migran del cátodo al ánodo a través del separador y en sentido inverso en la descarga).
- En una batería (modelo 18-650) el litio representa un 11% de los componentes del cátodo (el resto es aluminio, nickel y cobalto). El cátodo y el electrolito contienen el equivalente a 1 gramo de litio.
- Es una tecnología en desarrollo.



El litio es un recurso abundante, con una relación reservas/producción muy superior a la de otros metales.

Cuadro 1. Litio: producción de mina, recursos identificados y reservas. Año 2017

País	Producción				Variación 2017/16	Recursos identificados 2017*	Reservas 2017*
	2015	2016	2017				
	ton		%				
Australia	14.100	14.000	18.700	43,6%	33,6%	5.000.000	2.700.000
Chile	10.500	14.300	14.100	32,9%	-1,4%	8.400.000	7.500.000
Argentina	3.600	5.800	5.500	12,8%	-5,2%	9.800.000	2.000.000
China	2.000	2.300	3.000	7,0%	30,4%	7.000.000	3.200.000
Zimbabue	900	1.000	1.000	2,3%	0,0%	500.000	23.000
Portugal	200	400	400	0,9%	0,0%	100.000	60.000
Brasil	200	200	200	0,5%	0,0%	180.000	48.000
EEUU	**	**	**			6.800.000	35.000
Bolivia	--	--	--			9.000.000	s/d
Otros						6.220.000	s/d
TOTAL	31.500	38.000	42.900	100,0%	12,9%	53.000.000	15.566.000

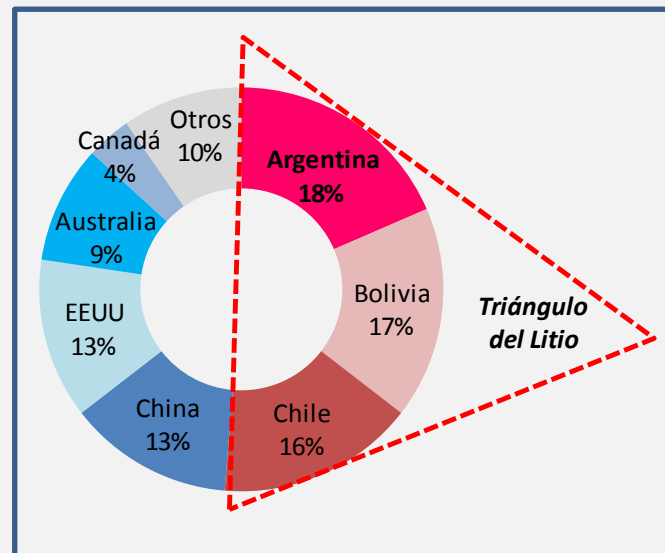
* *Recurso identificado*: es una concentración de mineral potencialmente extraíble, cuya localización, grado, cantidad y calidad son estimadas a partir de evidencia geológica.

Reserva: es la parte de los recursos identificados que reúne los requisitos mínimos para llevar a cabo prácticas de producción minera y cuya explotación es económicamente viable en las condiciones actuales.

** Los datos de EEUU no se publican para resguardar el secreto estadístico.

Fuente: SSPMicro con base en USGS

Gráfico 2. Distribución territorial de los recursos identificados de litio. Año 2017



Fuente: SSPMicro con base en USGS

Nota: dado el incipiente desarrollo de la exploración a gran escala de este mineral, todavía no hay acuerdo sobre las cifras de recursos y reservas. Varían de acuerdo a la fuente de datos utilizada.

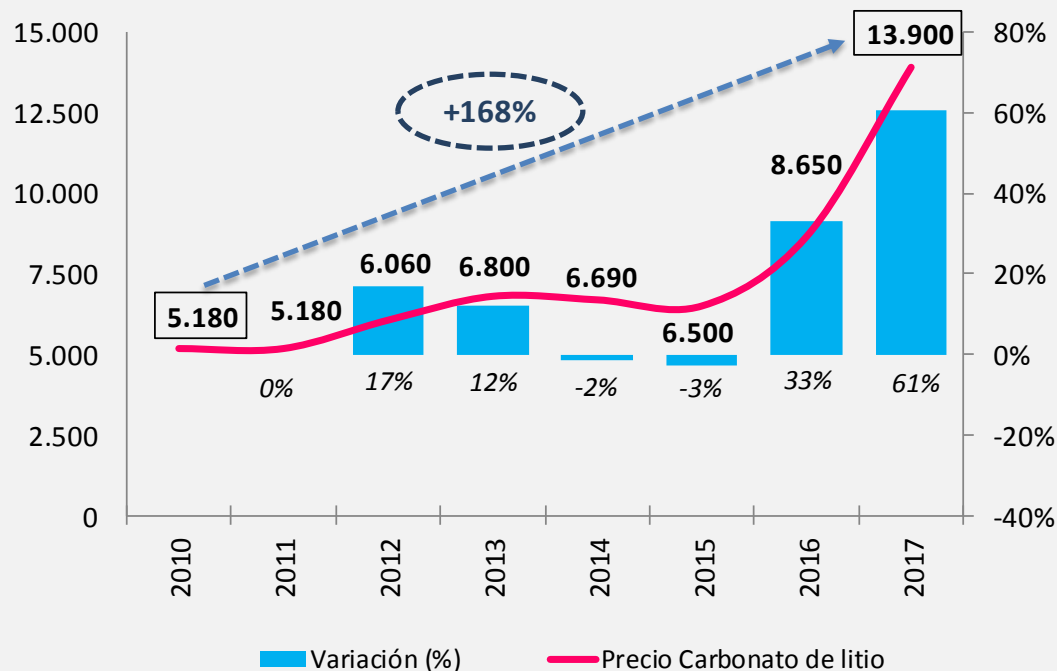
- El aumento de la actividad exploratoria en búsqueda de litio está expandiendo el volumen de los recursos identificados mundialmente, los que para 2017 se estiman en 53 millones de ton (76% por encima de los registrados en 2011). Más de la mitad se encuentran en el “Triángulo del Litio”.
- Alrededor de un tercio de los recursos serían explotables con las tecnologías y precios actuales (reservas). La mitad está en Chile.
- En 2017, la producción se concentró en Australia, Chile y Argentina (89%). En el último año el crecimiento estuvo basado en nuevos proyectos en Australia (lo mismo se espera este año), que pudo responder con rapidez al déficit de mercado.
- Bolivia no participa todavía de la producción y sus recursos no son evaluados como reservas. Se encuentra desarrollando un proyecto público de explotación integral de la cadena de valor.



⦿ A partir de 2006, los precios del carbonato de litio comienzan a aumentar significativamente, traccionados por la demanda para baterías que no llega a ser satisfecha por el ritmo de expansión de la oferta.

- Con la entrada al mercado de SQM en 1997, los precios del carbonato de litio cayeron cerca de un 40%, situándose por debajo de los 1.800 US\$/ton. Entre 1999 y 2005 las cotizaciones promedio se mantuvieron estables, entre 2.000 y 2.500 US\$/ton, para luego instalarse en un nuevo nivel (de 5.000 a 7.000 US\$/ton).
- En 2017 se alcanza el máximo promedio histórico (13.900 US\$/ton) y se espera que en 2018 las cotizaciones permanezcan en el rango de 12.000 a 15.000 US\$/ton.
- Debido a la concentración de la oferta, cualquier restricción coyuntural afecta los precios. En 2016, los derivados grado batería alcanzaron en China valores cercanos a 30.000 US\$/ton, debido a una menor disponibilidad de espodumeno australiano y medidas de fuerza sindicales en el puerto chileno de Antofagasta (punto de embarque del carbonato de Sudamérica).
- Se encuentran en marcha nuevas inversiones globales que ampliarían la capacidad mundial de producción en los próximos años. Esta oferta equilibraría el mercado en el corto plazo, conteniendo los precios en niveles promedio de 10.000 US\$/ton (altos en términos históricos).

Gráfico 3. Evolución del precio promedio anual del litio 2010-2017
Carbonato de litio, grado batería / EEUU (en US\$/ton)



Fuente: SSPMicro con base en USGS y Secretaría de Minería

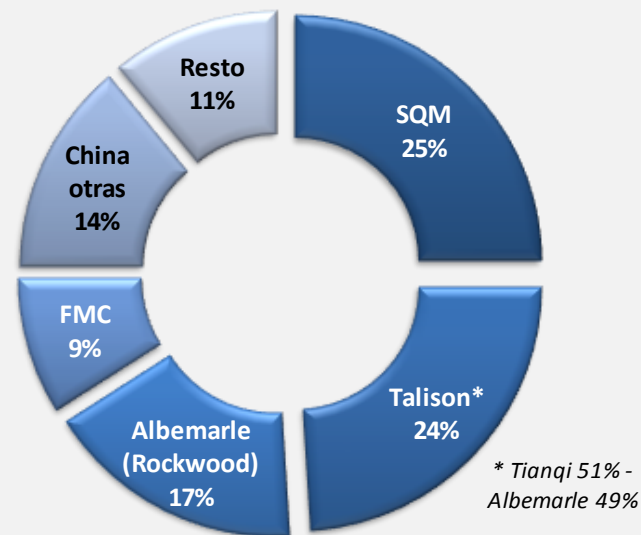
- A diferencia de otros metales que operan en Bolsas, el litio es transado directamente mediante contratos entre clientes y proveedores, por lo que no cuenta con una cotización internacional de referencia. *London Metal Exchange* (LME) se encuentra definiendo los detalles para su incorporación, a partir de 2019.



La oferta de los precursores de litio es tradicionalmente oligopólica. No obstante, las grandes firmas que comandan las cadenas globales de valor de la industria automotriz y electrónica participan crecientemente en el desarrollo de los proyectos mineros, a fin de asegurarse el abastecimiento en cantidad y calidad necesarias.

- Sólo 4 empresas, pertenecientes al sector químico, concentran el 75% del mercado del litio mundial: las estadounidenses Albemarle/Rockwood y FMC, la chilena SQM y la australiana Talison (propiedad de Albemarle y la china Tianqi). La participación de China (a través de Tianqi, Ganfeng y otras) es creciente.
- Las ventas se realizan mediante contratos de largo plazo (3 a 10 años), a requerimiento de los demandantes, que procuran asegurarse el abastecimiento por períodos cada vez más extensos.

Gráfico 4. Participación de las empresas en la producción 2016 (según oferta en ton LCE)



Fuente: SSPMicro con base en CORFO

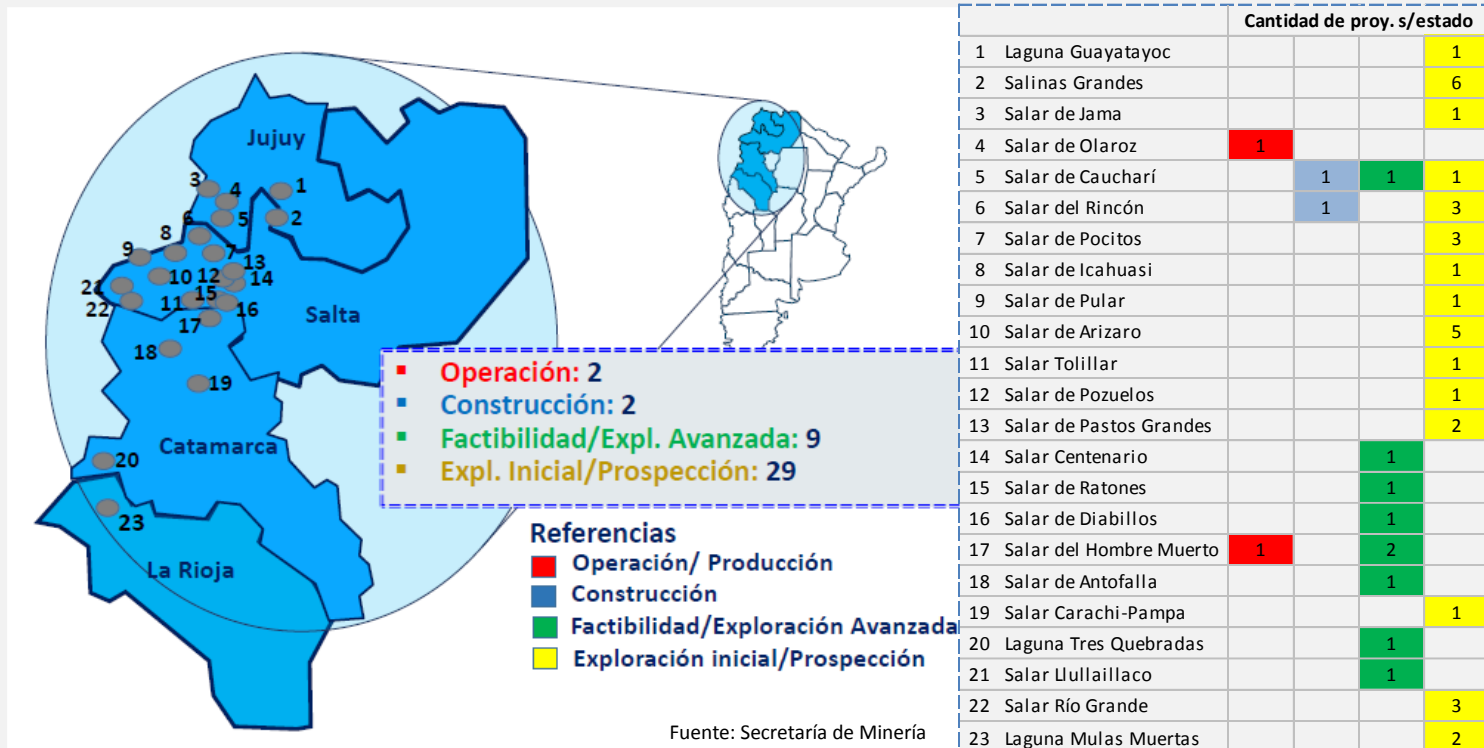
Argentina

- FMC opera en el país desde el año 1997, a través de su subsidiaria Minera del Altiplano, a cargo de la explotación del proyecto Fénix (Salar del Hombre Muerto).
- SQM firmó en 2017 un acuerdo con la canadiense Lithium Americas Corp. para avanzar en el proyecto Caucharí – Olaroz, a través de Minera Exar.
- En 2016 comenzó la producción comercial en el Proyecto Olaroz, a manos de la empresa Sales de Jujuy, *joint venture* entre la australiana Orocobre, la automotriz japonesa Toyota y la empresa pública provincial de Jujuy (JEMSE).
- Varios proyectos de litio ya habían alcanzado un nivel avanzado de desarrollo (con plantas piloto incluidas) hace una década atrás. Los vaivenes del mercado, los planes globales de los socios provenientes de la industria demandante y restricciones tecnológicas demoran la puesta en marcha comercial y se verifican cambios de titularidad.



- En los últimos años la exploración de litio en la Argentina ha mostrado un dinamismo superior al de otros minerales, a partir de diversos factores: perspectivas de demanda y precios más favorables; menores requerimientos de capital; involucramiento de empresas industriales no mineras; restricciones para la instalación de proyectos en Chile y Bolivia.

Mapa 2. Proyectos mineros de litio, según fase de desarrollo



- Los proyectos en operación y en cartera se localizan en los salares de la Puna (Región NOA, provincias de Catamarca, Jujuy y Salta).
- Los largos períodos de maduración de la inversión minera condicionan las perspectivas a corto y mediano plazo.
 - Se estima que un proyecto demanda 2 a 3 años en ser construido. Una vez en producción, demanda 3 años en alcanzar la plena capacidad (por tiempos de evaporación de las piletas de concentración). Si está en fase de factibilidad/exploración avanzada, los tiempos hasta la puesta en producción son de 3 a 6 años. Menos del 1% de los proyectos en exploración inicial/prospección logra llegar a la fase productiva.



- La falta de financiamiento y los ajustes de la ingeniería de procesos a las características de cada salar son factores que influyen en los tiempos de implementación de un proyecto.

Proyectos mineros de litio más avanzados: en operación, construcción y factibilidad

Caucharí-Olaroz (Jujuy)

- Minera Exar (SQM-Lithium Americas-JEMSE).
- Inversión: US\$ 675 millones.
- 1º fase: 25.000 ton LCE. Inicio estimado de construcción 2018 y producción 2020.
- 2º fase: 25.000 ton LCE.

Olaroz (Jujuy)

- Sales de Jujuy (Orocobre-Toyota-JEMSE).
- En producción comercial desde 2016.
- Actual: 17.500 ton LCE.
- Expansión: 17.500 ton LCE. Inversión: US\$ 150 millones.

Rincón (Salta)

- ADY Resources (Enirgi/Sentient Group).
- 1º fase: 20.000 ton LCE. Inicio estimado de producción 2019. Inversión: US\$ 300 millones.
- 2º fase: 30.000 ton LCE. Inicio estimado de producción 2022. Inversión: US\$ 420 millones.

Centenario-Ratones (Salta)

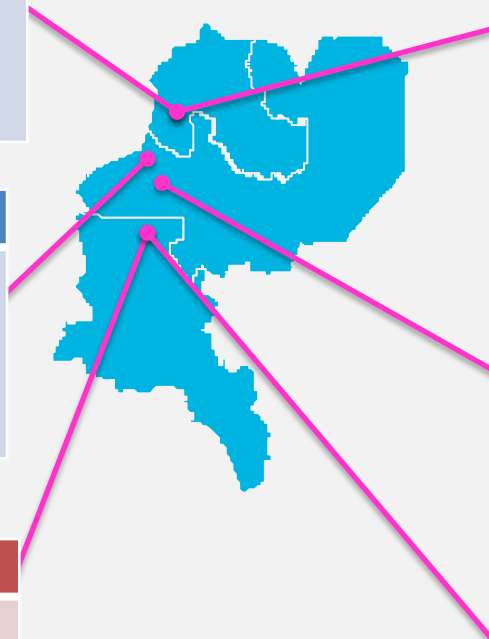
- ERAMINE Sudamérica (ERAMET-REMSA).
- Proyectado: 20.000 ton LCE.
- Inicio estimado de construcción: fines de 2018 (estudio de factibilidad en curso). Producción: 2020.
- Inversión: US\$ 380 millones.

Hombre Muerto/Fénix (Catamarca)

- Minera del Altiplano (FMC).
- En producción desde 1998.
- Actual: 20.000 ton LCE.
- Plan de expansión (2019): 20.000 ton LCE. Inversión: US\$ 300 millones.

Hombre Muerto/Sal de Vida (Catamarca)

- Galaxy Resources.
- Proyectado: 25.000 ton LCE.
- Inversión: US\$ 370 millones. Factibilidad finalizada. Busca financiamiento.

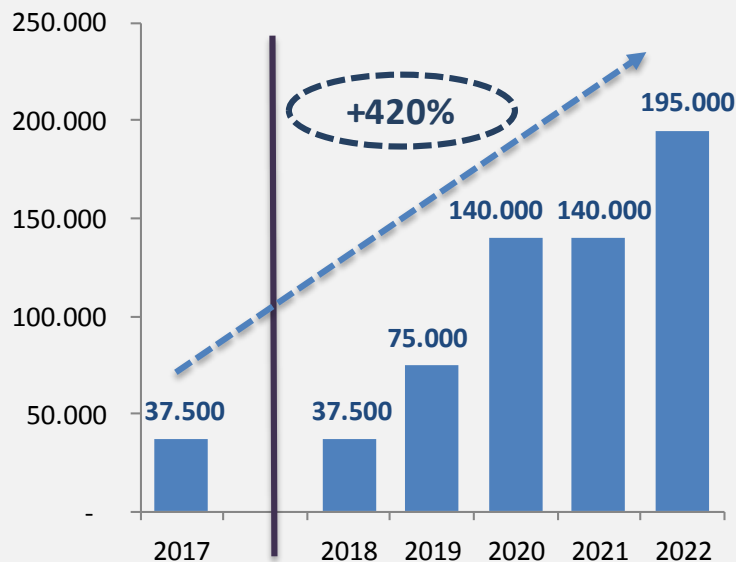


- Proyecto en producción
- Proyecto en construcción
- Proyecto en etapa de factibilidad



- La capacidad instalada en Argentina para la producción de litio podría expandirse por encima del ritmo promedio mundial.

Gráfico 5. Expansión máxima estimada de la capacidad instalada para la producción de Litio en Argentina
En toneladas LCE



Nota: se consideraron las expansiones de Fénix (FMC) y Olaroz (Sales de Jujuy), y la puesta en producción de Caucharí-Olaroz (Exar), Rincón (Enirgi) y Ratones-Centenario (Eramet).

La expansión de la capacidad instalada no implica un incremento inmediato de la producción, debido a los tiempos que demanda la evaporación inicial.

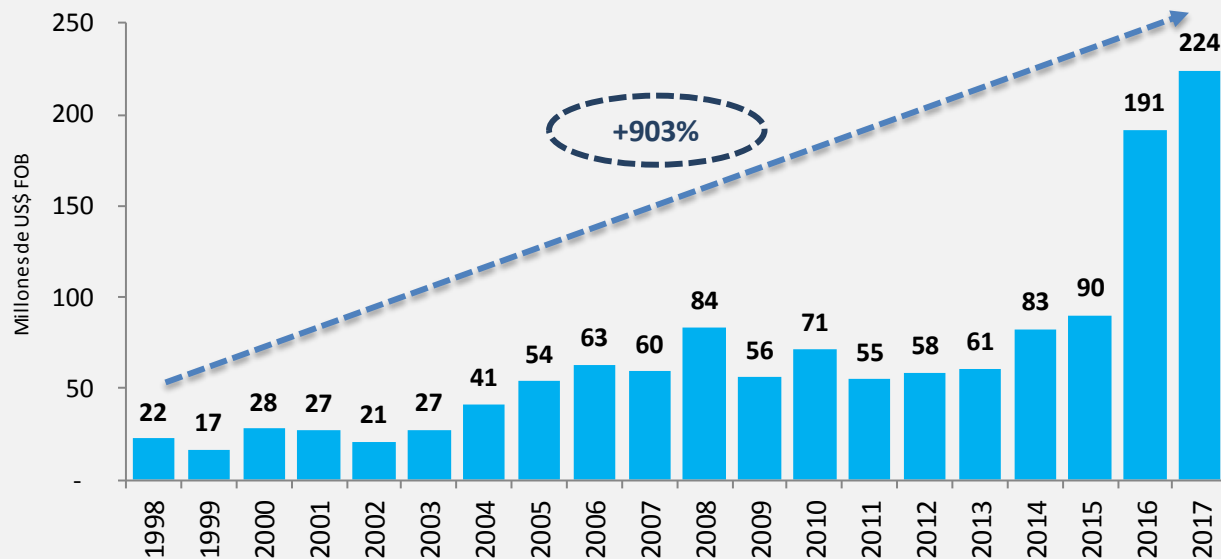
Fuente: SSPMicro con base en Secretaría de Minería, SEGEMAR-USGS y datos de las empresas.

- Bajo una hipótesis de máximo crecimiento de la capacidad instalada en el país, considerando el ingreso en el corto plazo de todos los proyectos anunciados, sin dilaciones de origen técnico o financiero, la participación argentina podría incrementarse del 15% en 2017 a 25/30% en 2022. Esta expansión demandaría inversiones por más de US\$ 2.300 millones.
- Australia se consolidaría como el principal productor, al menos hasta que Chile efectivizara el ingreso del total de la ampliaciones de producción autorizadas, lo que sucedería entre 2022 y 2025.
- No se considera en los cálculos el posible ingreso de Bolivia al mercado, que de concretarse podría generar una crisis de sobreproducción.
- La ampliación de la capacidad instalada para la extracción de litio de mina no necesariamente implica un impacto inmediato sobre el mercado.
 - La puesta en producción plena en los salares es más lenta e inestable que la obtención a partir de roca.
 - Entre la extracción y la utilización en baterías median las industrias de fabricación de compuestos y partes, cuya expansión demanda financiamiento y tiempo (entre 6 y 24 meses para obtener las homologaciones de las industrias finales).



La entrada en producción de los proyectos más avanzados junto con la expansión de los vigentes, en un contexto de precios altos, podría expandir notablemente las exportaciones nacionales de litio en los próximos 5 años. El riesgo es la sobreoferta.

Gráfico 6. Evolución de las exportaciones argentinas de Litio
En millones de dólares FOB



Fuente: SSPMicro con base en INDEC

- El litio aportó, en 2017, el 7% de las exportaciones metalíferas (oro, 68%; cobre, 12%; y plata, 13%).
- El último año, las ventas externas de litio aumentaron 17% respecto de 2016, debido al efecto combinado de la suba de los volúmenes, un alza de los precios internacionales y el avance hacia la elaboración de un bien de mayor pureza.
- Desde que comenzó la explotación en salares en 1998, el valor de los envíos creció 903%.
- El precio implícito de las exportaciones de carbonato litio en 2017 superó los 7.500 US\$/ton (62% por encima de 2015).

Gráfico 7. Participación del litio en las exportaciones metalíferas. Año 2017

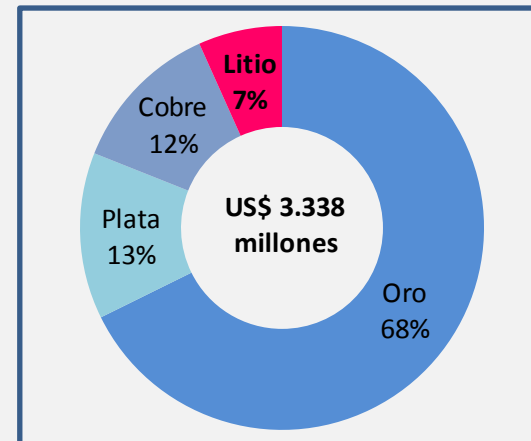
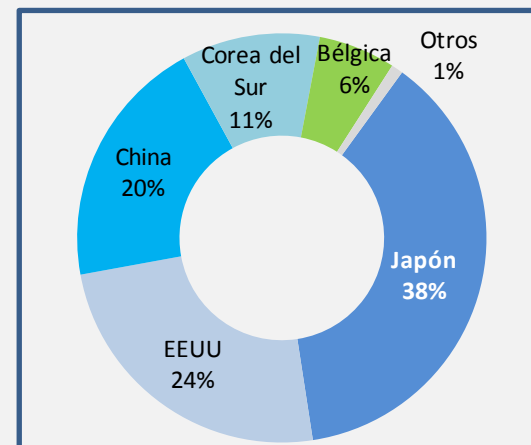


Gráfico 8. Destino de las exportaciones de litio. Año 2017





- El litio está sujeto al mismo marco regulatorio nacional que el resto de los metales.

NACIONALES

- Principales normas:
 - **Código de Minería** (texto ordenado en 1997): ordenamiento de las condiciones para la exploración y explotación.
 - **Ley Nº 24.196/93 de Inversiones Mineras**: instauro un régimen impositivo especial.
 - ✓ Estabilidad fiscal por 30 años.
 - ✓ Doble deducción de gastos de prospección y exploración.
 - ✓ Régimen de amortización acelerada deducible del impuesto a las ganancias de las inversiones de capital.
 - ✓ Devolución anticipada del Crédito Fiscal IVA por compras o importaciones de bienes y servicios para exploración.
 - ✓ Exención de Derechos de Importación de bienes de capital, repuestos, accesorios y determinados insumos.
 - ✓ Previsión para Conservación del Medio Ambiente deducible del impuesto a las ganancias.
 - ✓ Regalías: las provincias no podrán cobrar un porcentaje superior al 3% sobre el valor boca de mina (descontados los costos de su producción).
 - **Eliminación de Derechos de Exportación**: los derivados del litio fueron beneficiados con la quita de las retenciones (5% para carbonato y cloruro de litio) a los productos industriales (Decreto Nº 160/15).
 - **Reintegros**: 3% para carbonato y cloruro.
 - **Aranceles de importación**: 10% para carbonato y 2% para cloruro.
- **Nuevo Acuerdo Federal Minero**: prevé la conformación de la **Mesa del Litio en Salares**, integrada por las provincias con el recurso y la Nación. El objetivo es generar, en forma consensuada, los protocolos de estudio, exploración y desarrollo del litio.



PROVINCIALES

EMPRESAS PÚBLICAS

- **Jujuy Energía y Minería Sociedad del Estado (JEMSE):** creada en 2011. Se asoció a distintos proyectos para la explotación del litio.
 - Proyecto Olaroz (en producción): participa de la empresa Sales de Jujuy, con el 8,5% de las acciones (5% de la producción);
 - Proyecto Caucharí - Olaroz (Minera Exar): obtuvo un 8,5% de participación (5% de la producción).
- **Recursos Energéticos Mineros Salta Sociedad Anónima (REMSa SA):** creada en 2008, como sociedad con participación estatal mayoritaria. Promueve la participación en proyectos de litio con empresas privadas, aportando pertenencias mineras.
- **Catamarca Minera y Energética Sociedad del Estado (CAMYEN SE):** creada en 2012, a fin de realizar tareas de investigación, prospección y exploración minera; explotación de minerales; investigación tecnológica en materia de beneficios e industrialización de minerales; instalación y explotación de plantas de beneficio e industrialización; comercialización.

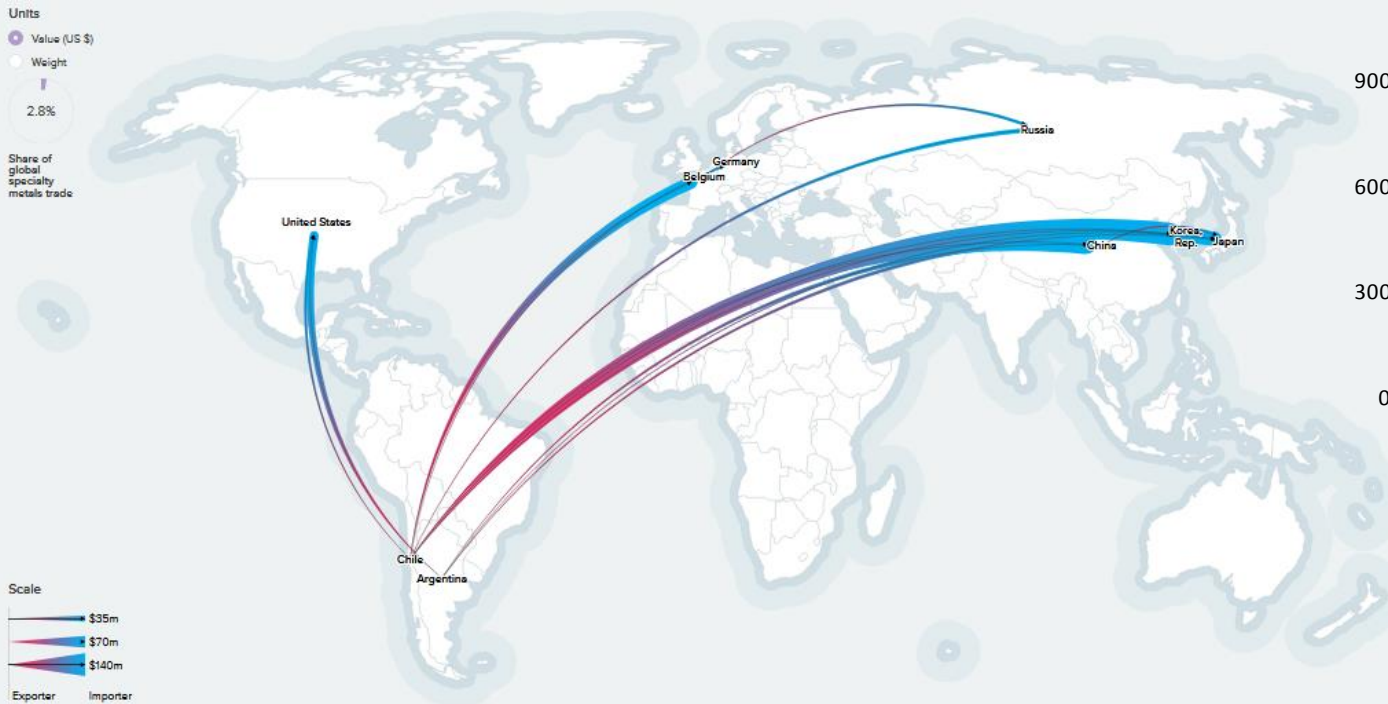
OTRAS ACCIONES: PROVINCIA DE JUJUY

- **Declaración del litio como recurso natural estratégico** (Decreto 7592/11): los proyectos de exploración y explotación de este mineral deben ser sometidos al estudio de un Comité de Expertos.
- **Consortio Asociativo Público-Privado (CAPP) “Litio Argentino”:** conformado en 2015 por la Universidad Nacional de Jujuy (UNJU), y las empresas Laring San Luis SA (del sector electroquímico) e YPF Tecnología SA (Y-TEC), en el marco del “Fondo de Innovación Tecnológica Regional (FITR) – Industria- 2013” que administra el FONARSEC/ANPCyT (MINCYT). Objetivo: crear una plataforma para el desarrollo científico y tecnológico para el estudio de los procesos vinculados a la extracción y procesamiento de sales de litio y a la producción de compuestos para baterías, junto con el diseño de los correspondientes monitoreos socio-ambientales.
- **Centro de Desarrollo Tecnológico Gral. Savio (UNJU/CONICET):** es una plataforma científico-tecnológica (ubicado en Palpalá).
 - **Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico de Materiales Avanzados en Acumulación de Energía (CIDMEJU):** integrado por la UNJU, el CONICET y el Gobierno provincial, se dedica a la investigación, desarrollo tecnológico y transferencia de conocimientos en electroquímica aplicada a materiales evaporíticos.
- **Y-TEC** lideraría la ejecución de tres proyectos asociados: 1) Extracción y purificación de la materia prima (sales de litio); 2) Producción de los materiales activos y los electrodos; y 3) Fabricación de celdas (pilas) y packs de celdas (baterías), con especial foco en el mercado de vehículos eléctricos, y otras aplicaciones especiales.
- Constitución, a fines de 2017, de la empresa **Jujuy Litio SA**, con participación de JEMSE, Y-TEC y la firma italiana Fib Faam (grupo Seri). El proyecto se desarrollará en tres etapas: 1) ensamble de baterías con celdas y partes importadas; 2) producción de celdas, y 3) fabricación de baterías. El Centro de Desarrollo Tecnológico participará en el asesoramiento científico.



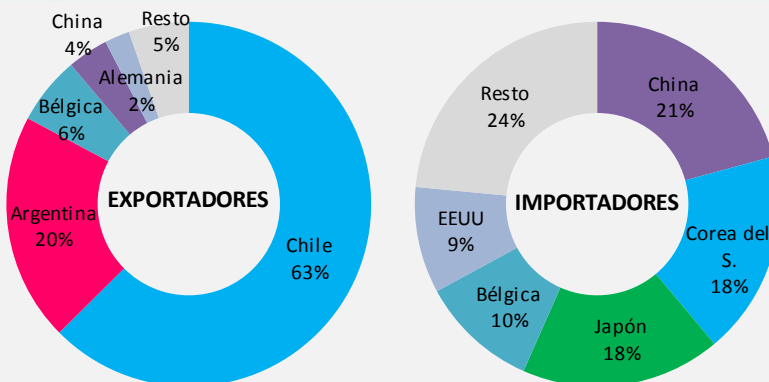
Los principales flujos del comercio mundial de Carbonato de Litio tienen origen en Sudamérica y destino en Asia, la UE y EEUU, en consonancia con la localización de la producción de mina y la industria manufacturera.

Mapa 3. Principales flujos del comercio mundial de Carbonato de Litio. Año 2016



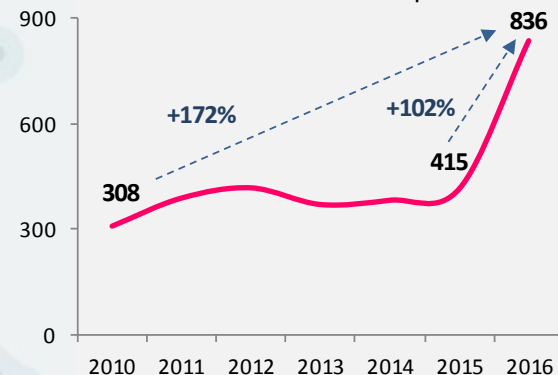
Fuente: COMTRADE.

Gráfico 10. Principales exportadores e importadores mundiales de Carbonato de Litio. Año 2016, en % de valor



Fuente: SSPMicro con base en COMTRADE.

Gráfico 9. Evolución del comercio mundial de Carbonato de Litio. En millones de US\$



Fuente: SSPMicro con base en COMTRADE.

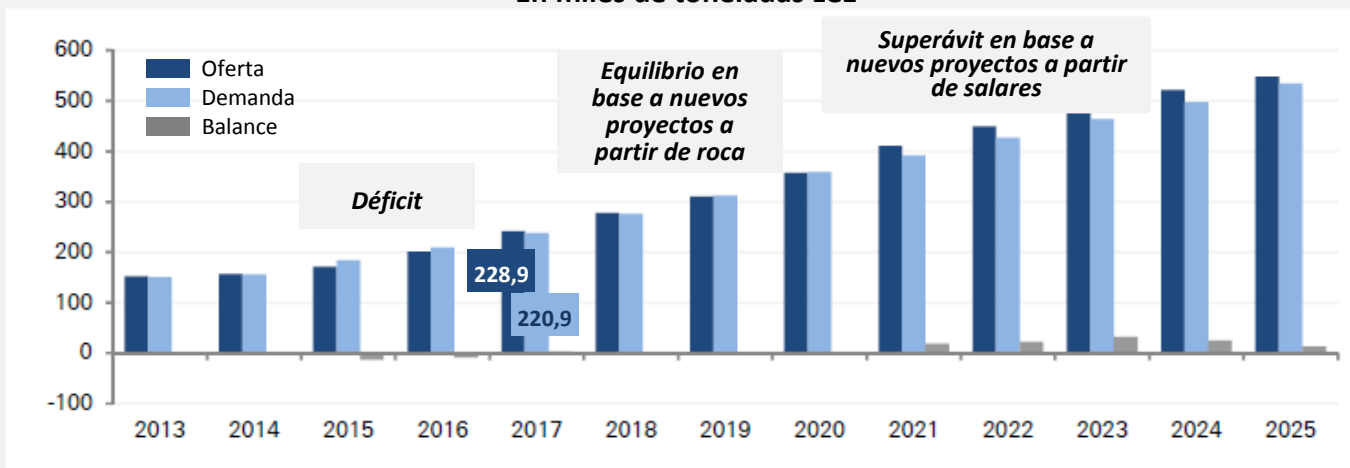
- En 2016 el comercio de carbonato de litio se duplicó, a partir de un alza significativa de los precios y, en menor medida, de los volúmenes transados.

- En 2016, Argentina aportó el 23% de las importaciones de China, el 8% de las de Corea del Sur, el 24% de las de Japón, el 9% de las de Bélgica y el 71% de las de EEUU.



- El mercado mundial del litio se encuentra en expansión. A partir de 2022 el superávit de oferta podría afectar las cotizaciones.

Gráfico 11. Evolución estimada de la oferta y demanda mundial de litio
En miles de toneladas LCE



Nota: no incluye el reciente acuerdo de SQM para la ampliación de sus operaciones en el Salar de Atacama (Chile)
Fuente: Deutsche Bank

- La demanda global de litio en 2017 fue de 41.500 ton (220.900 ton LCE), 12% mayor a la de 2016. Si bien las proyecciones son múltiples y cambiantes, en todos los casos se estima que, por lo menos, se duplicaría a partir de 2025 (534.000 ton LCE según Deutsche Bank). El mayor incremento esperado en el mediano plazo se vincula al desarrollo de los vehículos eléctricos.
- El mercado comenzó a equilibrarse con los nuevos proyectos que ingresaron en 2017 y permanecería relativamente estable hasta 2021, cuando se tornaría superavitario. El reciente acuerdo de SQM para triplicar la capacidad actual de procesamiento en Chile encendió las alertas sobre una posible crisis de sobreoferta.
- Las previsiones de oferta, demanda y precios tienen una gran volatilidad en función de restricciones técnicas y financieras.
 - Existen dudas sobre la disponibilidad de financiamiento para la ampliación de capacidad en la producción de mina.
 - Buena parte de la expansión de la oferta se basa en el espodumeno que produce Australia y que envía a China para ser concentrado y convertido posteriormente en carbonato e hidróxido. La capacidad de procesamiento china en este eslabón se encuentra saturada, lo que complicaría la competitividad de la oferta de litio en base a rocas.
 - La capacidad para la fabricación de componentes (ánodos, cátodos, separadores) es otro cuello de botella que podría contener una eventual caída de los precios aguas arriba de la cadena.



Chile y Bolivia tienen planes de avanzar en la cadena de valor, a partir de una activa regulación estatal.

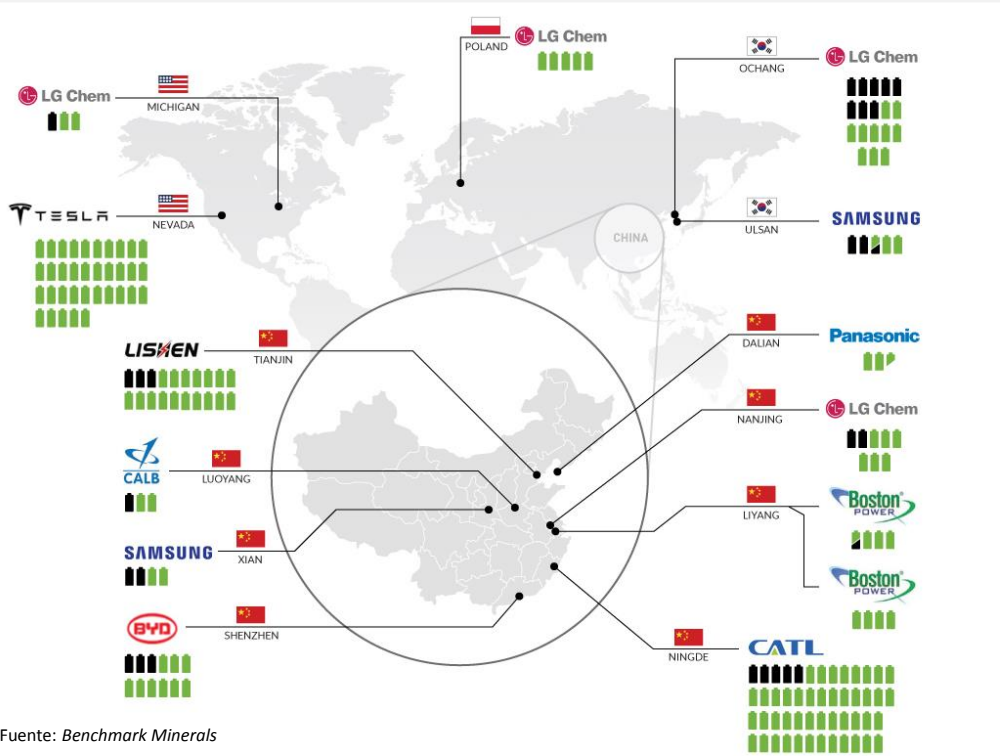
- En **Chile**, el litio tiene un régimen jurídico especial, por el cual no es susceptible de concesión minera. Es un material “de interés nuclear” y, por tanto, su explotación se encuentra regulada por la Comisión Chilena de Energía Nuclear (CCHEN).
- CORFO (Corporación de Fomento de la Producción) cuenta con pertenencias mineras en el Salar de Atacama, las que se explotan mediante contratos con 2 empresas privadas (SQM y Rockwood/Albemarle), en las que se establecen condiciones de explotación (cupos de producción y exportación, opciones de abastecimiento y precios preferenciales, etc.). En 2017, se aprobó la expansión de la producción para ambos contratos.
 - Rockwood/Albemarle duplicaría su capacidad de producción en los próximos años. La empresa está obligada a garantizar el suministro de litio a largo plazo y con precios preferenciales a los proyectos que se desarrollen en el marco de la iniciativa de promoción de capacidades para la elaboración de productos de valor agregado de Litio, que encabezan CORFO y la Agencia de Inversiones de Chile (InvestChile).
 - Se llegó a un acuerdo con SQM en un viejo diferendo, que implica triplicar la cuota de extracción al 2030 (de 180 mil ton a 350 mil) y elevar las regalías equiparándolas con las que se acordaron con Albemarle.
- En el marco de la Convocatoria Internacional para el Valor Agregado de Litio (CORFO-InvestChile), en 2018 se seleccionaron 3 proyectos (Molybdenum de Chile; SAMSUNG-POSCO de Corea y Sichuan Fulin de China) destinados a la fabricación de cátodos. Las empresas se instalarían en un plazo de 2 años, con una inversión total de US\$ 754 millones y generarían más de 650 empleos calificados.
- CODELCO -empresa estatal líder en el mercado del cobre- posee propiedades en los Salares de Pedernales y Maricunga. Constituyó una filial (Salar de Maricunga SA), a fin de explorar y explotar el litio por sí misma y mediante alianzas público-privadas.
- La nueva Constitución de **Bolivia** (año 2009), puso en manos del Estado el control de los recursos naturales, encarando (a través de la Corporación Minera de Bolivia -COMIBOL-) un proyecto público de industrialización del litio. En una primera fase ya concluida, el Estado invirtió US\$ 19 millones en el desarrollo de una planta piloto para la obtención de carbonato de litio. Mediante la creación de la Empresa Pública Nacional Estratégica de Yacimientos del Litio Bolivianos (YLB), se encara la fase comercial. YLB se hace cargo de la industrialización de los recursos asumiendo toda la cadena productiva desde la prospección, exploración, explotación, beneficio o concentración, hasta la instalación, puesta en marcha, operación y administración de los recursos mineros, complejos de química inorgánica, industrialización y comercialización.
- En esta nueva etapa, YLB iniciará la construcción, montaje y puesta en marcha de la Planta Industrial de Carbonato de Litio, para lo cual convoca a empresas privadas interesadas en el desarrollo de la planta. La intención es comenzar a producir a fines de 2018 un total de 50.000 ton de carbonato de litio.



En el Asia-Pacífico se ha desarrollado un cluster de tecnología Li-Ion, integrando regionalmente la cadena de abastecimiento: componentes (ánodos, cátodos, separadores, electrolito) → celdas → baterías.

- Los autos eléctricos (EVs) incluyen Vehículos Eléctricos (BEV), Vehículos Eléctricos Híbridos (HEV) y Vehículos Eléctricos Híbridos *Plug-in* o Enchufables (PHEV) a la red eléctrica para la recarga. Requieren de una batería que sea liviana, de poco volumen y con gran capacidad de almacenamiento de energía. Si bien los EVs usan diferentes tipos de baterías (níquel), el uso de la tecnología Li-Ion es creciente y actualmente mayoritario.
- La demanda de EVs depende de diversos factores: el desarrollo de baterías de bajo costo; la evolución de los precios de los hidrocarburos; las presiones ambientalistas (reducción de emisiones y reemplazo de combustibles fósiles); las preferencias de los consumidores; la intervención pública (subsidios y créditos para renovación del parque); entre otros.

Mapa 4. Localización de la industria de fabricación de baterías Li-Ion. Año 2020



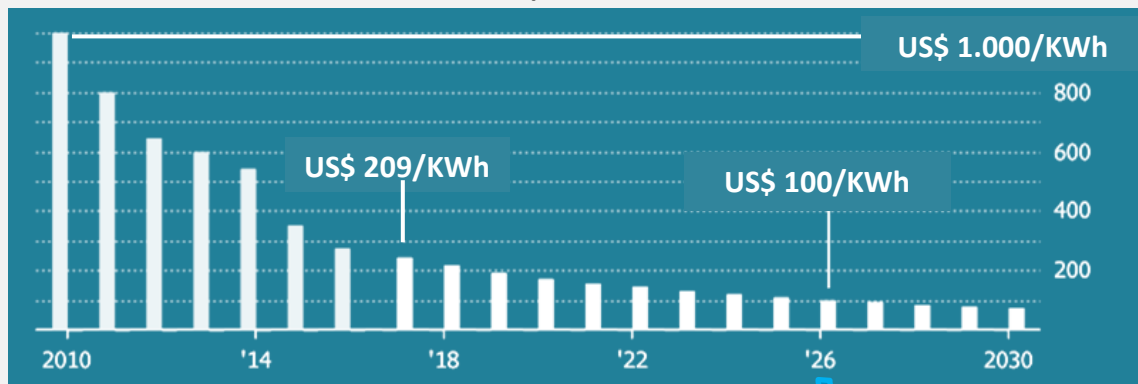
Fuente: Benchmark Minerals

- La capacidad instalada de la industria manufacturera de baterías Li-Ion está concentrada en Asia, donde se localizan las principales empresas electrónicas (Samsung, Panasonic/Sanyo, LG, Sony) y las automotrices que lideran la innovación tecnológica para EVs (Toyota, Nissan) y, en menor medida, EEUU (Tesla). Los costos logísticos influyen en la instalación de las plantas para la fabricación de baterías cercanas a las industrias demandantes.
- Actualmente, la capacidad instalada ronda los 130 GWh. Según los anuncios de inversiones, podría ampliarse a más de 400 GWh en 2021.
- La localización de las plantas tiende a concentrarse fundamentalmente en 4 países: China, que representaría más del 60%; Estados Unidos, Corea del Sur y Polonia.



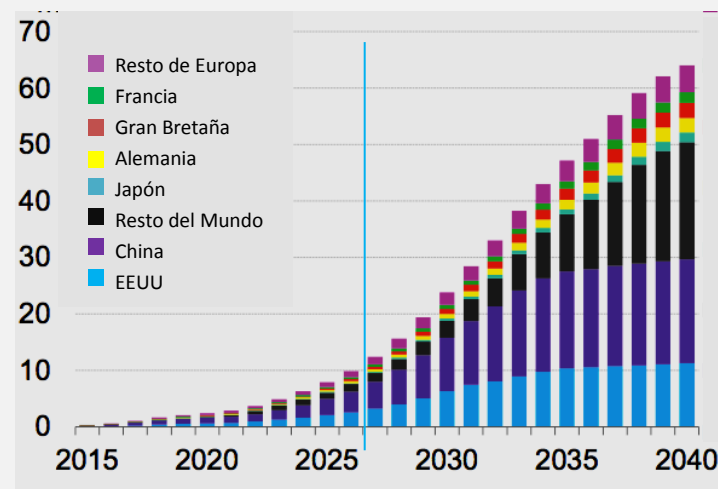
El desafío tecnológico de reducir el costo de las baterías ha sido desde el comienzo uno de los factores de incertidumbre respecto al litio. Las soluciones posibles incluyen el reemplazo de este compuesto por otros de menor precio o más fácil acceso.

Gráfico 12. Evolución del precio de las baterías de litio
Años 2010-2017 y proyección a 2030
En dólares por kilovatio/hora



Fuente: Bloomberg NEF

Gráfico 13. Proyecciones de ventas de EVs
En millones de unidades



Fuente: Bloomberg NEF

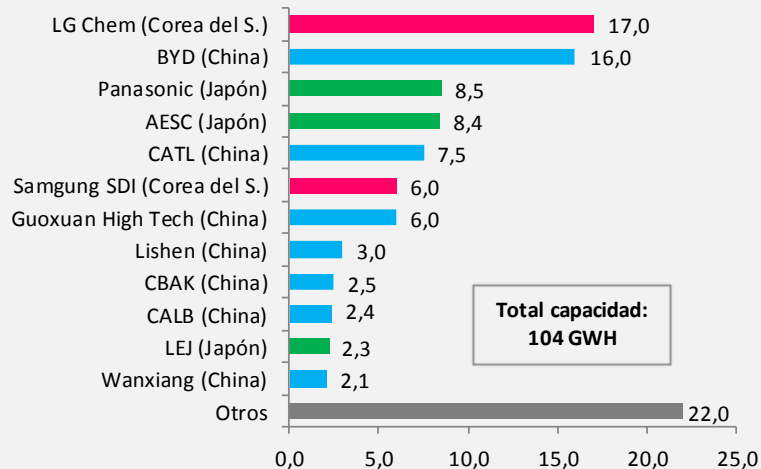
- En 2017, el costo del pack fue de US\$ 209 por kilovatio hora (-24% i.a. y 5 veces inferior al de 2010).
- Se estima que el nivel crítico que permitiría instalar definitivamente los automóviles eléctricos (EVs) en el mercado es de U\$S 100/KWh, al que se llegaría en 2026. Para ese año la producción de EVs sería de 11 millones de unidades, alcanzando los 30 millones en 2030, a partir del aporte de China y EEUU. Se calcula que China explicaría un 50% de las ventas globales en 2025 y un 39% en 2030.
- Las políticas públicas de promoción de la movilidad eléctrica, asociadas a la eficiencia energética y la sustentabilidad ambiental, son otro factor de importancia en la creciente adopción de las nuevas tecnologías.
- El stock de EVs en 2016 se calcula en 2 millones de vehículos, concentrado en China y EEUU. Si se considera el peso de los EVs respecto al parque automotor total (penetración), Noruega lidera el cambio de paradigma automotriz (29%), seguido por Holanda (6,4%) y Suecia (3,4%).



La fabricación de baterías es el eslabón que más se expandió dentro de la cadena automotriz eléctrica.

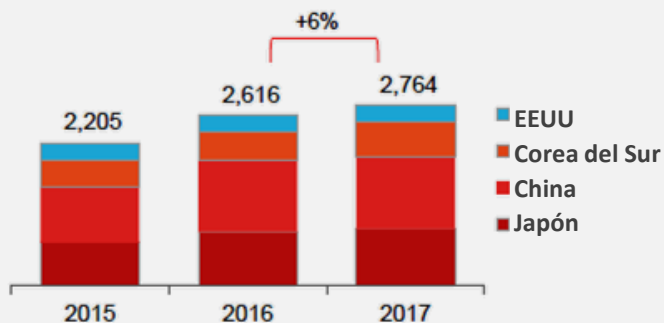
- Además de los desafíos tecnológicos para reducir el costo de las baterías, la caída actual de los precios está influida por la sobreoferta.
- El crecimiento de la venta de EVs es más lento de lo esperado y la capacidad instalada para la fabricación de baterías supera la demanda.
- En 2016, la venta de nuevos EVs equivale al consumo de 30 GWh mientras que la capacidad instalada supera los 100 GWh. Se espera equilibrar el mercado en los próximos años.
- Panasonic dominó las ventas, en base a su acuerdo con Tesla. En tanto, AESC (proveedor del Nissan Leaf) se contrajo.
- El capital de las empresas del sector es mayoritariamente de origen chino, coreano y japonés.

Gráfico 14. Capacidad instalada de la industria de fabricación de baterías de litio por empresa I trim 2017 (en GWh)



Fuente: SSPMicro con base en Bloomberg NEF

Gráfico 15. Capacidad instalada de la industria de fabricación de separadores por país En millones de m²



Fuente: Bloomberg NEF

- Cada componente (cátodos, ánodos, electrolito, separadores) forma parte de una cadena específica.
- La capacidad de abastecimiento de estos insumos ha crecido menos que la de fabricación de las baterías.
- Se ha producido un cuello de botella en el segmento de los separadores, cuya capacidad instalada ha crecido por debajo de la demanda.
- Es un negocio con bajos márgenes.
- Está dominado por China, Japón y Corea del Sur (84%).
- Estos 3 países también concentraron la fabricación cátodos (85% de la capacidad global), ánodos (97%) y electrolitos (64%).

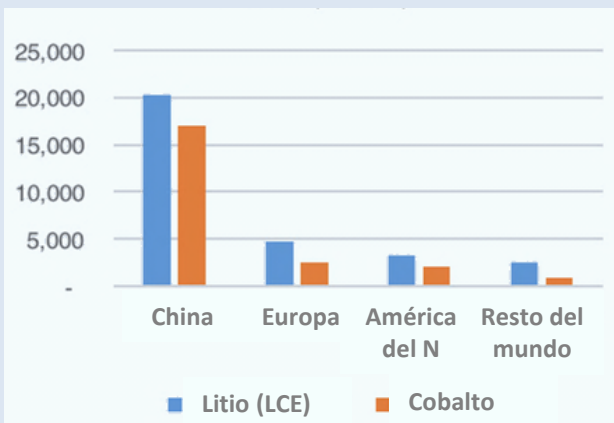


Se estima que conforme se expanda la demanda, el reciclado aumentará (oferta secundaria).

- Las baterías de litio descartadas o desechadas pueden ser reutilizadas (aplicadas a nuevos usos) o recicladas (desmanteladas y tratadas químicamente para separar los materiales útiles y ser reinsertados en el ciclo productivo como materias primas).
- Actualmente, el nivel de reciclado de litio es bajo, lo que se explicaría por la vida útil prolongada de las baterías, las buenas perspectivas para su reutilización y la escasa recolección de los dispositivos descartados.
- Según un análisis de *Creation Inn* del mercado global de las baterías en desuso, en 2025 la cantidad total de litio reciclado podría alcanzar las 5.800 ton (30.000 ton LCE). Es decir, alrededor el 10% de la demanda prevista en un escenario moderado.

- Se espera que más del 66% de las baterías de litio sean recicladas en China, a partir de los flujos que recibe de materiales en el final de su vida útil descartados en los países de mayor desarrollo relativo.
- Al menos el 60% de las baterías de los vehículos eléctricos servirían para reutilización antes de ser enviadas al reciclaje.

Gráfico 16. Materiales reciclados a partir de baterías Li-Ion, según región
Estimación año 2025 (en ton)



Fuente: Creation Inn

Mapa 5. Flujos mundiales de los desechos electrónicos (e-waste)



Fuente: UNEP



OBSTÁCULOS Y DESAFÍOS

- Es un mercado en expansión, pero relativamente pequeño en relación a otros metales.
- Se teme la creación de una “burbuja” que culmine en una crisis, como sucedió con otros metales (sobreestimación de la demanda, sobre expansión de la oferta, sobre endeudamiento de las empresas mineras, derrumbe de las cotizaciones internacionales).
- Una crisis de sobreproducción impactaría selectivamente. Los productores ya instalados en el mercado y los productos diferenciados (homologados, nichos) cuentan con ventajas (mayor garantía de colocación de su oferta).
- Los precios altos hacen económicamente factible la utilización de otras fuentes y nuevas tecnologías.
- La extracción a partir de salares no conocidos es inestable (requiere ajustes de tecnología).
- Escasez de financiamiento en el mercado mundial para todos los proyectos anunciados (mineros y fabricación de compuestos).
- Aumento de la oferta secundaria (se calcula que para 2040, el 50% de la demanda estaría cubierta con reciclado).
- Proyectos concentrados en la Puna: alto riesgo ambiental asociado a la utilización de agua en un ambiente desértico extremadamente frágil.
- Dificultades para la obtención de la licencia social.
- Restricciones en materia de acceso y costos de la infraestructura y los servicios (electricidad, logística).
- Insuficiente articulación entre la fase minera, el desarrollo tecnológico y las aplicaciones industriales.
- Tiende a consolidarse el *cluster* del litio en la región de Asia-Pacífico, liderado por las grandes firmas electrónicas y automotrices asiáticas. Como región «emergente» aparece EEUU (bajo el liderazgo de Tesla Motors), con apoyo estatal (subsidios, créditos, etc.).
- China tiende a concentrar la elaboración de celdas, en base a escala de producción.
- La fabricación de baterías se ubica cercana a la industria automotriz por costos logísticos.
- El litio todavía no se ha consolidado como el material que se utilizará en las baterías para automóviles, tanto por razones tecnológicas y económicas (no es lo suficientemente seguro, no se consiguió la autonomía de carga necesaria, las baterías resultan caras), como geopolíticas (se percibe al «Triángulo del Litio» como un área de inestabilidad política).



OPORTUNIDADES

- Disponibilidad del recurso natural.
- Ambientales: acuerdos globales para la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y el reemplazo de combustibles fósiles por energías limpias.
- Tecnológicas:
 - En la fase de extracción minera la tecnología es de relativamente baja complejidad, con experiencia local en el desarrollo de alternativas (SEGEMAR, universidades/CONICET, CIDMEJU).
 - En la fabricación de baterías (sobre todo para automóviles), la tecnología se encuentra en desarrollo en el mundo.
 - Argentina cuenta con una reconocida tradición en la investigación electroquímica (CNEA, CONAE, universidades públicas/CONICET). El INTI es el organismo encargado de fiscalizar las baterías (de todo tipo) que se utilizan en el país. Existen capacidades para el desarrollo de otras aplicaciones (nucleares, espaciales, etc.)
 - Se pueden certificar tecnologías y brindar servicios a empresas en el país y el exterior.
- De mercado:
 - Se encuentra en plena expansión.
 - Es un mercado en formación y con pocas barreras a la entrada en la producción primaria.
 - Argentina ya ocupa un lugar reconocido en el comercio de carbonato de litio. Se podrían producir compuestos de mayor valor y ocupar nichos con productos diferenciados (hidróxido, litio-6 y litio-7 para aplicaciones nucleares, carbonatos grado batería homologados, etc.).
- Institucionales:
 - Las principales provincias con recursos mineros (Jujuy, Salta y Catamarca) han reaccionado relativamente rápido a las expectativas de crecimiento de este mercado, a través de la creación de empresas públicas y plataformas de desarrollo tecnológico.
 - Existen organismos técnicos públicos con capacidades de intervención: SEGEMAR, CNEA, CONAE, Universidades (CIDMEJU; INIFTA/UNLP; INQUIMAE/UBA, Universidad de Córdoba, Universidad de Catamarca, etc.), INTI.
 - Se realizaron acuerdos interinstitucionales y federales, con distinto grado de efectividad y avance en sus iniciativas:
 - ✓ Mesa Interministerial del Litio: conformada por MINCYT, el entonces Ministerio de Industria y Ministerio de Economía (2011).
 - ✓ Acuerdo Marco de Cooperación Tecnológica entre el Gobierno de Jujuy (Ministerio de Producción y Ministerio de Educación) y el INTI (2012).
 - ✓ Actualmente: Mesa del Litio en el marco del Nuevo Acuerdo Federal Minero.
 - Posibilidades de utilizar el acuerdo automotriz del MERCOSUR como plataforma para discutir la forma de inserción regional en el segmento de los vehículos eléctricos.



MÉTODOS DE EXPLOTACIÓN

- La extracción **a partir de minerales** (espodumeno) tiene las características del resto de la actividad minera.
- La explotación puede ser a cielo abierto (cuando el mineral no se encuentra a más de 100 m de la superficie) o subterránea.
- El mineral de espodumeno se concentra por flotación diferencial para obtener un concentrado con un contenido de 2,5 a 3,2% de litio.
- Cuando los precios del carbonato no son competitivos, la minería del litio se destina sólo a concentrados, destinados a vidrios y cerámicas.

- Cada **salar** requiere ser tratado en forma particular, de acuerdo a su composición y características
- En el Salar de Atacama (Chile) la salmuera se bombea desde abajo de la corteza salina (30 a 50 m) y es depositada en piscinas de baja profundidad y grandes dimensiones, en las cuales -a partir del proceso de evaporación solar-, comienzan a precipitar secuencialmente un conjunto de sales (cloruro de potasio, cloruro de sodio, sulfato de potasio, entre otras).
- La salmuera extraída del salar presenta un contenido de litio de 0,22%. Luego del proceso sucesivo de evaporación se alcanza un contenido de litio cercano al 6%. Presenta impurezas de magnesio, boro y sulfato.
- La salmuera concentrada de litio es transportada por camiones aljibes a las plantas de procesamiento, donde es sometida a procesos de purificación y precipitación para obtener carbonato de litio (con una pureza mínima exigida comercialmente del 99,1%).
- El carbonato de litio puede ser la materia prima para la producción de hidróxido de litio o bien de cloruro de litio de alta pureza que se emplea en la obtención de litio metálico por electrólisis de sales fundidas.





MÉTODOS DE EXPLOTACIÓN EN ARGENTINA

Proyecto Fénix (Salar del Hombre Muerto, Catamarca):

- Minera del Altiplano (subsidiaria de FMC) emplea un proceso de extracción con tecnología patentado por **FMC** y desarrollado por técnicos argentinos. Es la única productora de litio que, luego de la concentración en piletas, aplica absorción selectiva, un proceso no convencional en donde la salmuera pasa por columnas que retienen en forma selectiva el litio.
- En la planta ubicada en el salar obtiene carbonato y el cloruro se procesa en Salta.



Salar del Hombre Muerto (Catamarca)

Proyecto Olaroz (Jujuy)

- Es explotado por Sales de Jujuy (*joint venture* entre Orocobre, Toyota y JEMSE). Toyota participa directamente en la producción primaria a fin de garantizar el acceso al recurso natural. Organiza las condiciones de la explotación primaria (características y destinos de los productos) subordinándola a su cadena de abastecimiento global.
- El costo de operación es de US\$ 3.500/ton.
- Luego de la evaporación y concentración en piletas mediante radiación solar y viento, se precipita, filtra y seca para obtener un carbonato de alta calidad.



Salar de Olaroz (Jujuy)



CHILE: CONDICIONES DEL CONTRATO CORFO-ALBEMARLE

- Construcción de nueva planta de carbonato de litio grado batería de 20-24 mil ton LCE en la II Región. (Inversión estimada US\$ 500 millones).
- Nueva cuota de litio metálico equivalente hasta un máximo de 262.132 ton.
- Plazo fijo máximo por 27 años para el término de los derechos de explotación (desde 1/1/2017 hasta 1/1/2044) o el consumo de la nueva cuota y la cuota vigente, si ocurre primero.
- Pago de comisiones (royalty) más altas por la nueva cuota.
- Opción de construcción de planta de Hidróxido de litio grado batería de 5.000 ton. Sujeto a desarrollo tecnológico eficiente que permita procesar directo desde salmuera, con una cuota adicional de 34.776 ton de litio metálico equivalente.
- Precios preferentes (precio más bajo de paridad de mercado de exportación de los últimos 6 meses) de productos de litio que alcanza hasta el 25% de capacidad anual de producción teórica, con el objetivo de promover el establecimiento de productores especializados de alto valor agregado en el país.

Chile: comisiones (royalties) sobre los productos del Salar

Carbonato de Litio (Li ₂ CO ₃)		Hidróxido de Litio (LiOH)	
Rango de Precio Li ₂ CO ₃ en USD / MT	Tasa Comisión (%)	Rango de Precio LiOH en USD / MT	Tasa Comisión (%)
0 a 4.000	6,8% (*)	0 a 4.000	6,8%
Sobre 4.000 a 5.000	8,0%	Sobre 4.000 a 5.000	8,0%
Sobre 5.000 a 6.000	10,0%	Sobre 5.000 a 6.000	10,0%
Sobre 6.000 a 7.000	17,0%	Sobre 6.000 a 9.000	17,0%
Sobre 7.000 a 10.000	25,0%	Sobre 9.000 a 11.000	25,0%
Sobre 10.000	40,0%	Sobre 11.000	40,0%

(*) La tasa de 6,8% sólo se aplicará sobre la diferencia positiva de cantidad medida en toneladas métricas que resulte entre la producción total anual efectiva menos la capacidad mínima de operación total del respectivo año garantizada de la "NUEVA CUOTA" señalada en el Apéndice II. Para estos efectos, el valor obtenido del Apéndice II deberá convertirse a unidad de Li₂CO₃ de acuerdo a las equivalencias del Apéndice VI. Tratándose de los demás tramos la regala se aplica sobre el total de la producción total anual efectiva sin deducciones de ninguna especie.

Cloruro de Potasio (KCL)		Otros Productos	
Rango de Precio KCL en USD / MT	Tasa Comisión (%)	Producto	Tasa Comisión (%)
0 a 300	3,0%	Sales de Cloruro de Magnesio (Bischofita)	10,0%
Sobre 300 a 400	7,0%	Sales de Cloruro de Sodio (Halitas)	10,0%
Sobre 400 a 500	10,0%	Sales de Cloruro de Potasio (Silvinita y Carnalita)	10,0%
Sobre 500 a 600	15,0%	Otros Productos	10,0% Provisional por 3 Periodos
Sobre 600	20,0%		

Fuente: CORFO

- El aporte unilateral e irrevocable destinado a la I+D en Chile orientados al desarrollo del potencial minero y solar del Norte de Chile pasa de US\$ 2 millones a entre US\$ 6 y 12,4 millones por año. La mayor parte de estos recursos se invertirá en crear capacidad tecnológica en la región de Antofagasta donde existe el mayor potencial minero solar.
- Acceso a información, fiscalización y auditorías financieras, operativas y productivas, aforos, toma de muestras, entre otros, con los respectivos resguardo de confidencialidad.
- Compromiso de Operación y Pago Mínimo Garantizado de Comisiones a la Corporación equivalentes al 60% de su capacidad anual de producción teórica.
- Inclusión de los pueblos originarios, de acuerdo con las mejores prácticas y más altos estándares establecidos por los organismos internacionales competentes.



- INDEC. <https://www.indec.gob.ar/>
- Ministerio de Energía y Minería. <https://www.argentina.gob.ar/energia-y-mineria/mineria>
- SEGEMAR. <http://www.segemar.gov.ar/>
- Secretaría de Minería de Catamarca. <http://www.mineria.catamarca.gov.ar/>
- Secretaría de Minería e Hidrocarburos de Jujuy. <http://www.mineriajujuy.gob.ar/site/index.php>
- Ministerio de Producción, Trabajo y Desarrollo Sustentable de Salta. <http://www.salta.gov.ar/organismos/ministerio-de-produccion-trabajo-y-desarrollo-sustentable/10>
- MINCYT. <http://www.mincyt.gob.ar>
- COCHILCO. <https://www.cochilco.cl/Paginas/Inicio.aspx>
- CORFO. <https://www.corfo.cl/sites/cpp/home>
- COMIBOL. <http://www.comibol.gob.bo/>
- YLB. <https://www.ylb.gob.bo/>
- USGS. <https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/lithium/>
- Sales de Jujuy. <http://salesdejujuy.com/espanol/litio>
- FMC. <http://www.fmclithium.com/>
- Minera Exar. <https://www.mineraexar.com.ar/>
- SQM. <http://www.sqm.com/es/home.aspx>
- Albemarle. <http://www.albemarlelitio.cl/>
- Bloomberg NEF. <https://about.bnef.com/>
- Roskill. <https://roskill.com/>
- COMTRADE. <https://comtrade.un.org/>
- Benchmark Minerals. <http://benchmarkminerals.com/category/lithium/>
- Industrial Minerals. <http://www.indmin.com/Lithium.html>
- Castello, Andrés y Kloster, Marcelo (2015): *Industrialización del Litio y Agregado de Valor Local: Informe Tecno-Productivo*. MINCYT, CIECTI. <http://www.mincyt.gob.ar/estudios/industrializacion-del-litio-y-agregado-de-valor-local-informe-tecno-productivo-11377>
- Catalano, L. R. (1964): *Boro, Berilio, Litio: una nueva fuente natural de energía*. Estudios de Geología y Minería Económica; Serie Argentina N° 3; Ministerio de Economía de la Nación; Secretaria de Industria y Minería; Subsecretaría de Minería.
- Delbuono, Víctor; Such, Tay; Toledo, Emilio; Jerez, Daniel Gonzalo (2017): *Mercado de Litio. Situación actual y perspectiva*. MINEM, Secretaría de Minería, SS de Desarrollo Minero, DN de Promoción Minera, Dirección de Economía Minera. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/marzo_2017_-_informe_especial_litio_.pdf
- Deutsche Bank (2016): *Lithium. Markets Research*.
- Donoso Rojas, Francisco; Garay, Victor; Cantallopts, Jorge (2017): *Mercado internacional del litio y su potencial en Chile*. COCHILCO, Dirección de Estudios y Políticas Públicas. <https://www.cochilco.cl/Mercado%20de%20Metales/Mercado%20internacional%20del%20litio%20y%20su%20potencial%20en%20Chile.pdf>
- Fornillo, Bruno (coordinador) (2015): *Geopolítica del litio. Industria, Ciencia y Energía en Argentina*. Ed. El Colectivo, CLACSO. <http://biblioteca.clacso.edu.ar/clacso/se/20150918095017/Geopolitica.pdf>
- Jerez, Daniel Gonzalo; Lazarte, Horacio; Delbuono, Víctor; Such, Tay; Toledo, Emilio: *El Litio: una oportunidad. Estado de situación, Perspectivas, Mercado*. MINEM, Secretaría de Minería, SS de Desarrollo Minero, DN de Promoción Minera. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/presentacion_litio_20-12-17.pdf
- USGS: *Argentina Lithium Map*. https://www.minem.gob.ar/servicios/archivos/7674/AS_15115524941.pdf