

Cadena de valor del Litio

Del suelo a las baterías

Eduardo Gigante

Docente Universidad Austral. Ingeniero industrial (UBA)
especializado en producción de litio (Universidad Austral).





1
¿Qué es el Litio?

2
Mercado Mundial del Litio

3
Mercado Argentino

4
**Cadena de Valor.
Visión General**

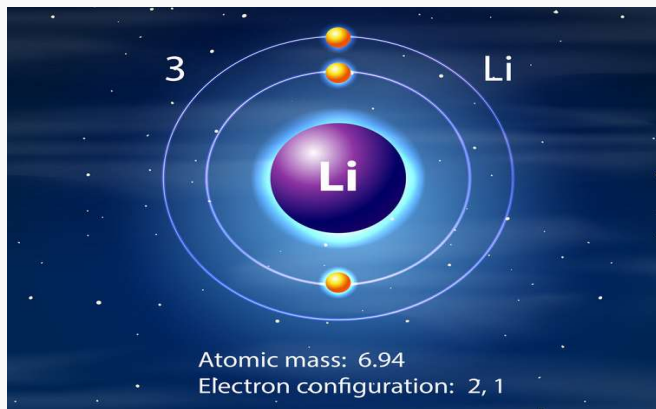
5
**Eslabones en la
Cadena de Valor**

6
**Movilidad Eléctrica,
Visión General**



1.

¿Qué es el Litio?





Es el metal de menor peso atómico.

Diámetro pequeño.

Elevada reactividad química, por ello no aparece en estado nativo en la naturaleza.

Ideal para almacenar electricidad en forma química, en baterías primarias, secundarias y/o recargables.



Muy bajo peso específico: el litio es el metal más liviano de la tabla periódica, y se puede extender esta característica a los compuestos químicos en los que participa, como ánodos y/o cátodos de celdas y baterías. Es entonces razonable que los fabricantes de microelectrónica o automóviles prefieran el litio.

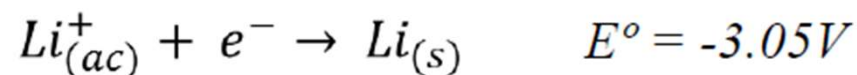
Alta densidad de energía: el litio tiene una gran capacidad para concentrar energía por unidad de masa, que es la más alta para el caso de las energías de origen electroquímico. Esta propiedad también es un criterio de selección significativo para los diseñadores de equipo electrónicos o automóviles, ya que garantiza mayor cantidad de energía acumulada para una batería de peso equivalente.

Potencial de Reducción

Potenciales estándar de reducción a 25° C

SEMIRREACCIÓN	E° (V)
$\text{Li}^{+}(ac) + e^{-} \longrightarrow \text{Li}(s)$	-3.05
$\text{K}^{+}(ac) + e^{-} \longrightarrow \text{K}(s)$	-2.93
$\text{Ba}^{2+}(ac) + 2e^{-} \longrightarrow \text{Ba}(s)$	-2.90
$\text{Sr}^{2+}(ac) + 2e^{-} \longrightarrow \text{Sr}(s)$	-2.89
$\text{Ca}^{2+}(ac) + 2e^{-} \longrightarrow \text{Ca}(s)$	-2.87
$\text{Na}^{+}(ac) + e^{-} \longrightarrow \text{Na}(s)$	-2.71
$\text{Mg}^{2+}(ac) + 2e^{-} \longrightarrow \text{Mg}(s)$	-2.37
$\text{Be}^{2+}(ac) + 2e^{-} \longrightarrow \text{Be}(s)$	-1.85
$\text{Al}^{3+}(ac) + 3e^{-} \longrightarrow \text{Al}(s)$	-1.66
$\text{Mn}^{2+}(ac) + 2e^{-} \longrightarrow \text{Mn}(s)$	-1.18
$2\text{H}_2\text{O} + 2e^{-} \longrightarrow \text{H}_2(g) + 2\text{OH}^{-}(ac)$	-0.83
$\text{Zn}^{2+}(ac) + 2e^{-} \longrightarrow \text{Zn}(s)$	-0.76
$\text{Cr}^{3+}(ac) + 3e^{-} \longrightarrow \text{Cr}(s)$	-0.74
$\text{Fe}^{2+}(ac) + 2e^{-} \longrightarrow \text{Fe}(s)$	-0.44
$\text{Cd}^{2+}(ac) + 2e^{-} \longrightarrow \text{Cd}(s)$	-0.40
$\text{PbSO}_4(s) + 2e^{-} \longrightarrow \text{Pb}(s) + \text{SO}_4^{2-}(ac)$	-0.31
$\text{Co}^{2+}(ac) + 2e^{-} \longrightarrow \text{Co}(s)$	-0.28
$\text{Ni}^{2+}(ac) + 2e^{-} \longrightarrow \text{Ni}(s)$	-0.25
$\text{Sn}^{2+}(ac) + 2e^{-} \longrightarrow \text{Sn}(s)$	-0.14
$\text{Pb}^{2+}(ac) + 2e^{-} \longrightarrow \text{Pb}(s)$	-0.13
$2\text{H}^{+}(ac) + 2e^{-} \longrightarrow \text{H}_2(g)$	0.00
$\text{Sn}^{4+}(ac) + 2e^{-} \longrightarrow \text{Sn}^{2+}(ac)$	+0.13
$\text{Cu}^{2+}(ac) + e^{-} \longrightarrow \text{Cu}^{+}(ac)$	+0.15

El litio tiene el potencial de reducción estándar más negativo de todos los elementos

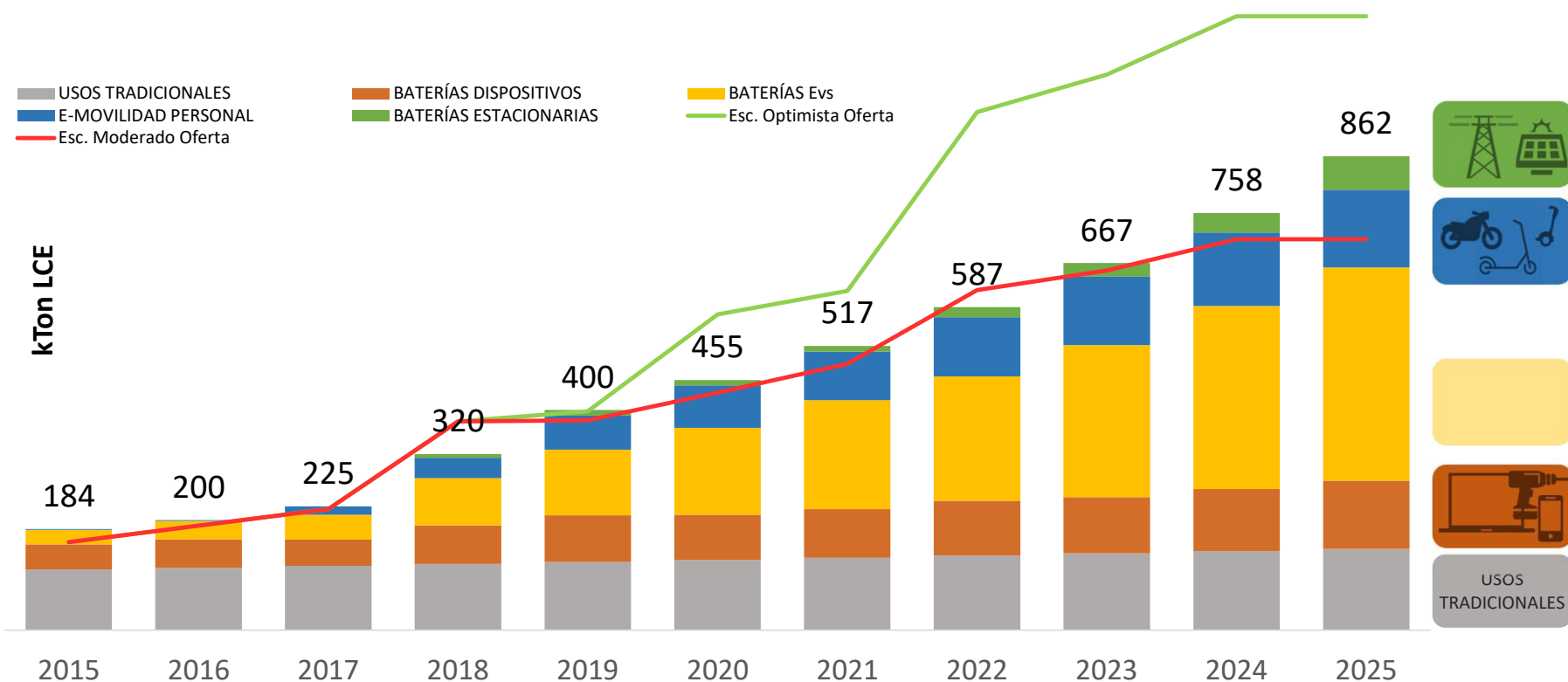


El metal mismo libera más energía que cualquier otro elemento cuando se oxida a su ion (+0.05 V).

2. Mercado mundial del litio



El mercado mundial del litio está en fuerte ascenso, tanto desde su oferta como su demanda.



Fuente: Elaboración Victor Delbuono en base CRU, Roskill, SQM, Goldman Sachs, otros

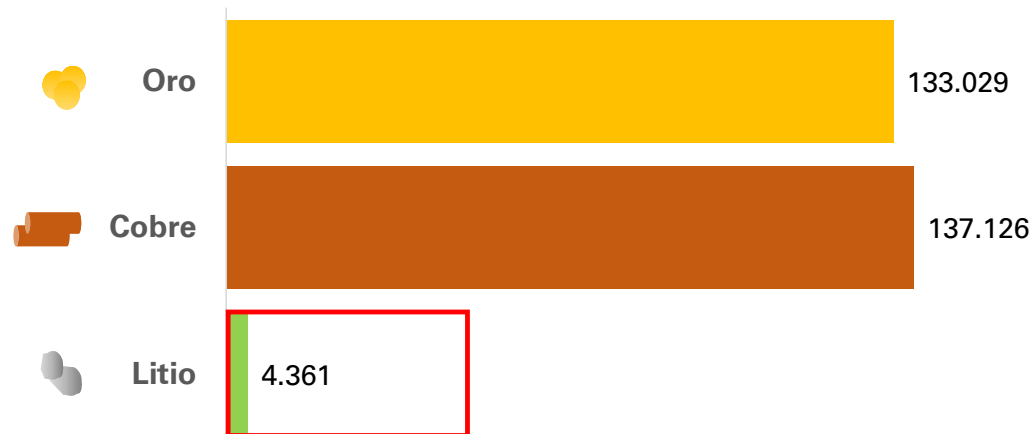
El mercado del litio aun es un mercado inmaduro:

El volumen comercializado representa sólo una fracción del mercado mundial de otros minerales

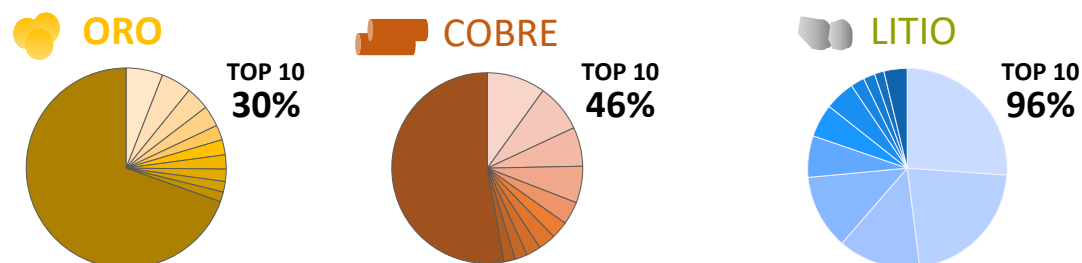
A diferencia de la mayoría de los commodities, el litio no cotiza en bolsa* ni posee un valor de referencia ni una tipología única

Mientras que en la minería del Oro y del Cobre los primeros 10 productores representan 30% y 46% de la producción mundial; en el Litio el top 10 alcanza el 96% y sólo los 5 primeros concentran el 80%

Fuente: Elaboración Víctor Delbuono



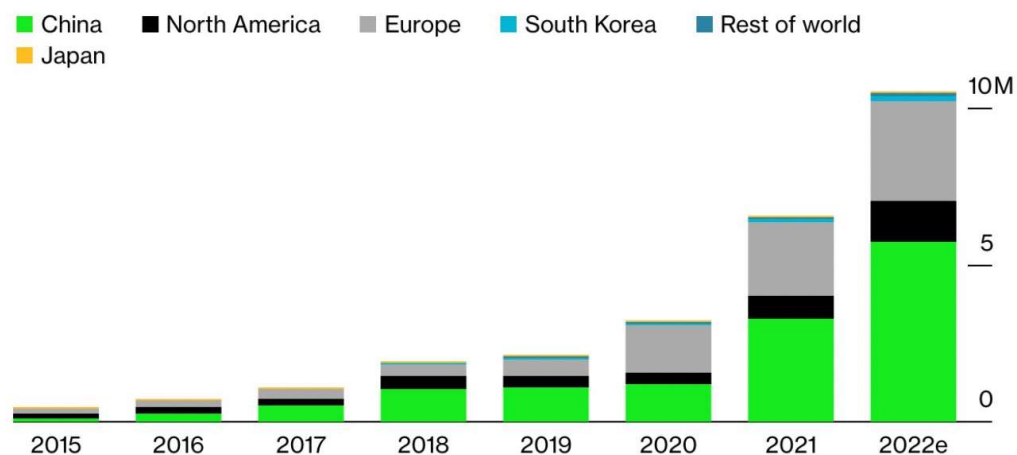
Producción primaria 2018 a valores de mercado



Datos 2017 relevamiento propio

El mercado da por descontado que la demanda superará la oferta este 2022

Ventas mundiales de vehículos eléctricos de pasajeros por región.

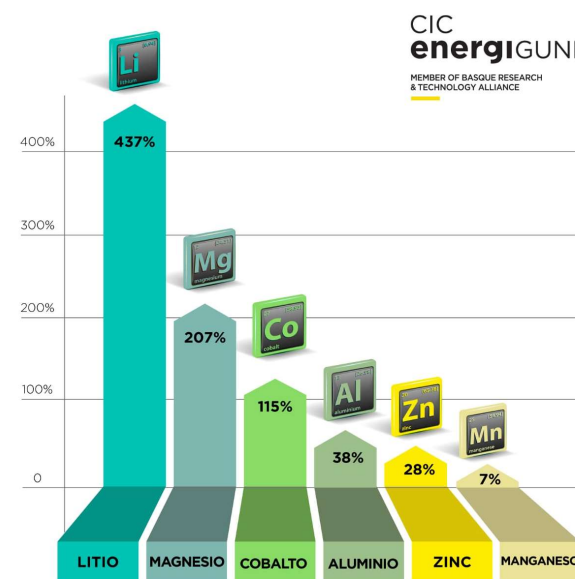


Fuente: BloombergNEF.

*incluye vehículos híbridos con batería eléctrica y enchufables.

Via Exponential View

Evolución de precio de los materiales para baterías en 2021



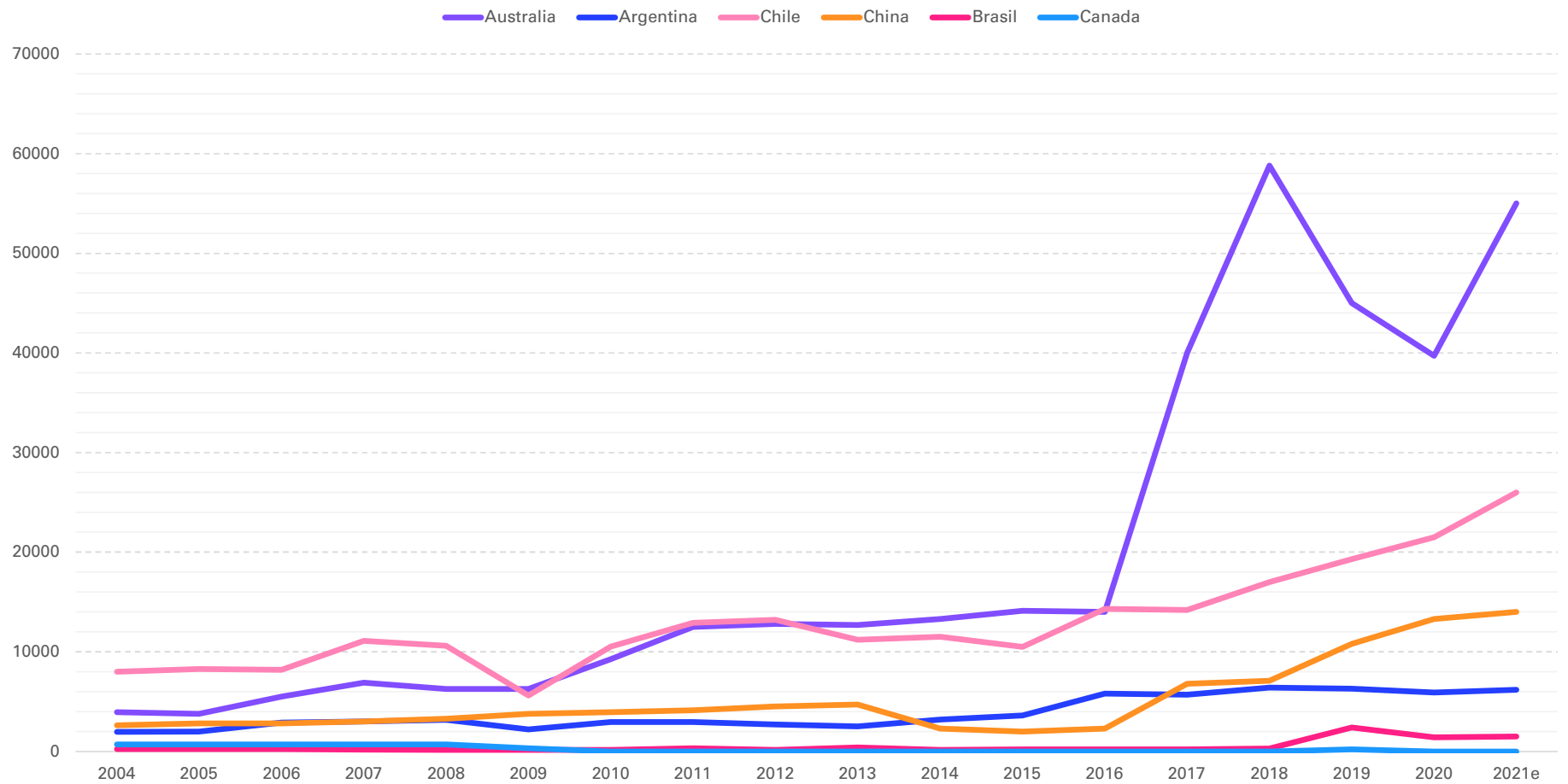
Fuente: Trading Economics

Los crecimientos en los minerales críticos para la transición energética, son de un tamaño considerable:

% de metal requerido en 2050 para tecnologías de energía limpia vs. Uso total en 2020

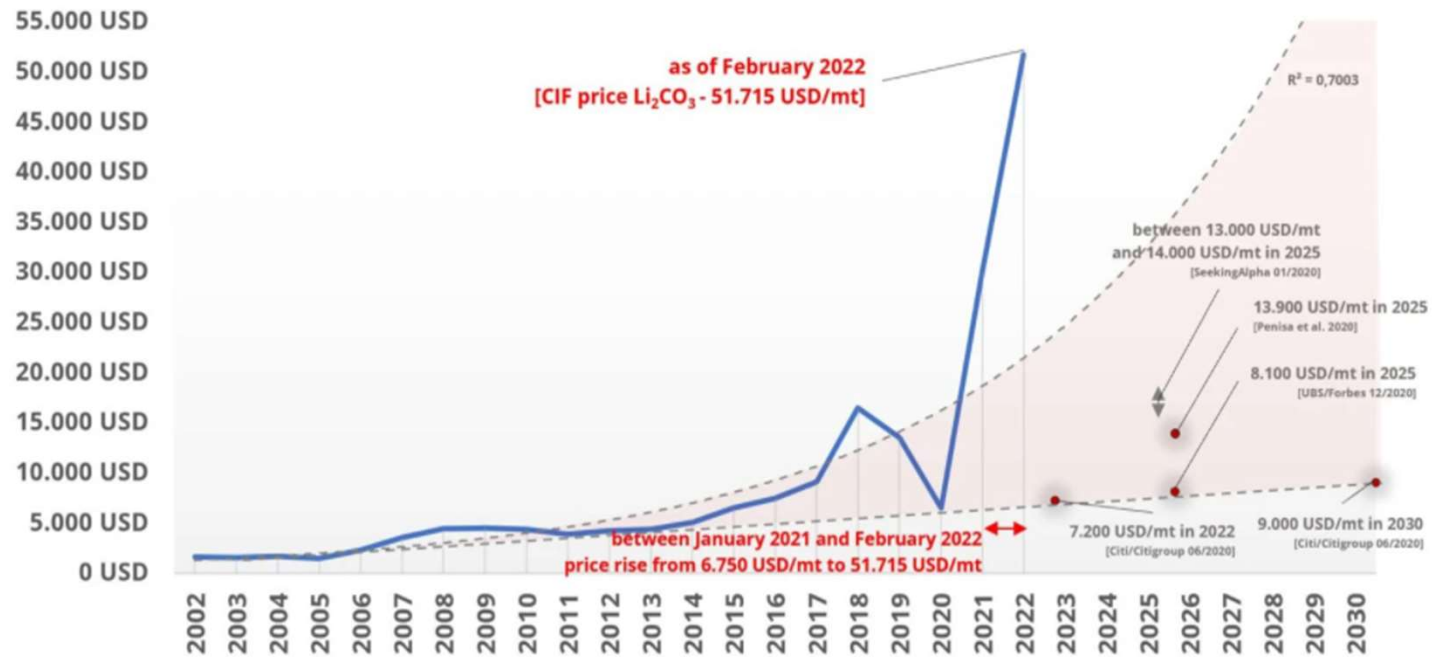
Li Lithium	2109%	Si Silicon	62%	Aluminium Copper Zinc Silicon	
Dy Dysprosium	433%	Tb Terbium	62%		
Co Cobalt	403%	Cu Copper	51%		
Te Tellurium	277%	Al Aluminium	43%		
Sc Scandium	204%	Sn Tin	28%		Lithium Nickel Cobalt
Ni Nickel	168%	Ge Germanium	24%		
Pr Praseodymium	110%	Mo Molybdenum	22%		
Ga Gallium	77%	Pb Lead	22%		Dysprosium Neodymium Praseodymium
Nd Neodymium	66%	In Indium	17%		
Pt Platinum	64%	Zn Zinc	14%		
Ir Iridium	63%	Ag Silver	10%		

Mercado de oferta de Litio – Participantes del mercado



Los precios de referencia spot se ven influenciados por los valores domésticos del mercado chino

Evolución del precio real (línea azul) y tendencias de precio pronosticadas (línea de puntos) de carbonato de litio de grado de batería

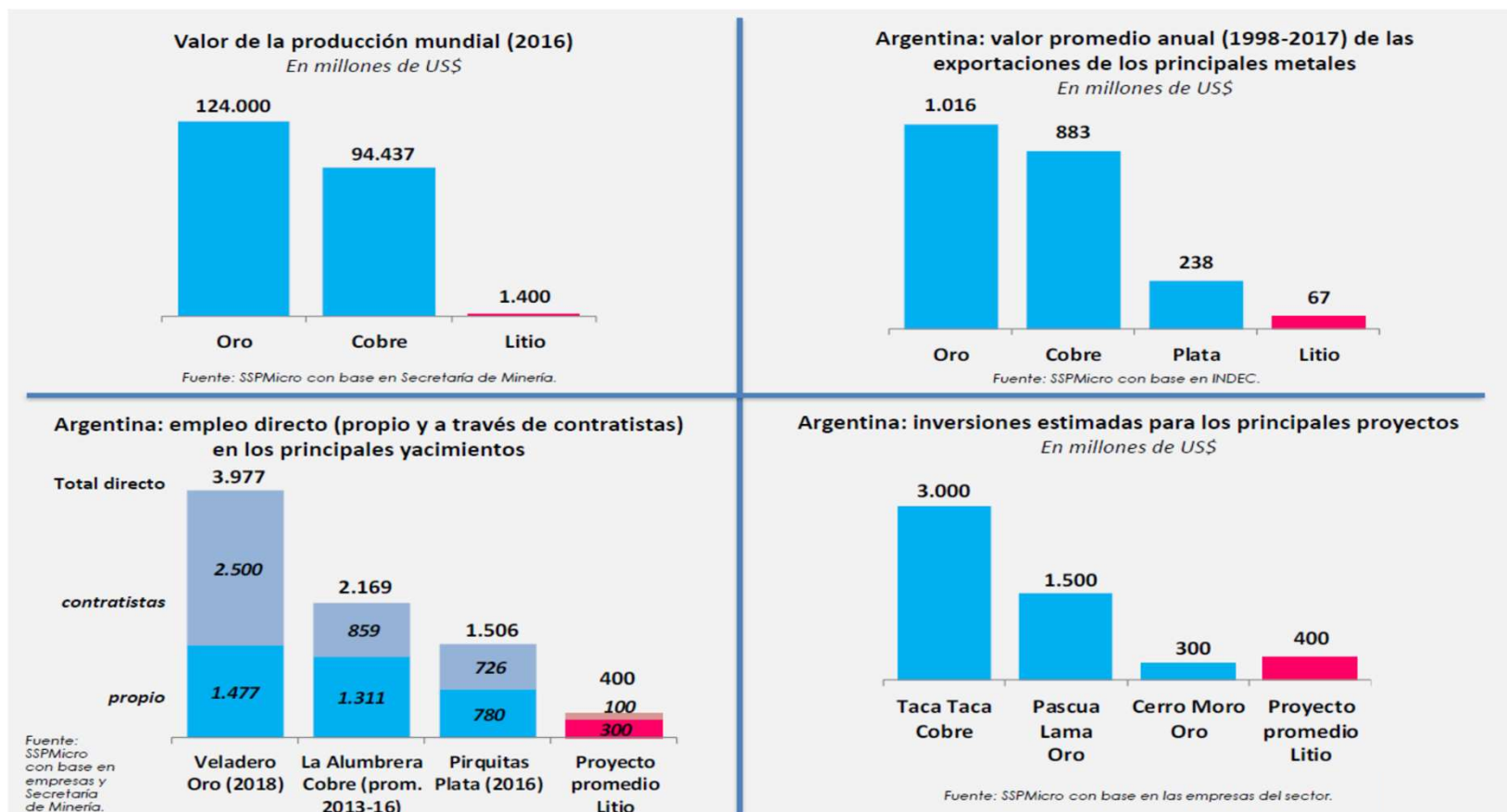


Fuente: germanlithium.com

3. Mercado argentino



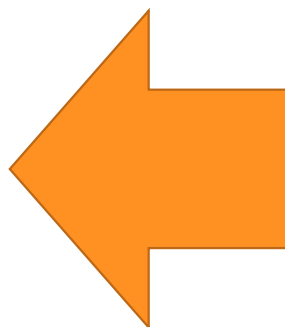
La minería del Litio en relación a otras faenas productivas



Recursos mundiales de litio.

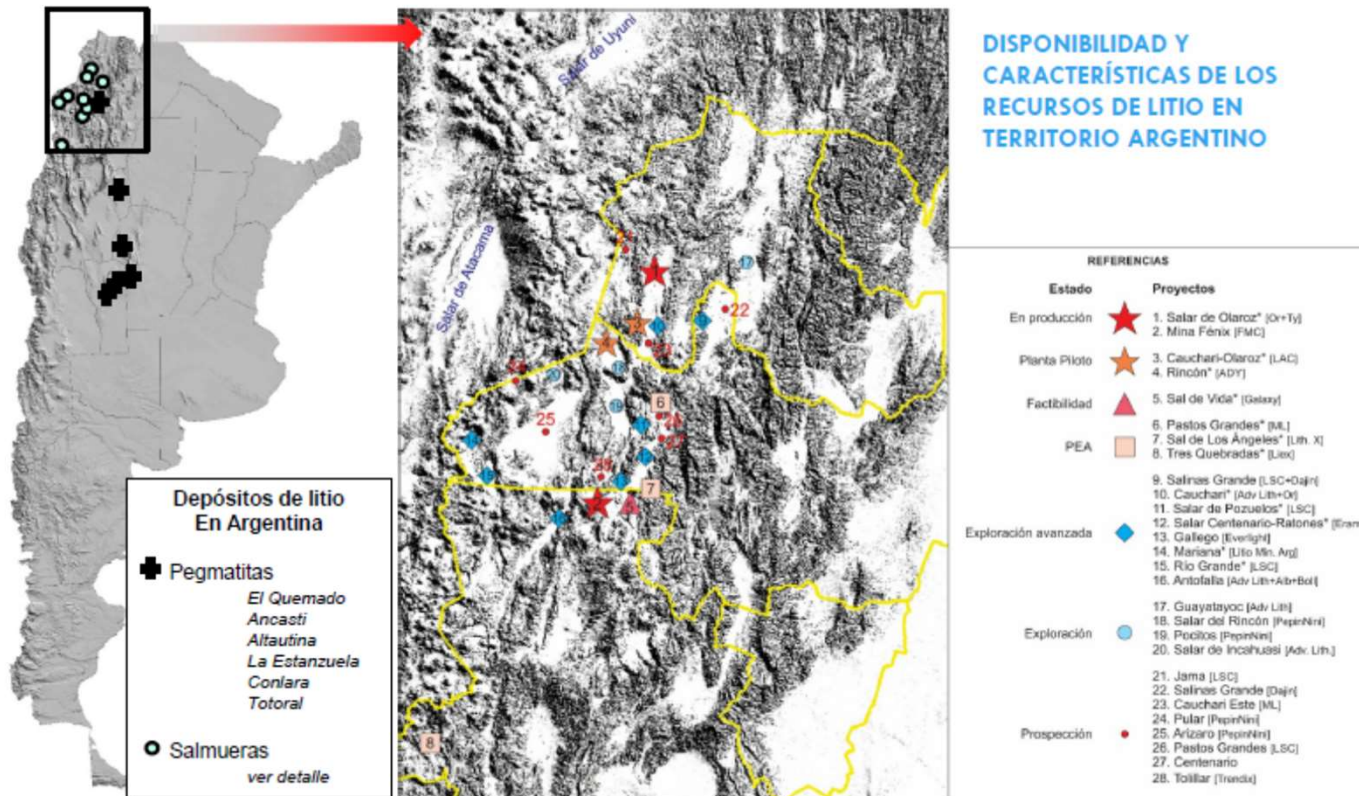
Argentina se encuentra en segundo lugar a nivel mundial en recursos de Litio, detrás de Bolivia.

Reservas - Millones de Toneladas	
País	Cantidad
Chile	9.2
Australia	5.7
Argentina	2.2
China	1.5
Zimbabwe	0.22
Brasil	0.095
Portugal	0.06
Other count	2.775



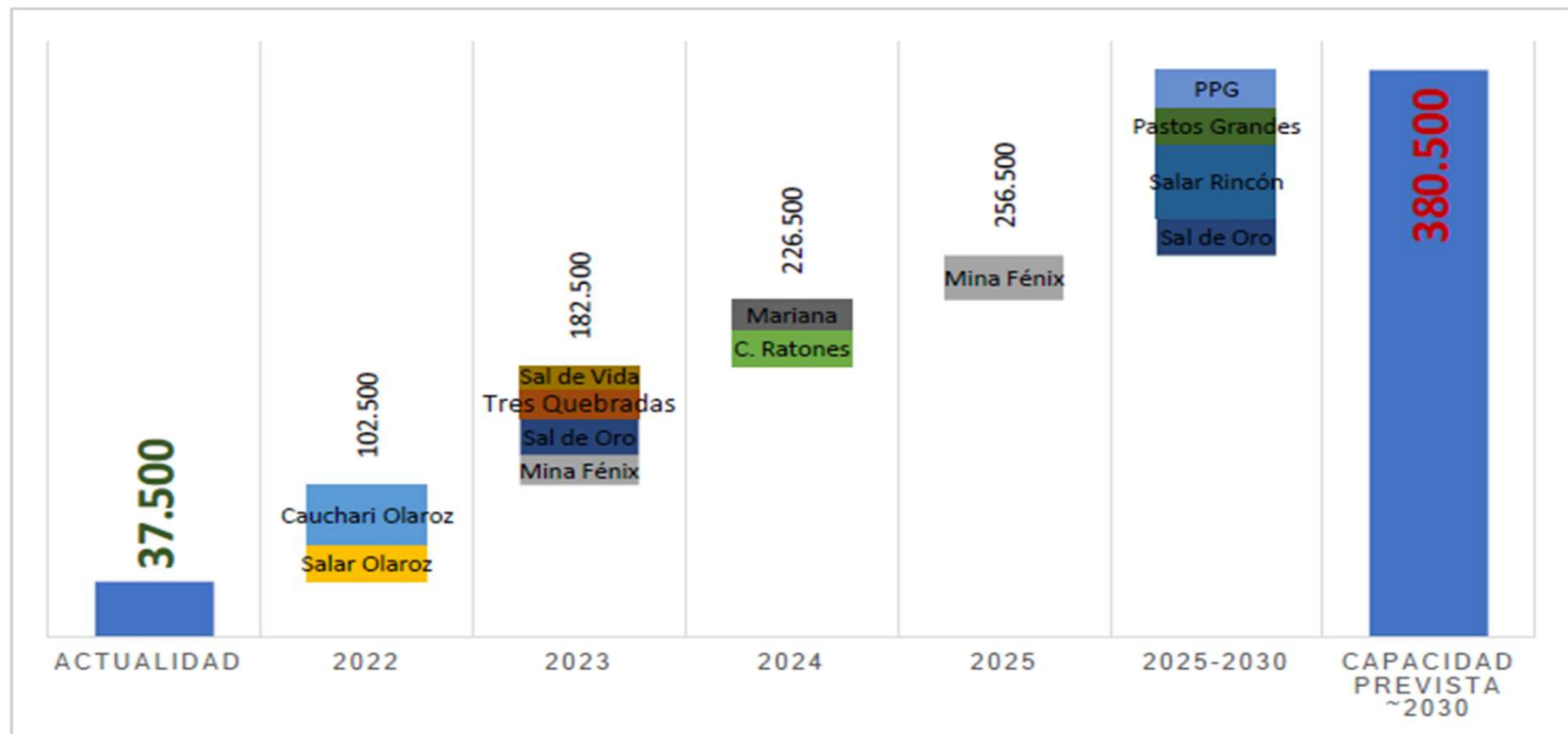
Año 2021. Estudio geológico estadounidense. Millones de toneladas	
País	Cantidad
<i>Bolivia</i>	<i>21</i>
<i>Argentina</i>	<i>19.3</i>
<i>Chile</i>	<i>9.6</i>
<i>Australia</i>	<i>6.4</i>
<i>China</i>	<i>5.1</i>
<i>Congo</i>	<i>3</i>
<i>Canada</i>	<i>2.9</i>
<i>Germany</i>	<i>2.7</i>
<i>Mexico</i>	<i>1.7</i>
<i>Czechia</i>	<i>1.3</i>
<i>Serbia</i>	<i>1.2</i>
<i>Peru</i>	<i>0.88</i>
<i>Mali</i>	<i>0.7</i>
<i>Zimbabwe</i>	<i>0.5</i>
<i>Brazil</i>	<i>0.47</i>

El litio en Argentina se encuentra en los salares andinos, al noroeste de nuestro país.



Forecast de producción de Litio en Argentina

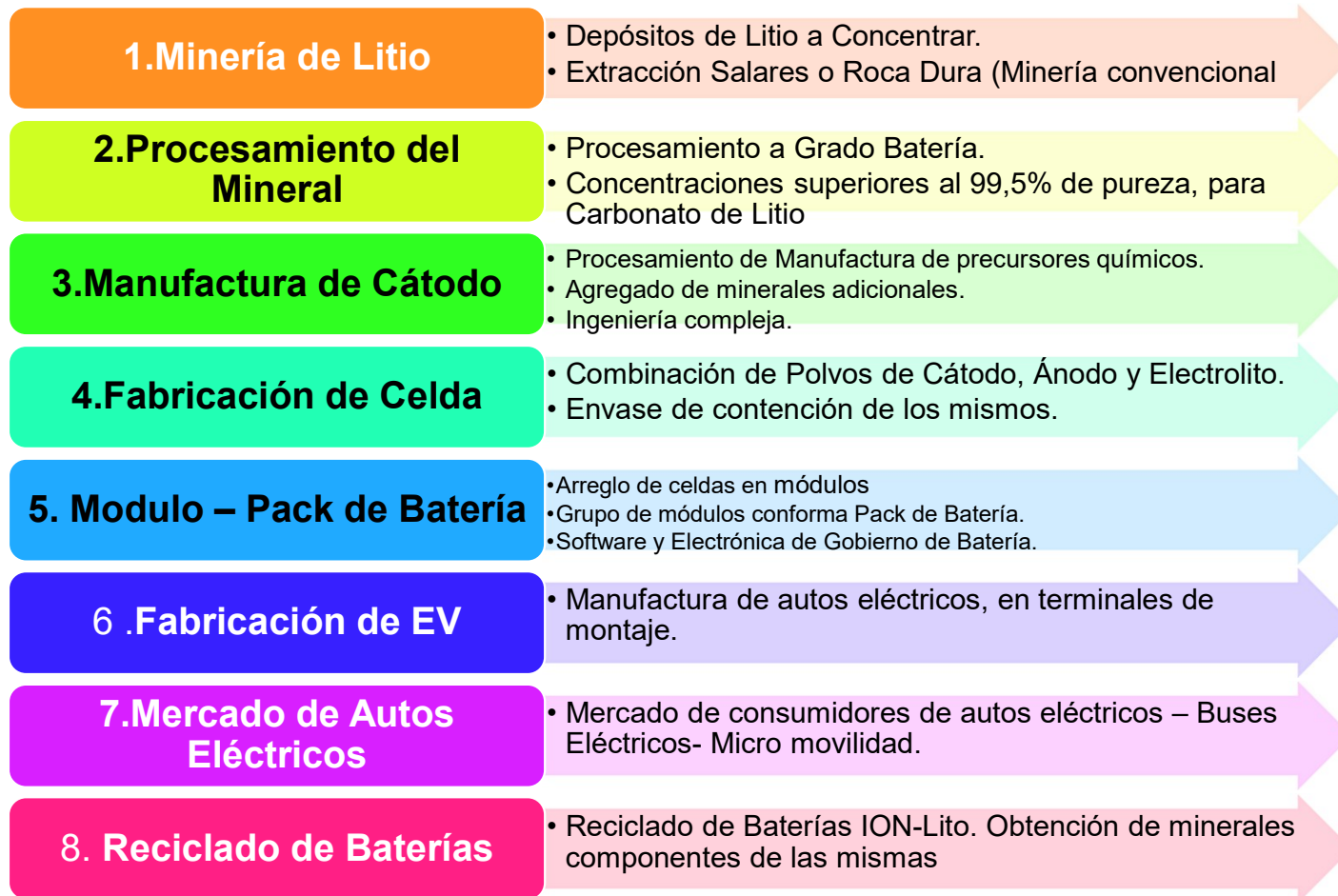
Gráfico. Capacidad instalada actual y proyectada a 2030, según anuncios de las empresas. En toneladas LCE



4. Cadena de valor del Litio



Cadena de valor de Baterías.



5. Eslabones en la cadena de valor del Litio





- 1.
Minería de litio.
Depósitos de litio a concentrar.**

Existen dos fuentes de obtención de litio económicamente viables.

Minería Tradicional (rotura de roca, pegmatitas), Australia.

Salares (métodos directos y evaporíticos), Argentina, Chile.



Espodumena - Pegmatita



Salmuera



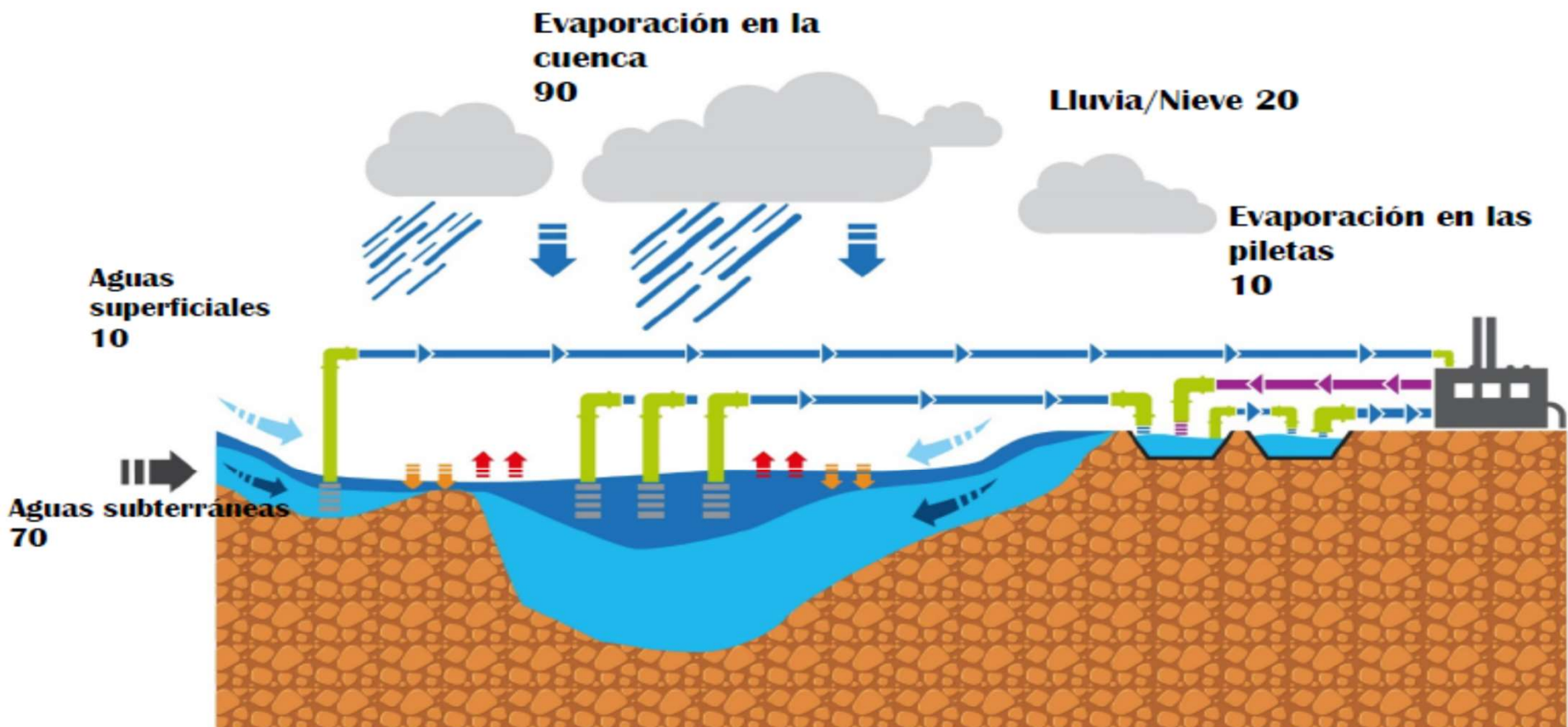
Minería Tradicional - Australia



Minería en Salares – Triángulo del Litio



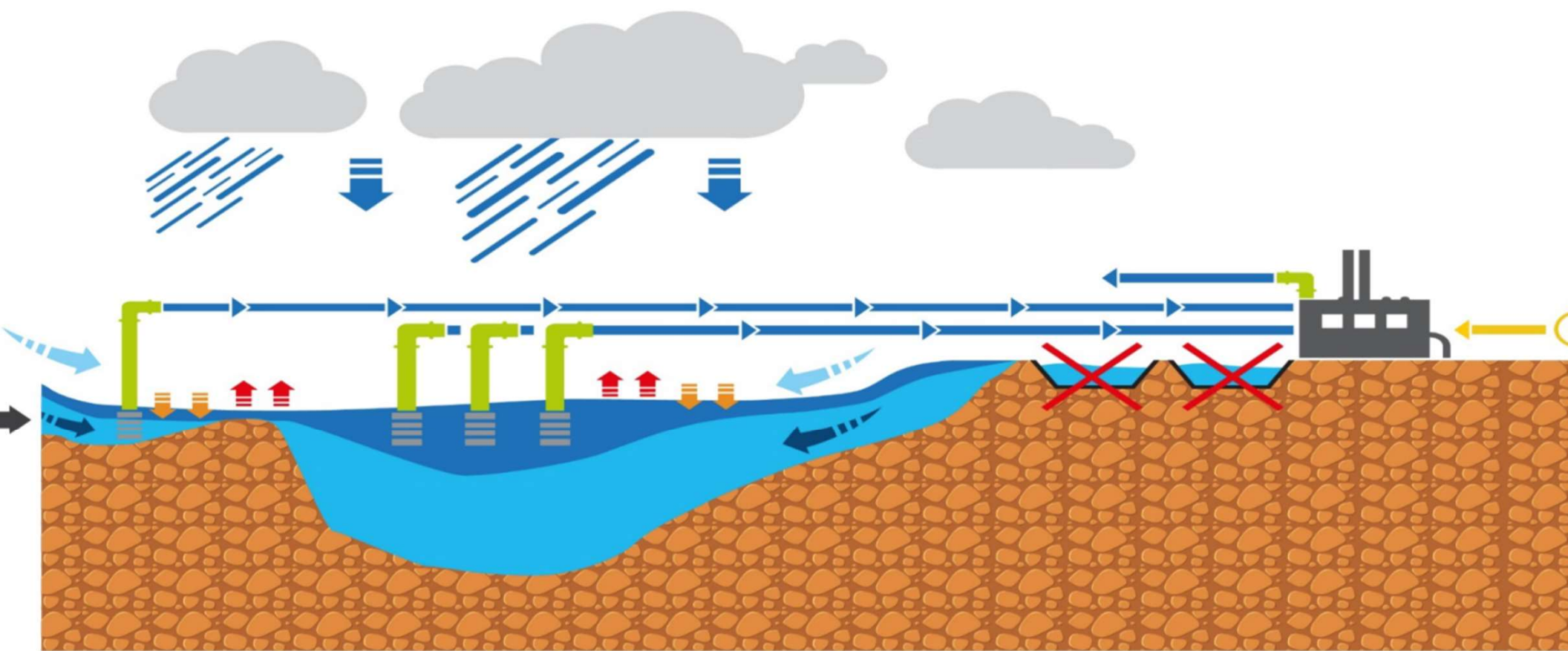
Método Evaporítico. Tradicional.



Método Evaporítico – Piletas de Evaporación.



Método de Extracción Directa.



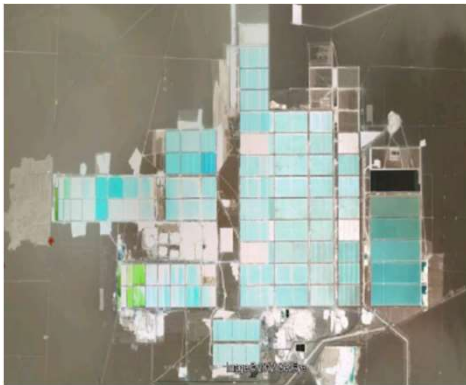
¿Qué encontramos en la salmuera?

	Li	Ca	Mg	B	Na	K	Ba	Sr	Fe	Mn
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES	ICP-OES
Tipo de Muestra										
Salmuera (liq.)	894	850	2496	439	102582	8032	< 0,20	20,87	14,76	2,81
Salmuera (liq.)	625	1298	2077	374	100687	6362	< 0,20	27,93	1,04	11,20
Salmuera (liq.)	748	814	1587	539	116135	8994	< 0,20	16,08	4,96	1,90
Salmuera (liq.)	785	731	1704	547	108841	9181	< 0,20	14,57	3,14	2,33
Salmuera (liq.)	787	726	1687	543	108859	9071	< 0,20	14,46	2,93	2,32

Piletas de evaporación SQM Chile.

Superficie: 2.800 ha

- Condiciones climáticas estables.
- Cosecha de sal.
- Equipos de cosecha.





2.
Minería de litio.
Procesamiento del mineral.

Planta de producción de Carbonato de Litio – Planta Química

Lithium processing plant



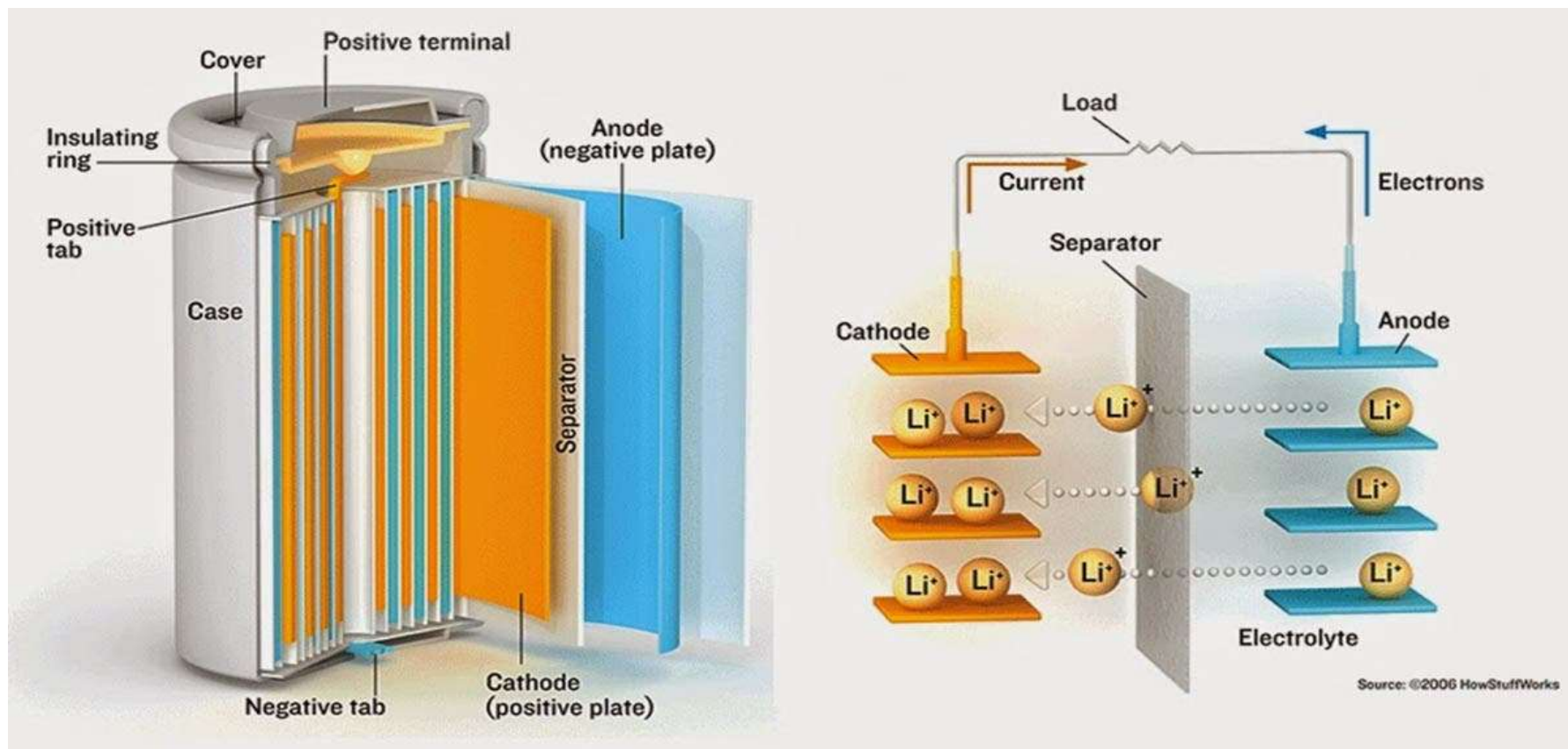
Producción y Comercialización del Litio





3.
Proceso Industrial.
Manufactura del cátodo.

Las baterías se componen básicamente de un Ánodo, un Cátodo y un electrolito

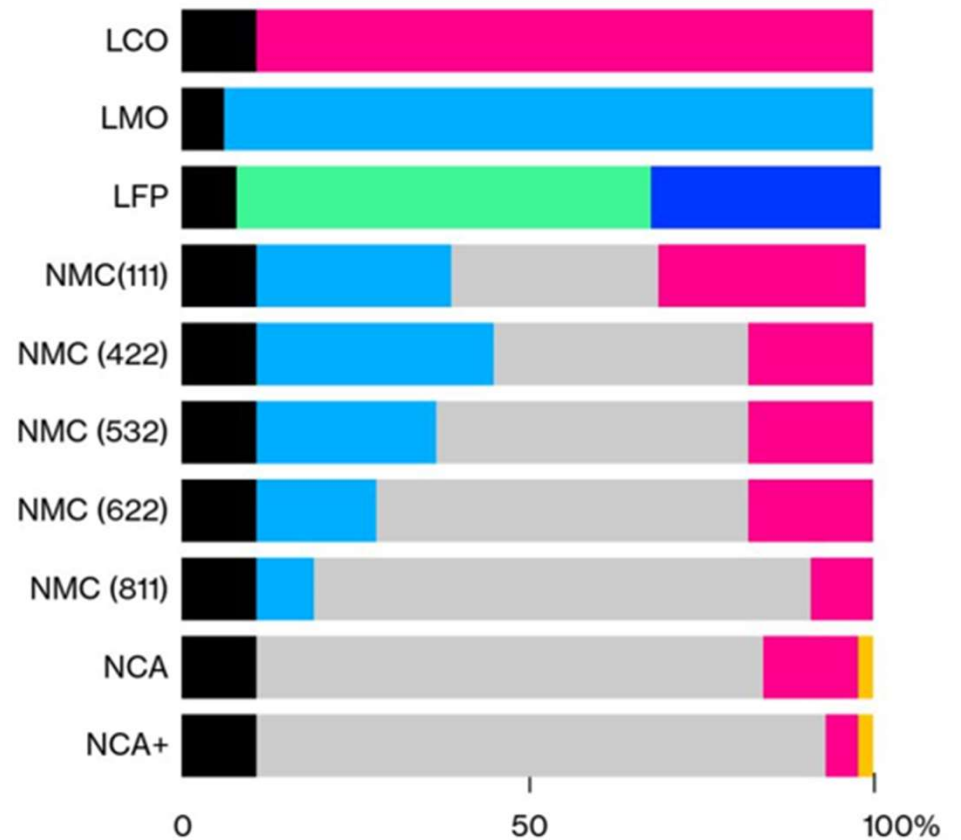


Los Cátodos de Baterías se componen de diferentes minerales.

Mezcla de metales

Los cátodos de batería de litio-hierro-fosfato no contienen materia prima costosa como níquel y cobalto

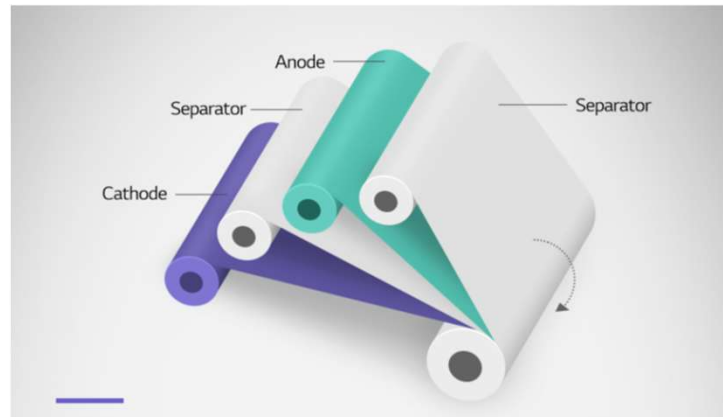
■ Lithium ■ Manganese ■ Nickel ■ Cobalt ■ Aluminum
■ Iron ■ Phosphate





4.
Proceso industrial.
Manufactura de celda.

Existen distintas configuraciones de celdas de baterías, las más utilizadas son las de configuración cilíndrica.



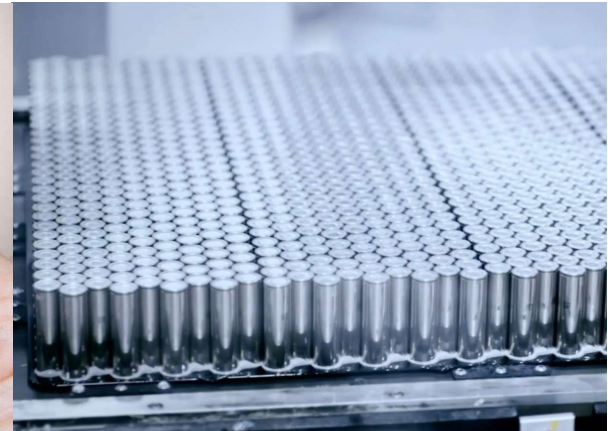
(Arriba del todo) Terminales y respiradero de seguridad

Envoltorio de metal

Ánodo - separador - cátodo

Fabricación de Celdas por Tesla

 <https://www.youtube.com>

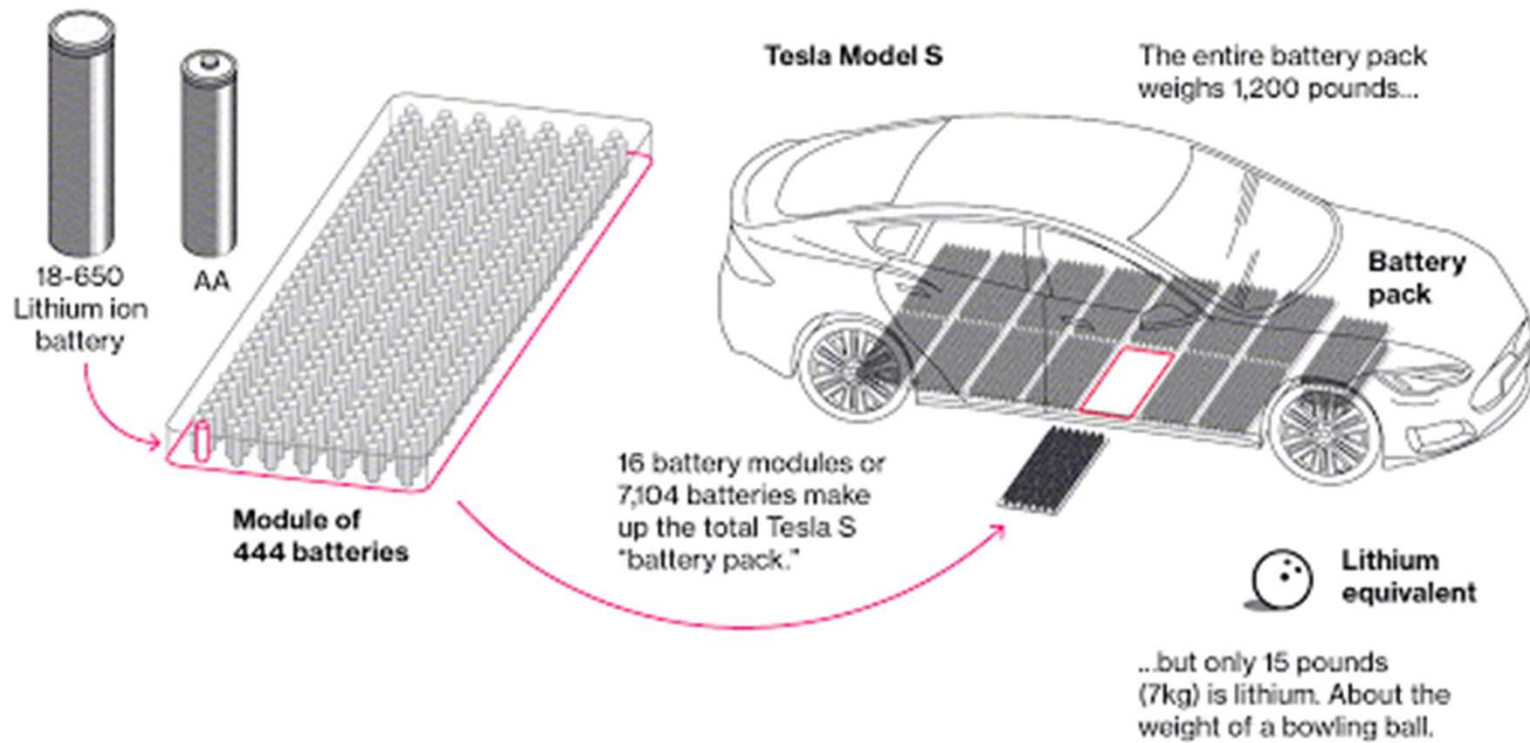


Celda de Batería



5.
Proceso industrial.
Manufactura PACK de baterías.

¿Cómo están formadas las baterías de autos eléctricos?



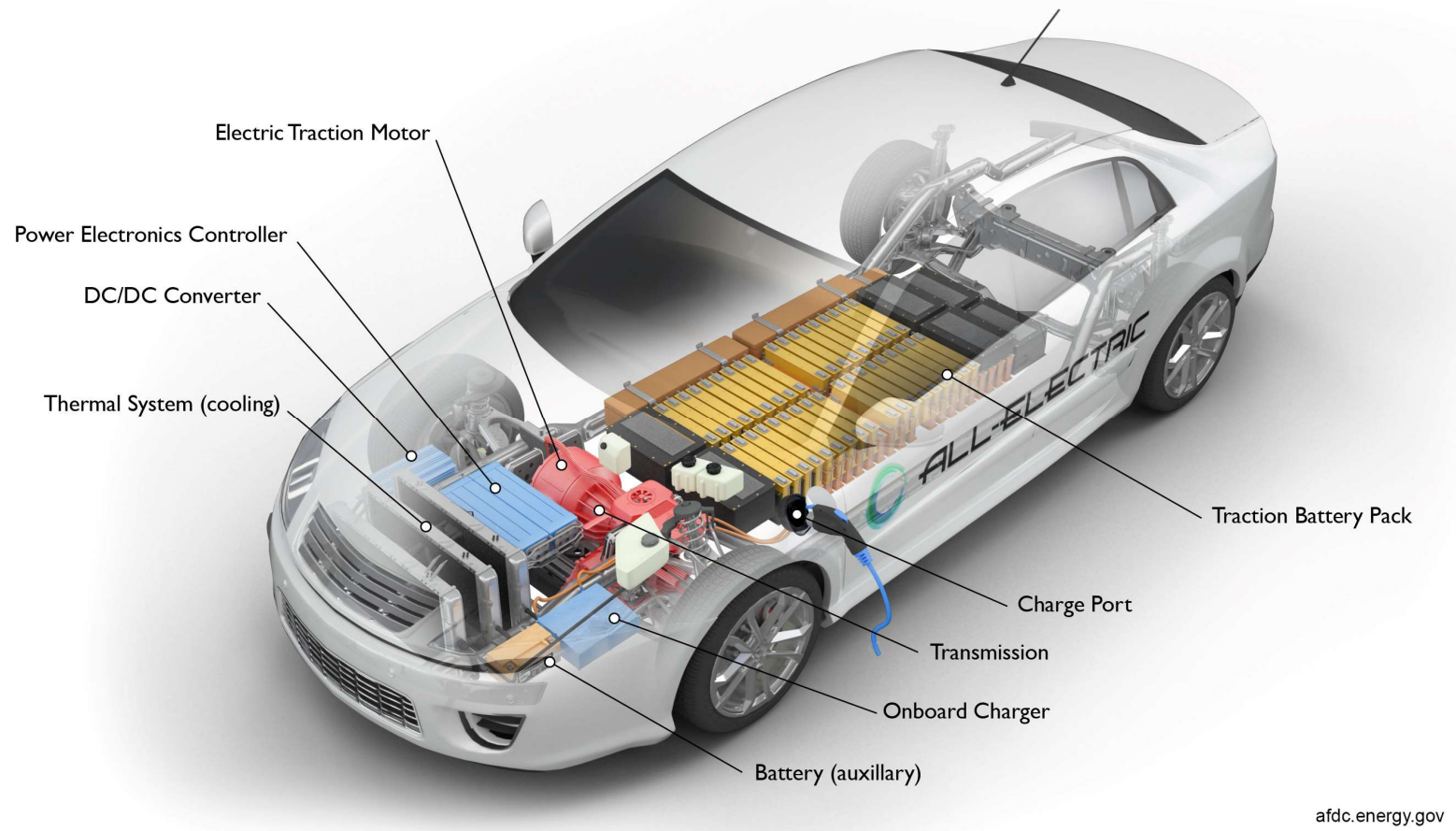
Pack de Baterías.



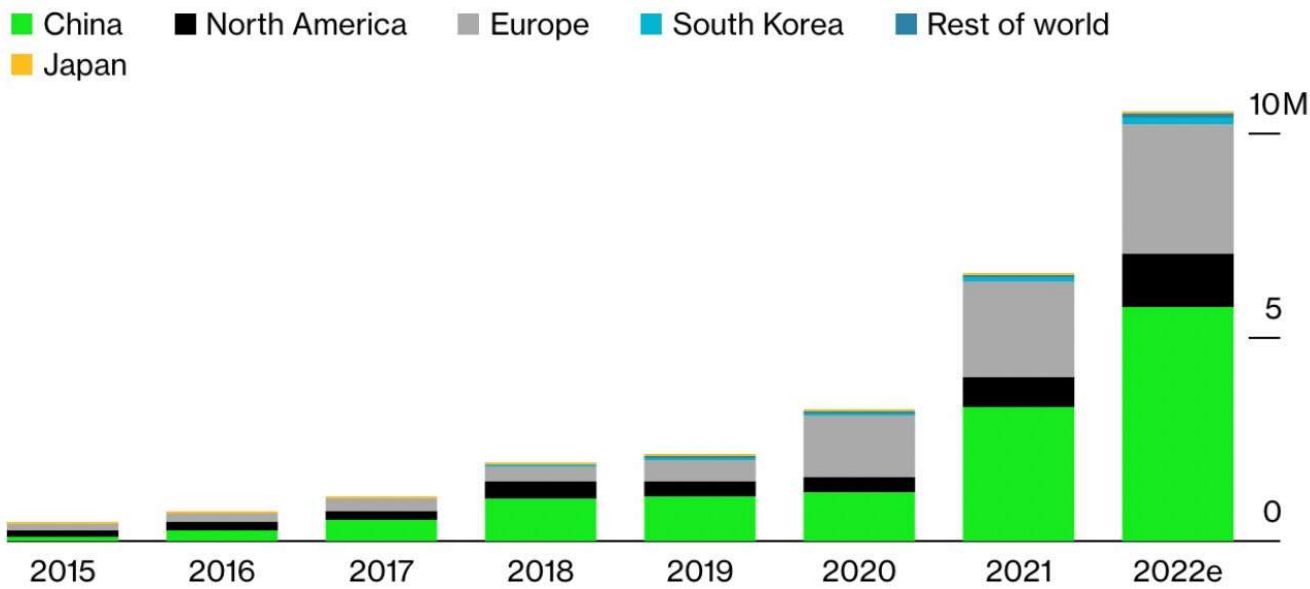
6. Movilidad Eléctrica. Visión General.



Las baterías en los automóviles eléctricos representan entre un 40-50% del costo de fabricación



Ventas mundiales de vehículos eléctricos de pasajeros por región.



Fuente: BloombergNEF.

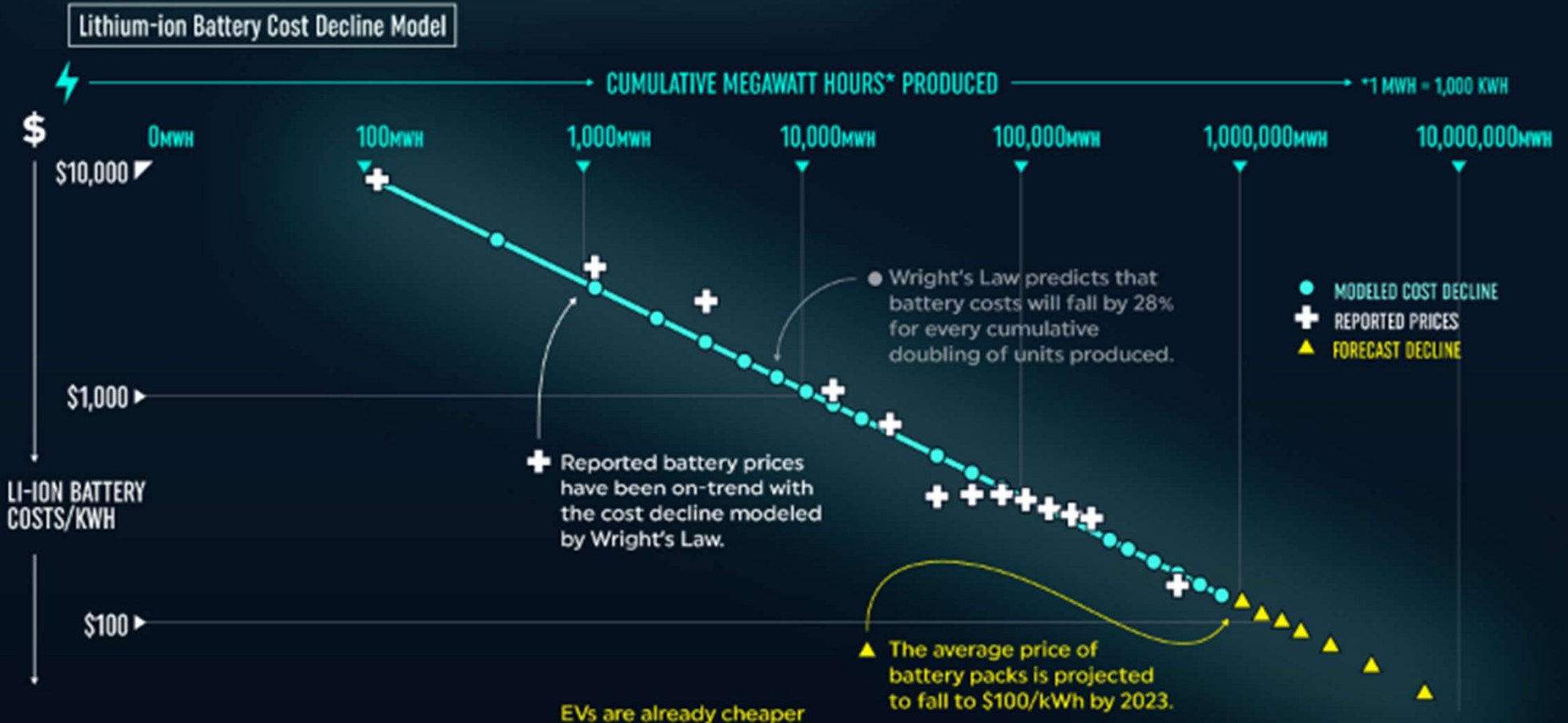
*incluye vehículos híbridos con batería eléctrica y enchufables.

Via Exponential View

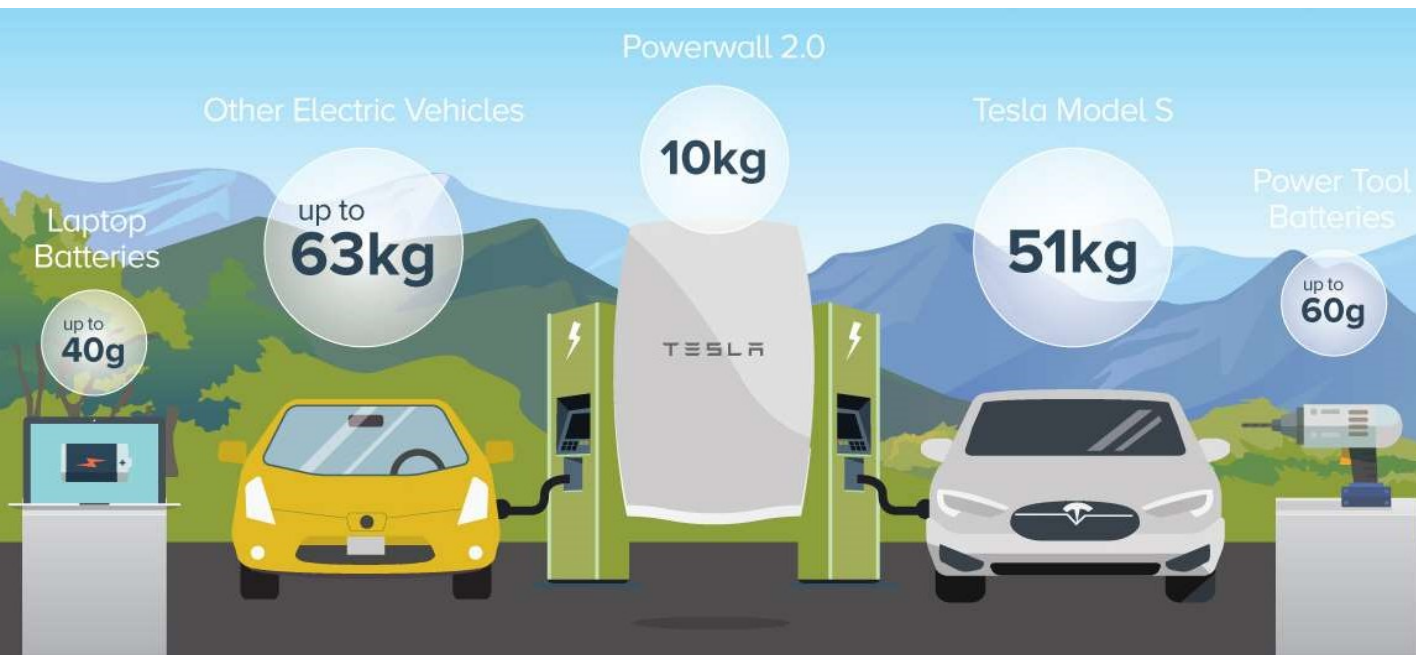


Los precios de los vehículos eléctricos caen a medida que mejora la tecnología de las baterías

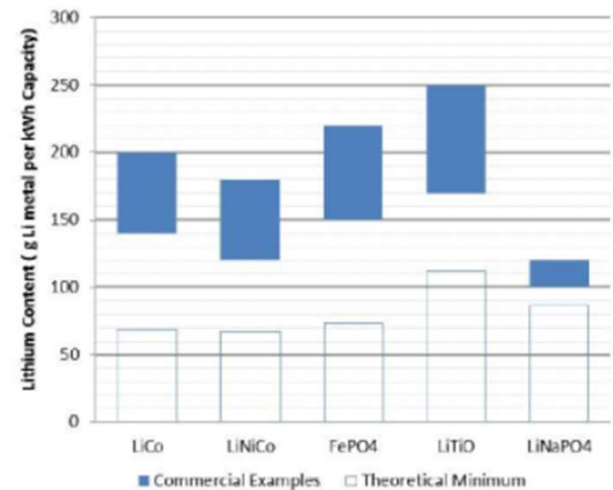
Las baterías son los componentes de mayor costo de los vehículos eléctricos (EV). A medida que disminuyen los costos de la batería, se prevé que los precios minoristas de los vehículos eléctricos estén a la par con los automóviles que funcionan con gasolina para 2023



El litio es el ingrediente clave en la tecnología actual



En promedio un EV necesita para la fabricación de su cátodo de batería entre 40 y 65 kgs. de LCE. (845 grs. de LCE/kWh o 160 grs. de Li)





¡Gracias!

Eduardo Gigante
eduardogigante@gmail.com