



Posibilidades Tecnológicas del Litio en Argentina

Dr. Arnaldo Visintin

*Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA),
Facultad de Ciencias Exactas (UNLP), CONICET, Diag. 113 y 64, La Plata,
Argentina.*

Desayunos IDE, 5 de Abril del 2022



BATERÍAS ION LITIO: ¿UN PROYECTO ARGENTINO?

Principales productores de litio*

1° Australia

2° Chile

3° Argentina

4° China

5° Zimbabwe

6° Portugal

7° Brasil

Total mundial

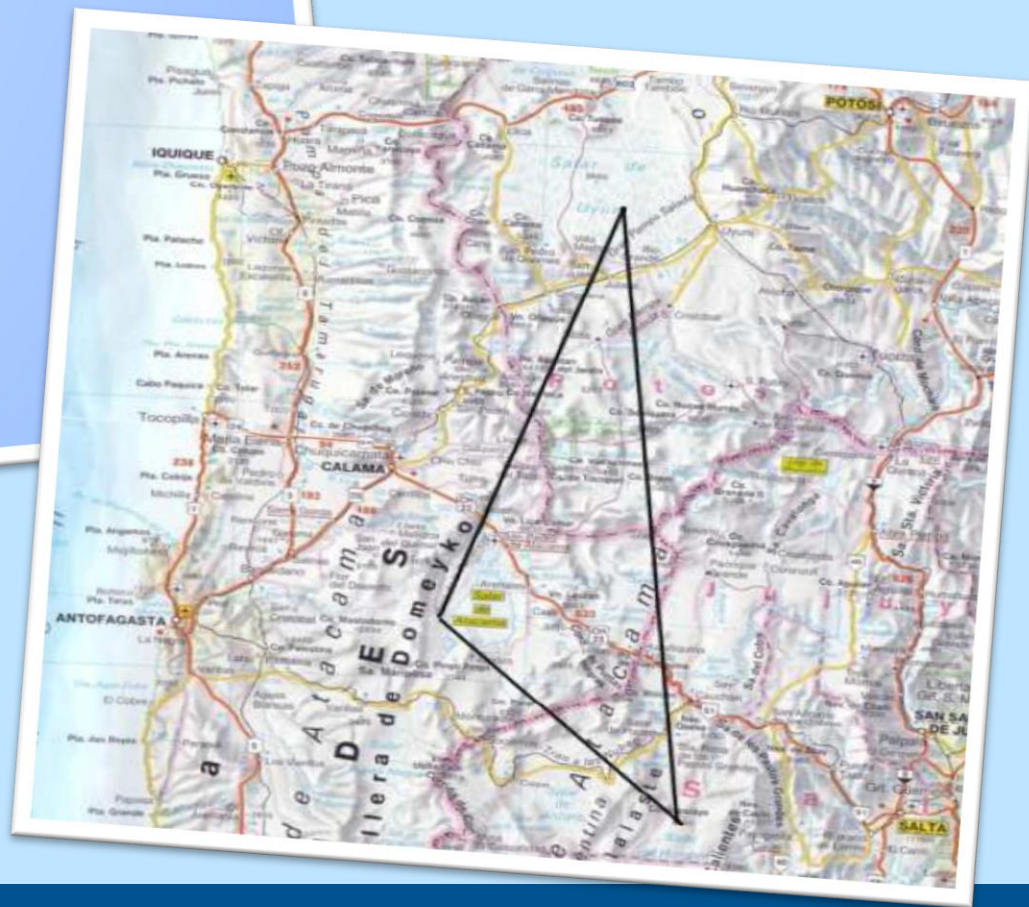
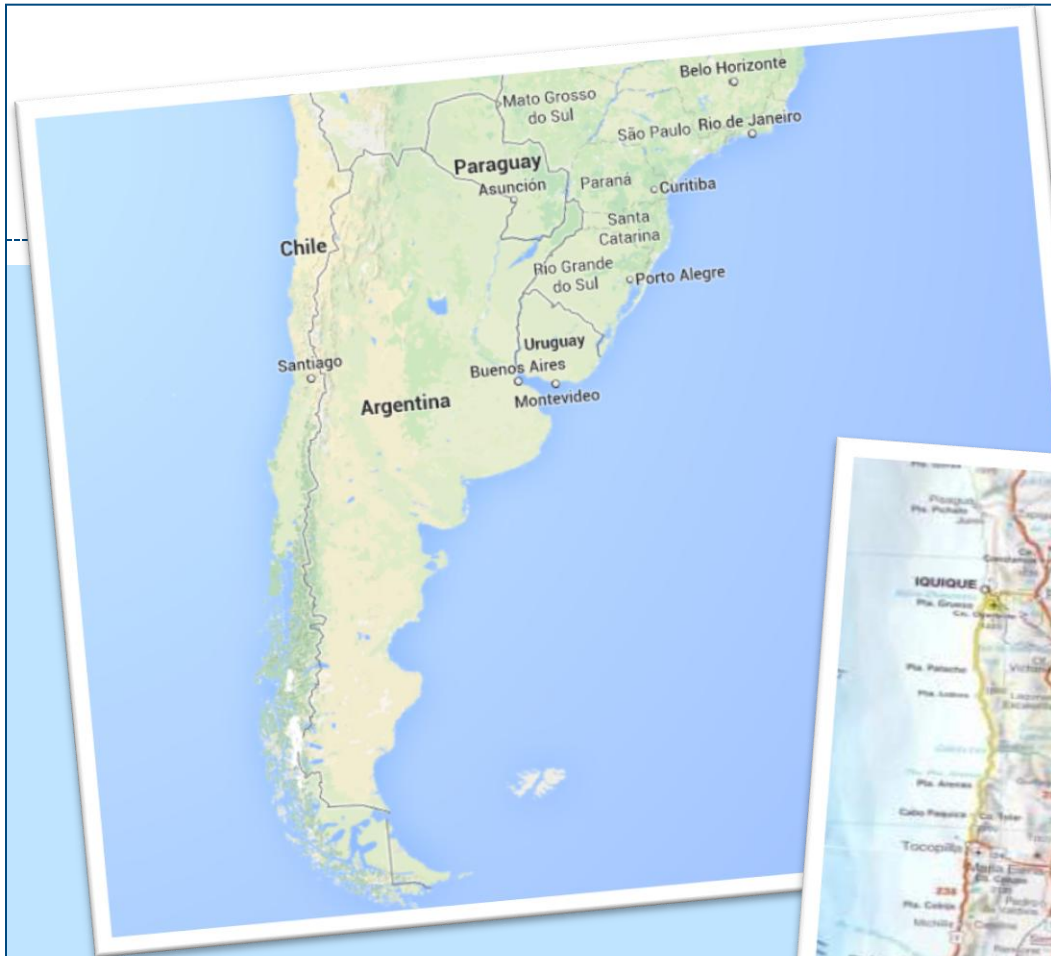


* En Tnm anuales.

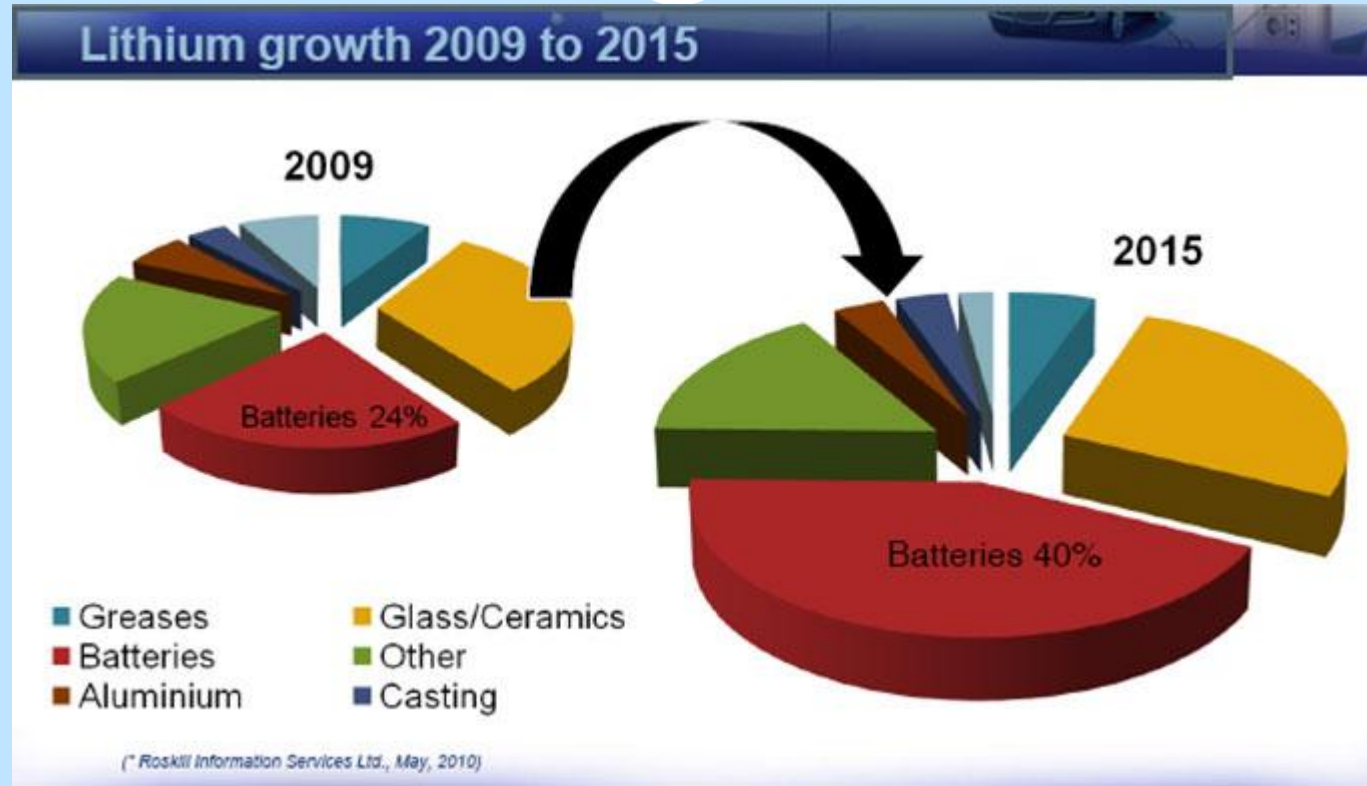
Fuente: "Mineral Commodity Summaries" (USGS)

EL INVERSOR ENERGÉTICO & MINERO

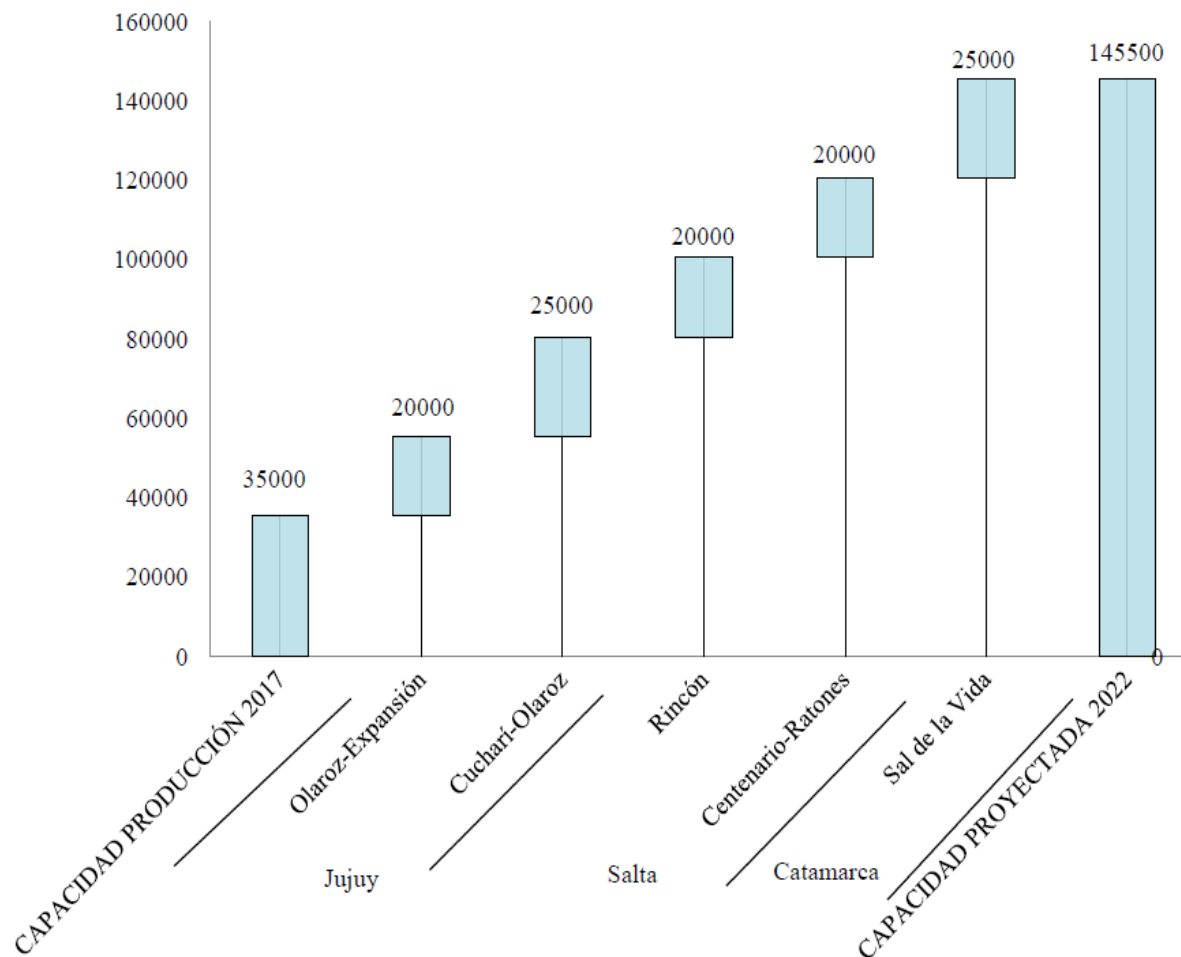




Evolución del mercado del litio 2010-2015



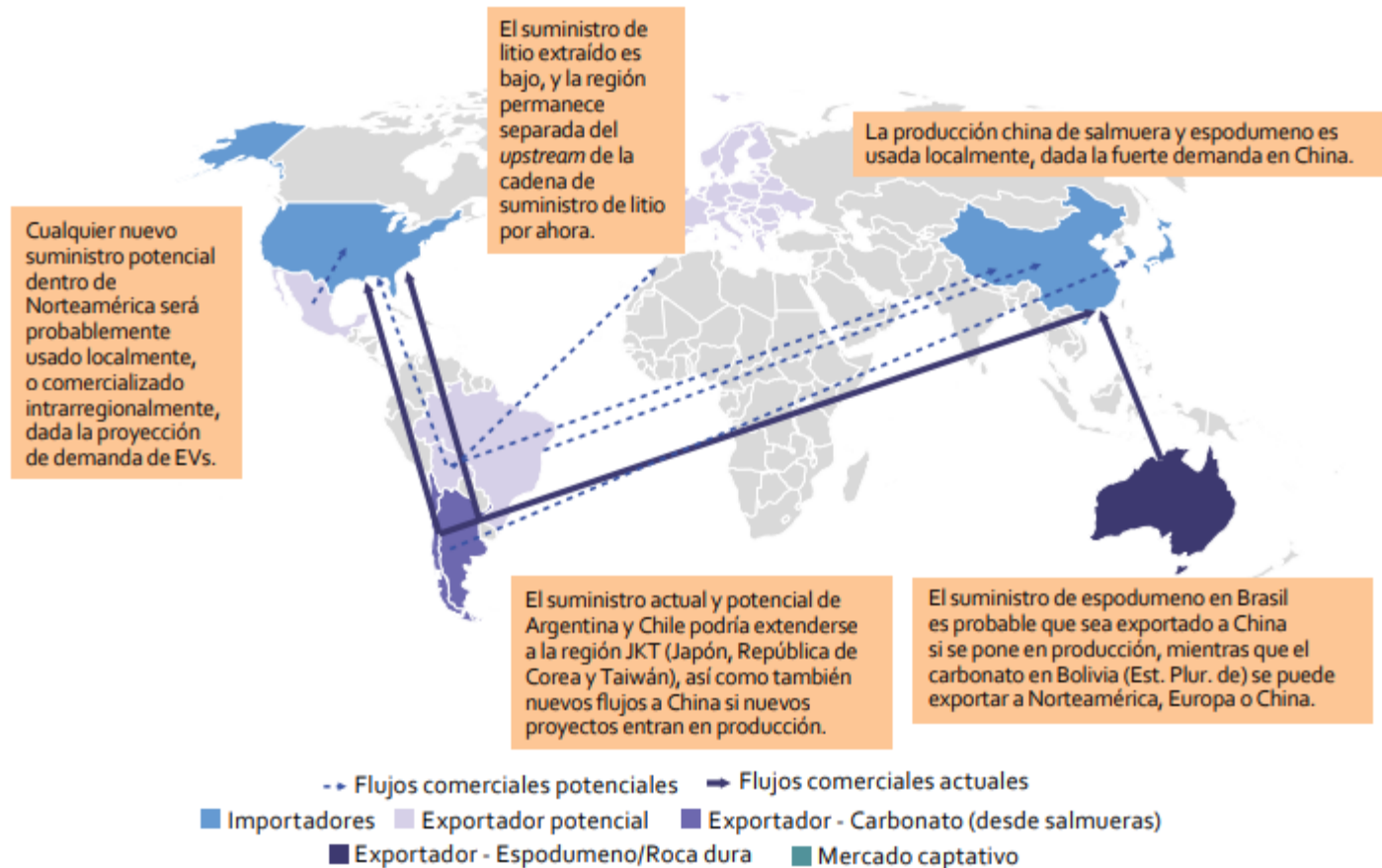
Projection of Argentina production capacity in thousands of tons



Fuente: Delbuono et al. (2017) en base en información pública de las propias compañías.



Flujos de material de conversión química de espodumeno/salmuera





Flujos de productos químicos de litio de grado de batería

Con nueva capacidad potencial en Canadá, existe la posibilidad de que las compras de químicos en Estados Unidos puedan ocurrir cerca de las plantas de ensamblaje automotriz para minimizar los costos de transporte.



Si la capacidad australiana de hidróxido es traída al mercado, podríamos potencialmente ver químicos comprados de Australia a China para satisfacer la demanda.

- - - Flujos comerciales potenciales ➔ Flujos comerciales actuales

■ Químicos de grado batería, conversión interna potencial

■ Químicos de grado batería, conversión interna

■ Exportador - Químicos

■ Importadores

Potencial utilidad de las tecnologías de Litio en Argentina

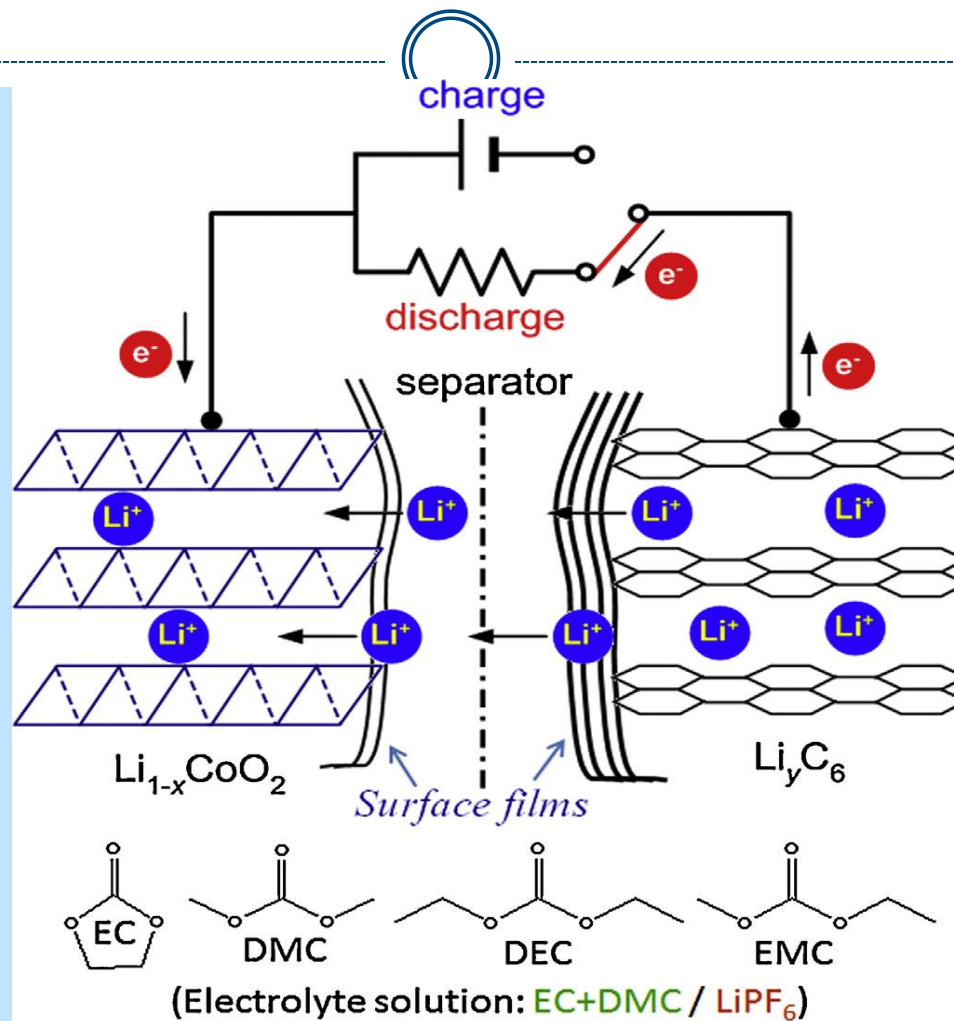
Purificación del
Carbonato de Litio

Almacenamiento
de Hidrógeno

Producción de
Litio metálico

Producción de
baterías comerciales
de ion-Litio y de
futuro: Litio azufre y
litio aire

Esquema de una batería de ion litio



1920



Primera comunicación wireless en Pennsylvania

100 años después



Nuestros celulares

1899



Coche Belga con baterías de Pb ácido con velocidades de 30 m/s.

Entre 1900-1920 en USA la producción de coches eléctricos pasó de 60% al 4%



El Tesla roadster

La lentitud de los avances ha sido por no encontrar un adecuado material de electrodo y electrolito y el manejo de las interfaces.



POTENCIAL-UTILIDAD DE LA TECNOLOGÍAS DE LITIO

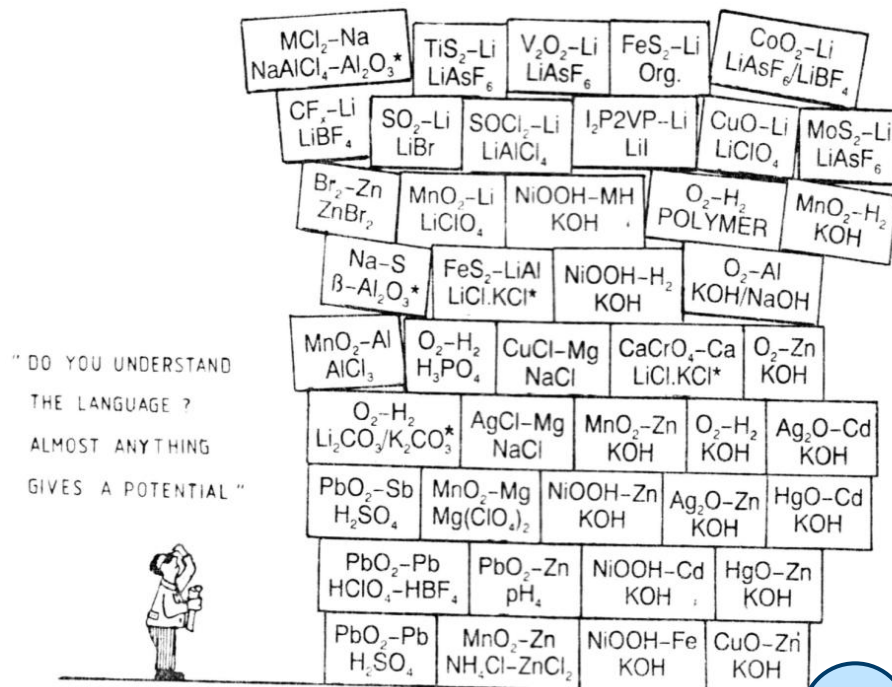


- Purificación del carbonato de litio (por arriba del 90 % de pureza cuesta 5000-6000 dólares la tonelada. 10 000 EN LOS SIGUIENTES 10 AÑOS).
- Producción de litio metálico (por electrólisis a partir de sales fundidas).
- Producción de hidrógeno a partir de hidruros de litio.
- **Producción de baterías de ion-litio.**

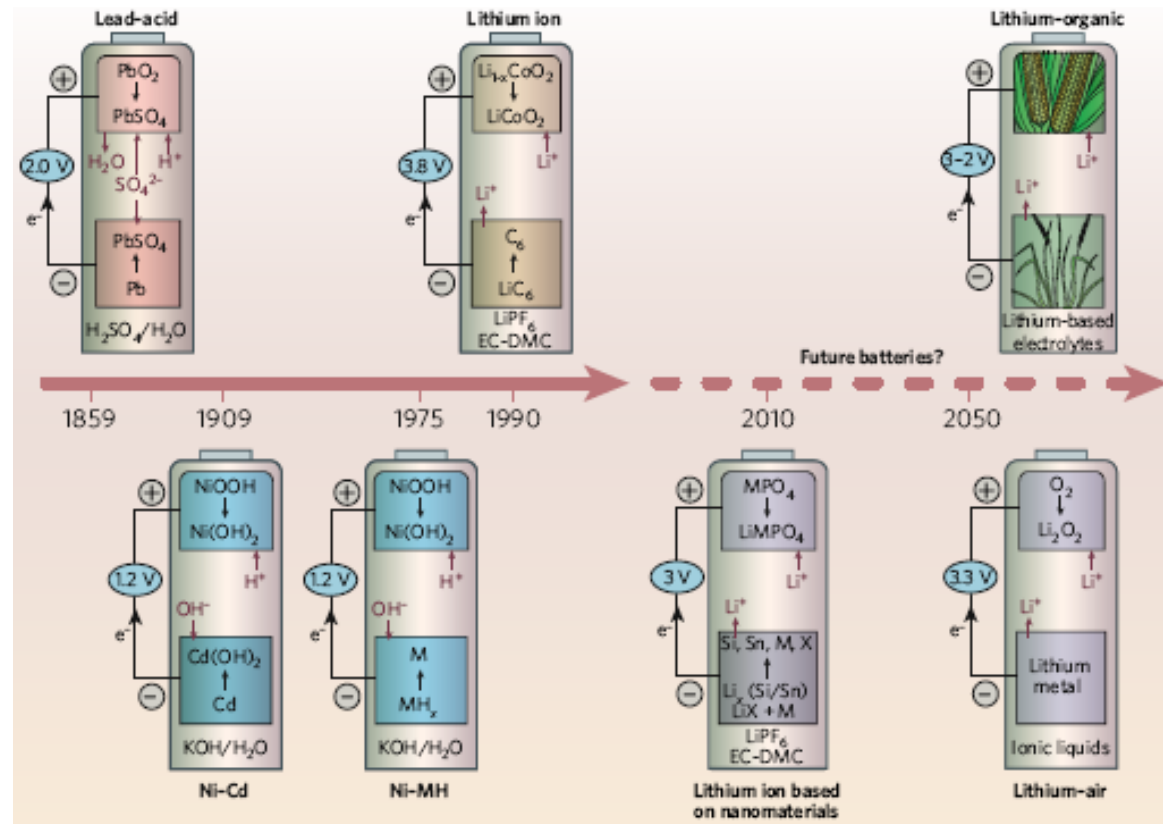
• Una batería de ion-Litio requiere 0,3 kg de metal Li o 1,4 y 1,5 kg de Li_2CO_3 por kWh de capacidad de batería.

• Un auto híbrido promedio utiliza unos 5 kWh en baterías. Esto es 1,5 kg de litio o 7 kg de Li_2CO_3 por auto. Un auto full requiere baterías 9,3 kWh. Esto es: 3 kg de Litio o 13 kg de Li_2CO_3 por auto.

• El precio de las baterías de ion-Litio va desde 300–800 dólares por kWh (comparada a 50-100 dólares por kWh para la tecnología de Plomo ácido).



Las baterías de ión-Litio fueron comercializadas por primera vez por Sony en 1991. Llevan ese nombre por el intercambio del Li^+ entre el ánodo de grafito (Li_xC_6) y las capas del cátodo de óxido ($\text{Li}_{1-x}\text{TO}_2$). Siendo “T” metales de transición como: Co, Ni, Mn. La energía que almacena es 120-180 Wh/kg y 3,8 V (cinco veces más que las baterías de Pd ácido).



Building better Batteries, M. Armand, J.M. Tarascon, Nature 451, 2008





BATERÍAS DE IÓN-LITIO: CLASES DE MATERIALES ACTIVOS DE FABRICACION ACTUAL

Y EL RESTO DE LOS MATERIALES PARA LA BATERÍA DE ION-LI??





Resumen

- Laboratorios de investigación en Argentina que desarrollan trabajo de investigación
- Desarrollo de materiales activos para baterías en el mundo y cuales son las más prometedoras
- Nuevas tecnologías para dar valor agregado al litio: litio metálico, separación isotópica y almacenamiento de hidrógeno en complejos de litio.

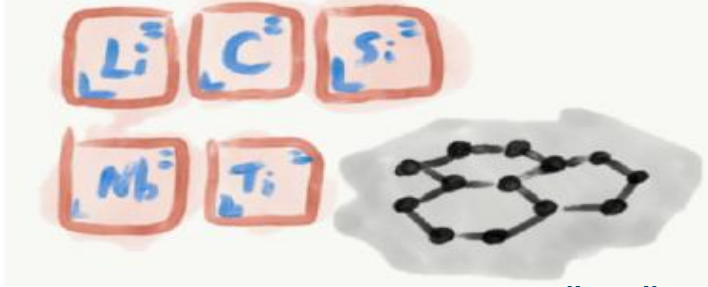
Potencial utilidad de la tecnologías de Litio en Argentina



- **Purificación del Carbonato de Litio**
por arriba del 90 % de pureza cuesta 5000-6000 dólares la Tn. y 10000 dólares POR LOS PROXIMOS 20 ANOS
- **Producción de Litio metálico**
por electrólisis a partir de sales fundidas.
- **Separacion isotopica de Li para usos nucleares**

Producción de baterías de ion litio.

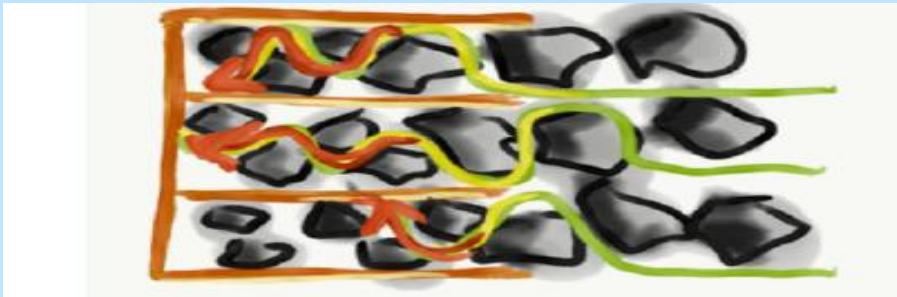




Materiales activos con difusión rápida de iones litio

Mejores electrolitos para el transporte de ion litio

Mejores materiales para deposición de litio metálico



microestructura del electrodo :

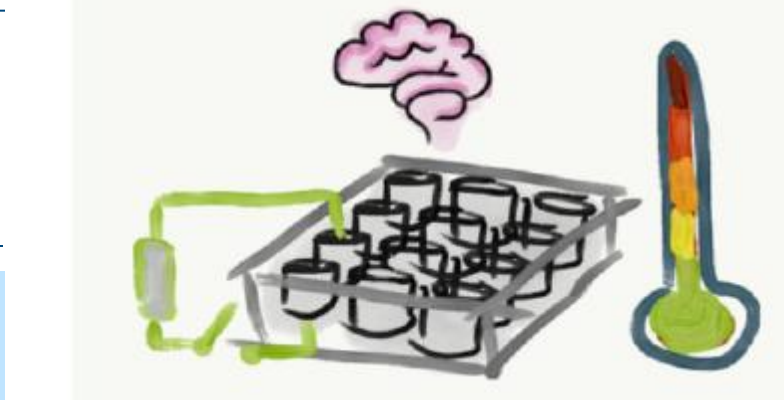
Mas poros y microporos

Colectores de corriente 3 D

Estructura de esponja/revestimiento



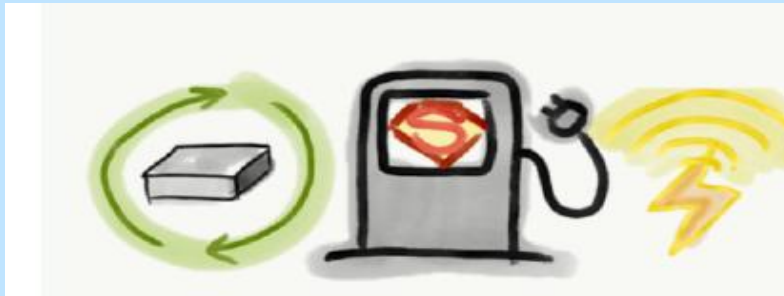
Diseño de la celda: Con gradiente de temperatura



Manejo de las baterías

Cargas inteligentes

Pulsos de carga

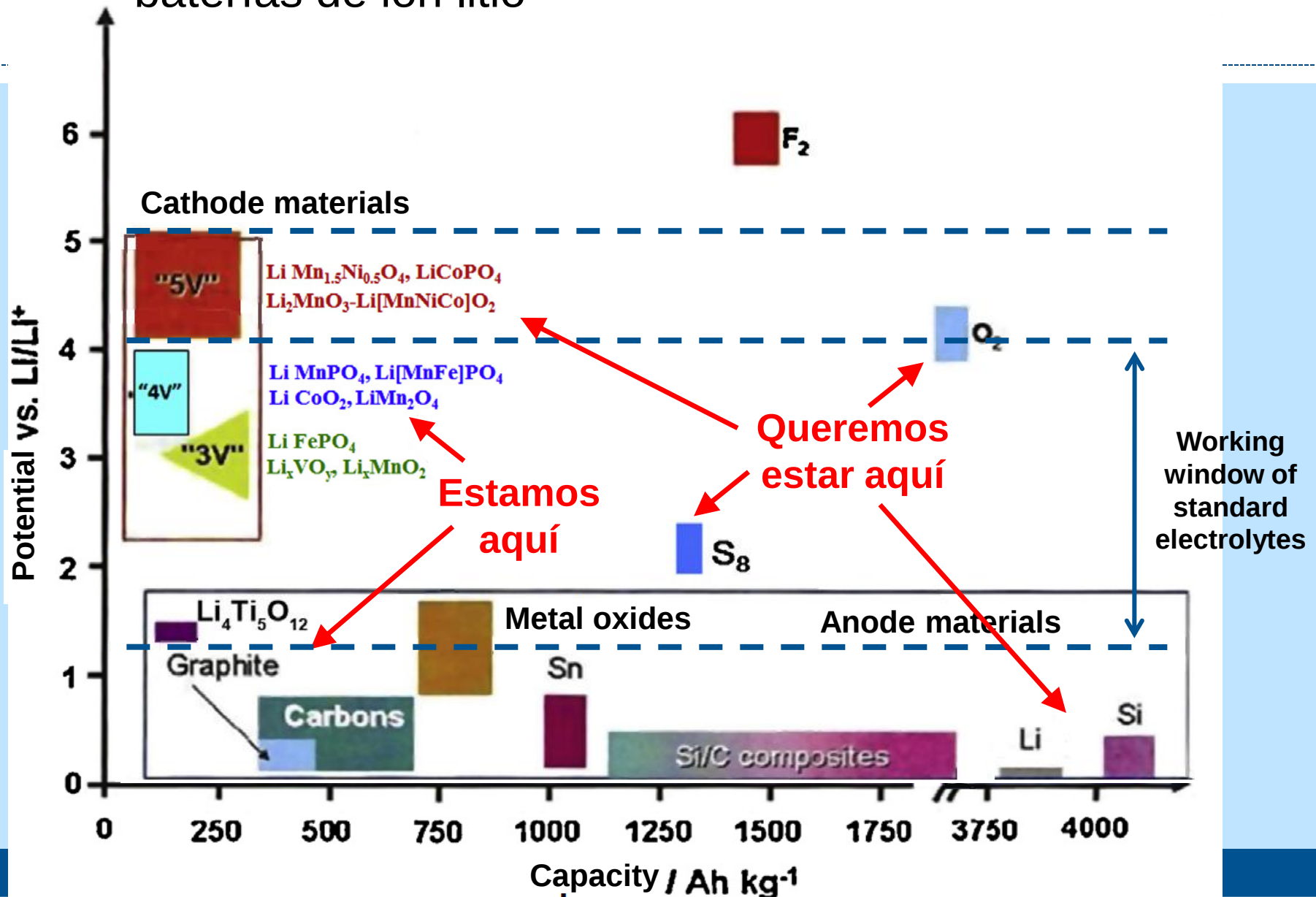


Infraestructura

Supercargadores

Carga inalámbrica

Materiales presentes y futuros para baterías de ion litio





INIFTA – Universidad Nacional de La Plata

Temas de trabajo: Baterías de ion litio y azufre litio





CITCA – Universidad
de Catamarca

Dr. Gabriel Correa
Dra. Rita Humana

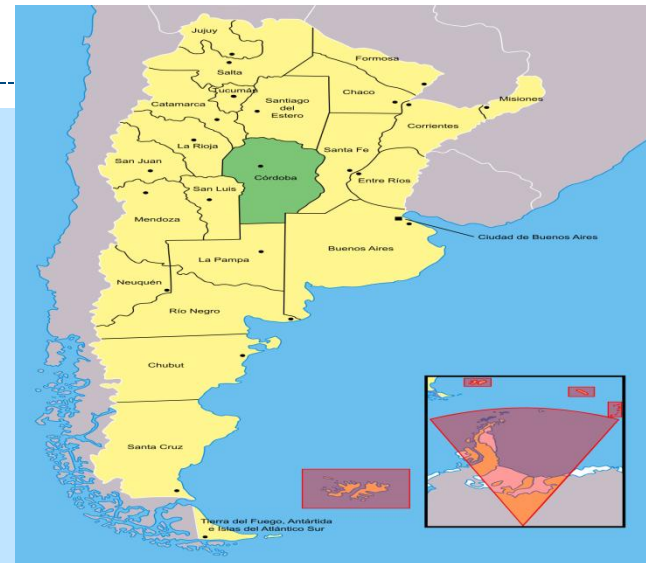
Laboratorio de Energías Sustentables

Baterías de Li-S

Separador

-Modificación del celgard con diferentes materiales

- Ventaja: procedimiento sencillo, evita el transporte de polisulfuros y la pérdida de material activo





LAB. YTEC (CONICET-YPF)





CIDMEJU

Centro de Investigaciones en Materiales y
Energía de Jujuy

Baterías del futuro ? Azufre Litio

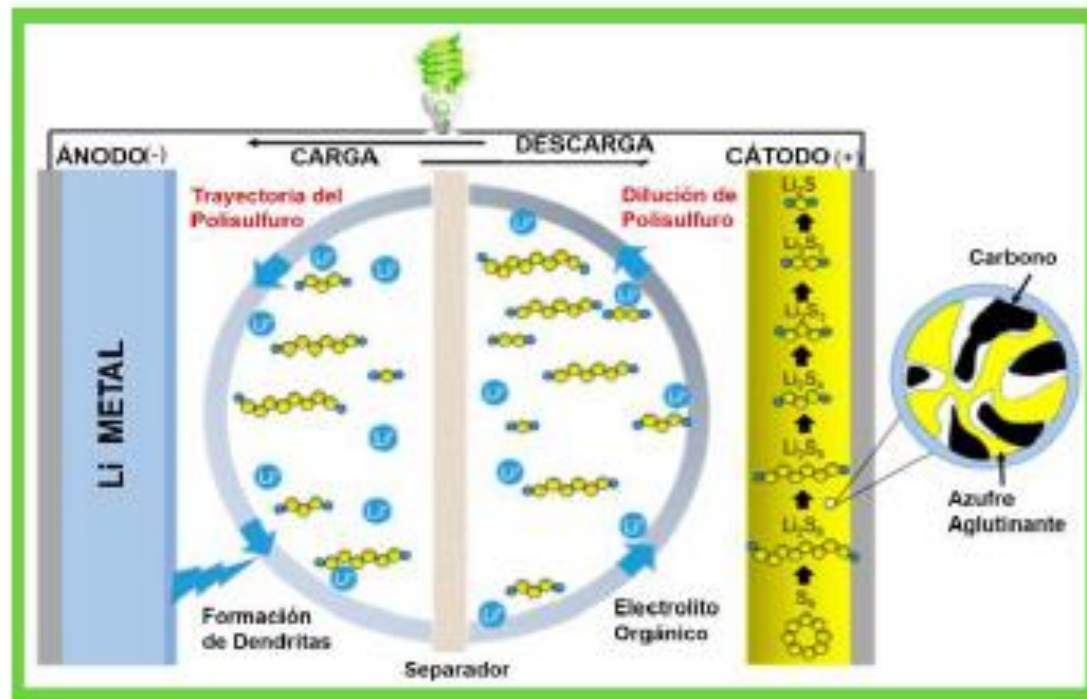


Fig. 2 Esquema de funcionamiento de una celda de litio azufre. (Fuente: 2)



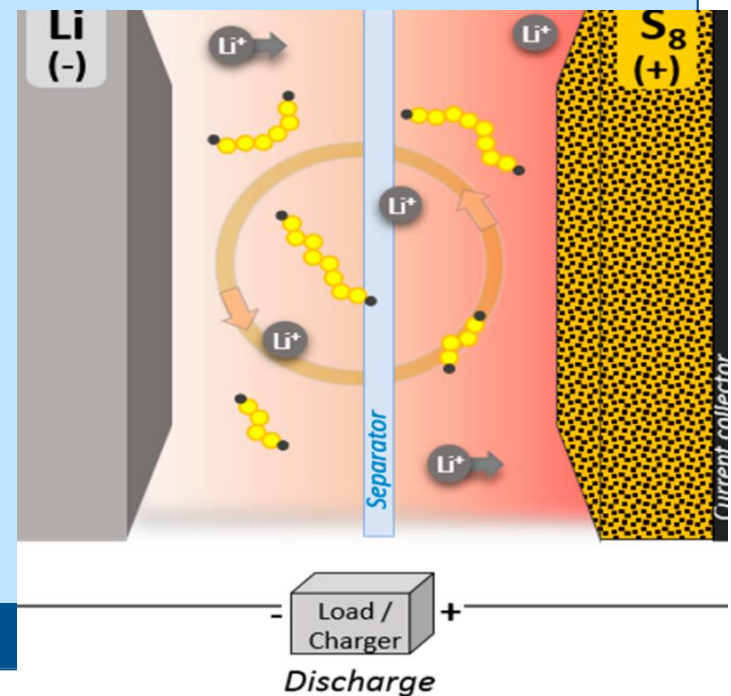
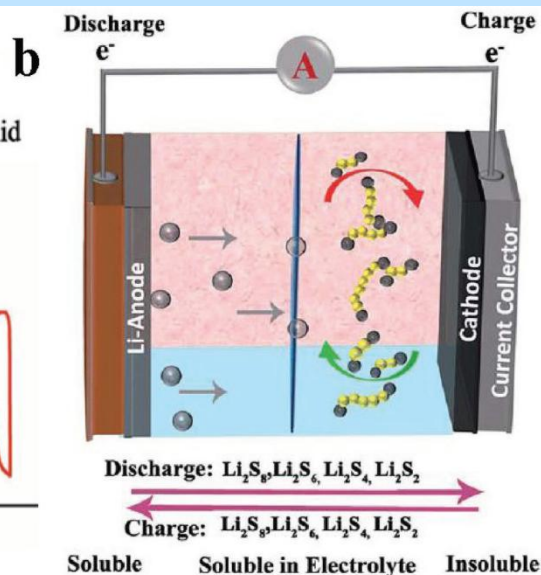
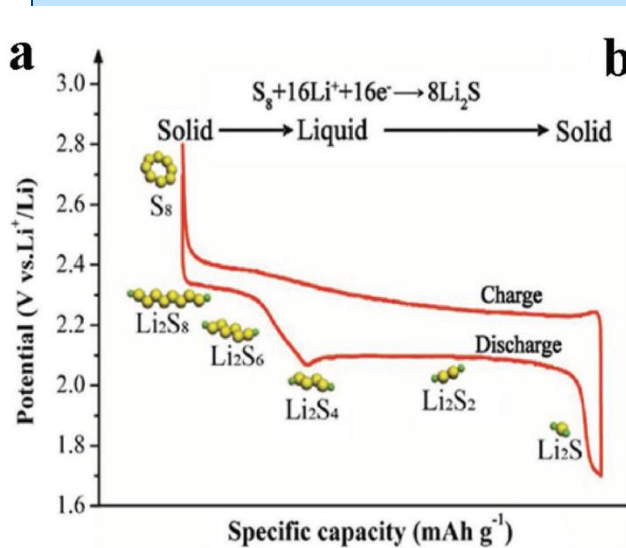
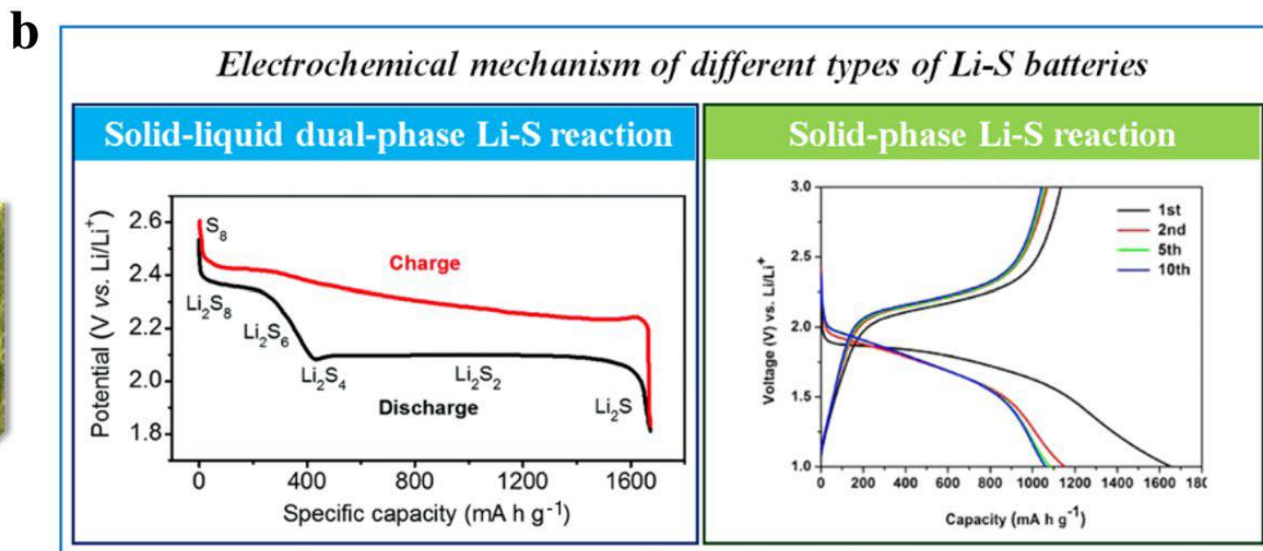
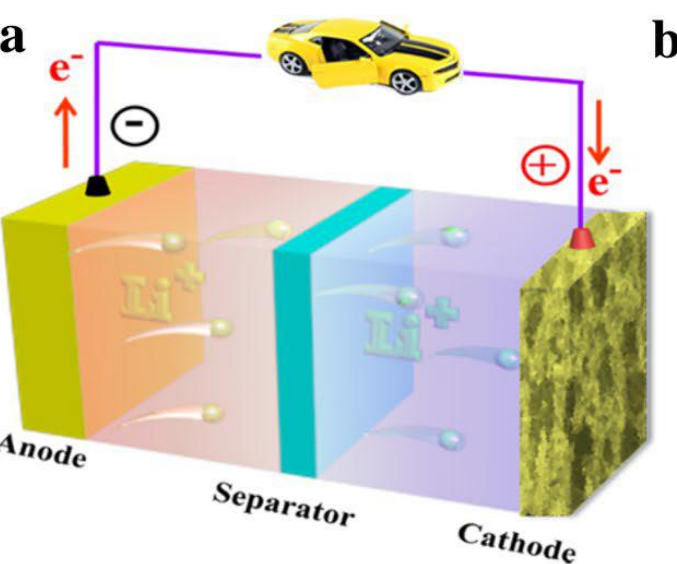
- **BATERIAS DE LITIO AZUFRE**

- Capacidad teórica de 2600 Wh/kg

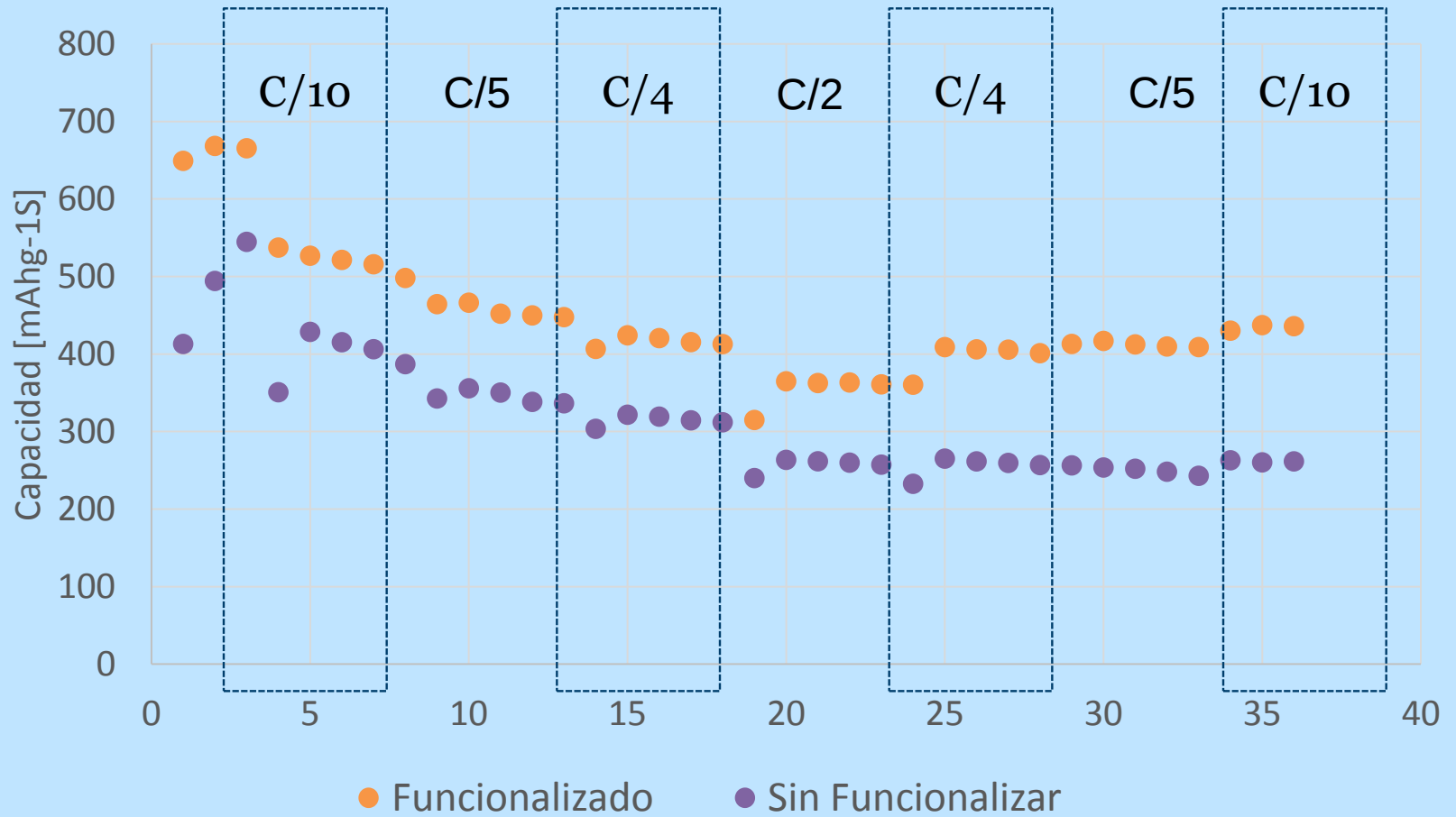
- Ideal para automóvil, drone

- Propiedades del azufre:

- 1675 mAh/g
- Biocompatible; 0.1% de la corteza terrestre
- Subproducto de la industria petrolera
- 125 USD/ton(S) – 16500 USD/ton(Li)
- **1.7% del precio del Li anódico**

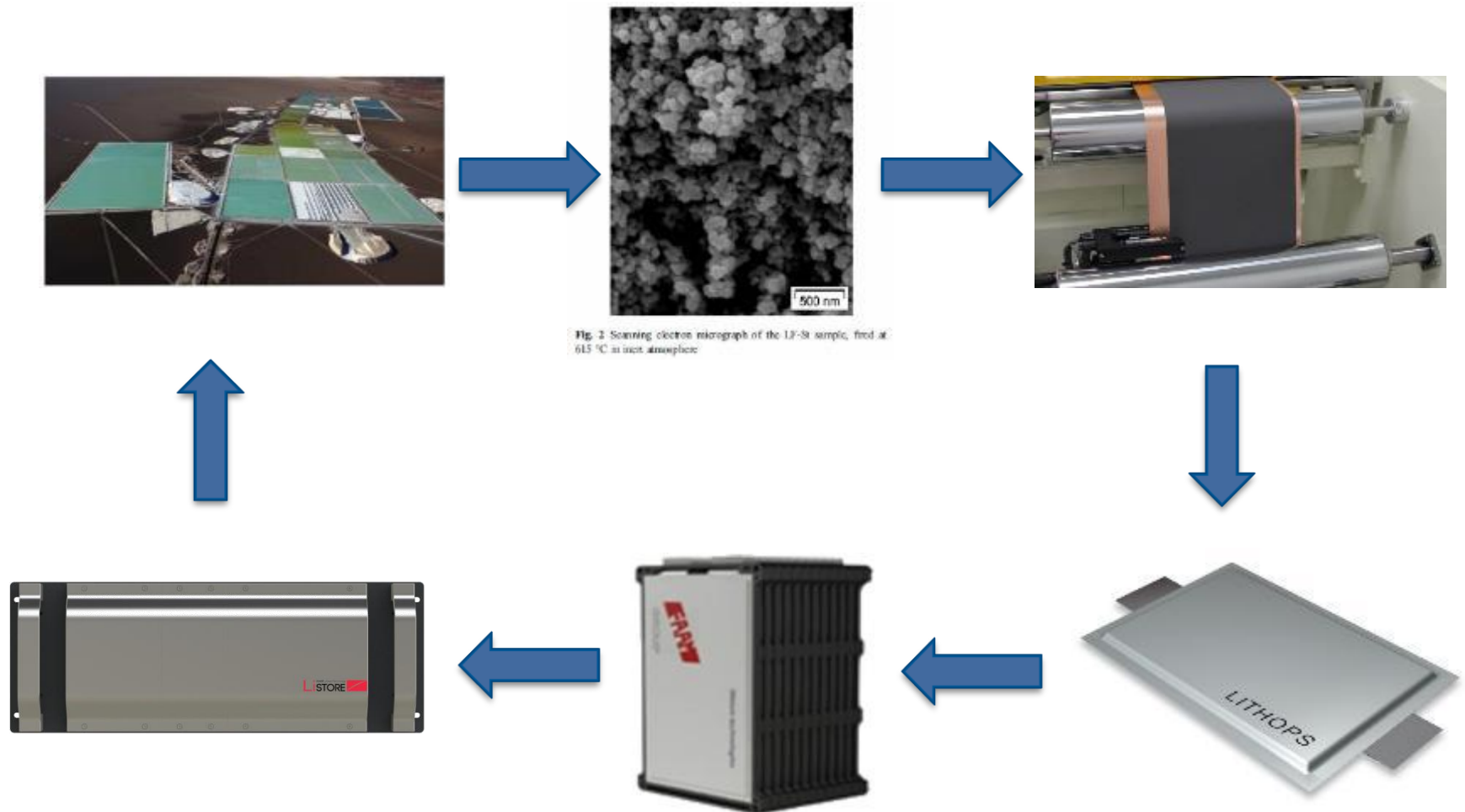


C-RATE



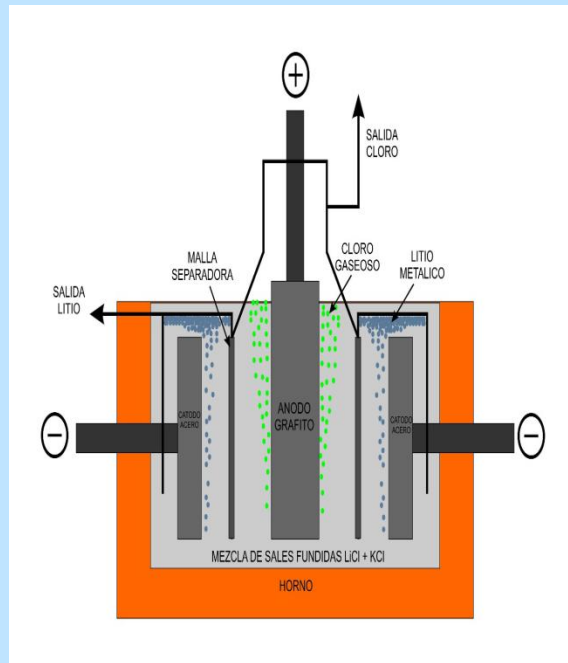
To create a full vertical supply chain business model in Jujuy to produce lithium-ion batteries for the local market

From “the cuddle to the grave”: from Lithium to recycling



Producción de litio metálico

Producción de litio metálico





Datos de producción:

Materias primas: LiCl, KCl, energía eléctrica.

Método: electrólisis en sales fundidas de un eutéctico con 45-55 %w de LiCl

Consumo teórico: 14,2 kWh/kgLi.

Consumo esperable: 28-32 kWh/kgLi

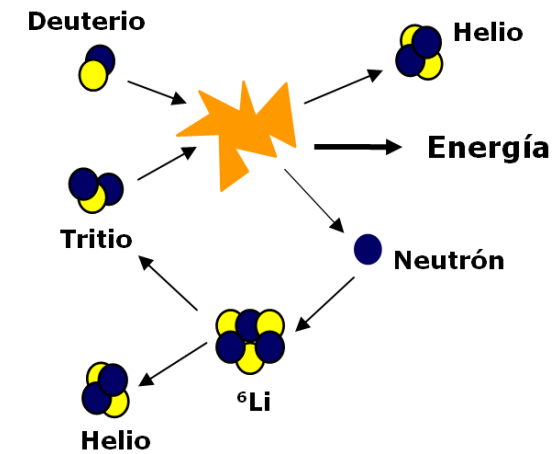
Temperatura: 400-460 °C

Voltaje teórico: 3,68 V. Tensión de celda: 6,0-6,8 V

Escala de las celdas industriales: 200-300 kgLi/día

Litio como combustible nuclear

Reacción de fusión nuclear

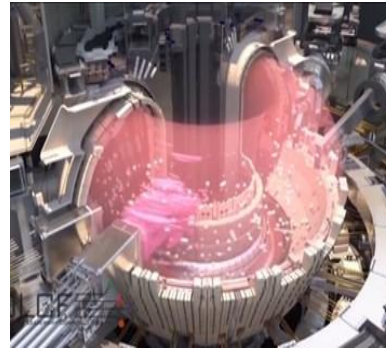


Síntesis de
cerámicos

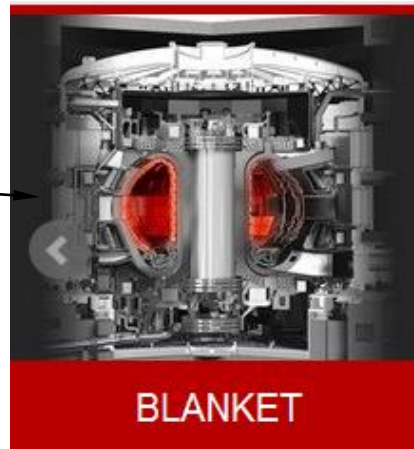
${}^6\text{Li}$

Separación
isotópica

Proyecto ITER Caradache, sur de Francia



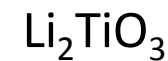
500 MW de potencia a partir de 50 MW de potencia inyectada ($Q=10$)



www.iter.org

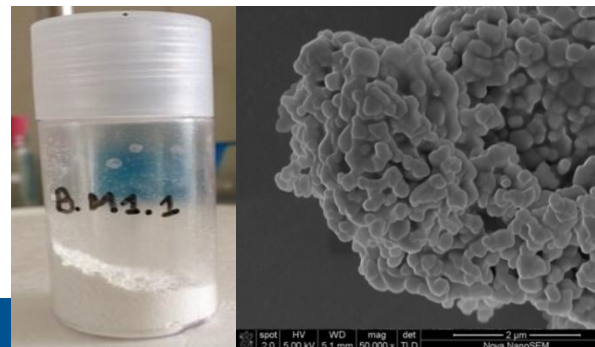
SCS (Solution Combustion

Synthesis)



Hydrothermal

synthesis



Futuro de las baterías e hidrogeno

Mientras que las baterías de ion-Litio tienen una densidad de energía de 100-200 Wh/kg, la nafta tiene una densidad práctica de 1700 Wh/kg.

- Un kg de litio produce 11680 Wh/kg, casi como la nafta teórica.
- Es necesario encontrar nuevas químicas para que ocurra.

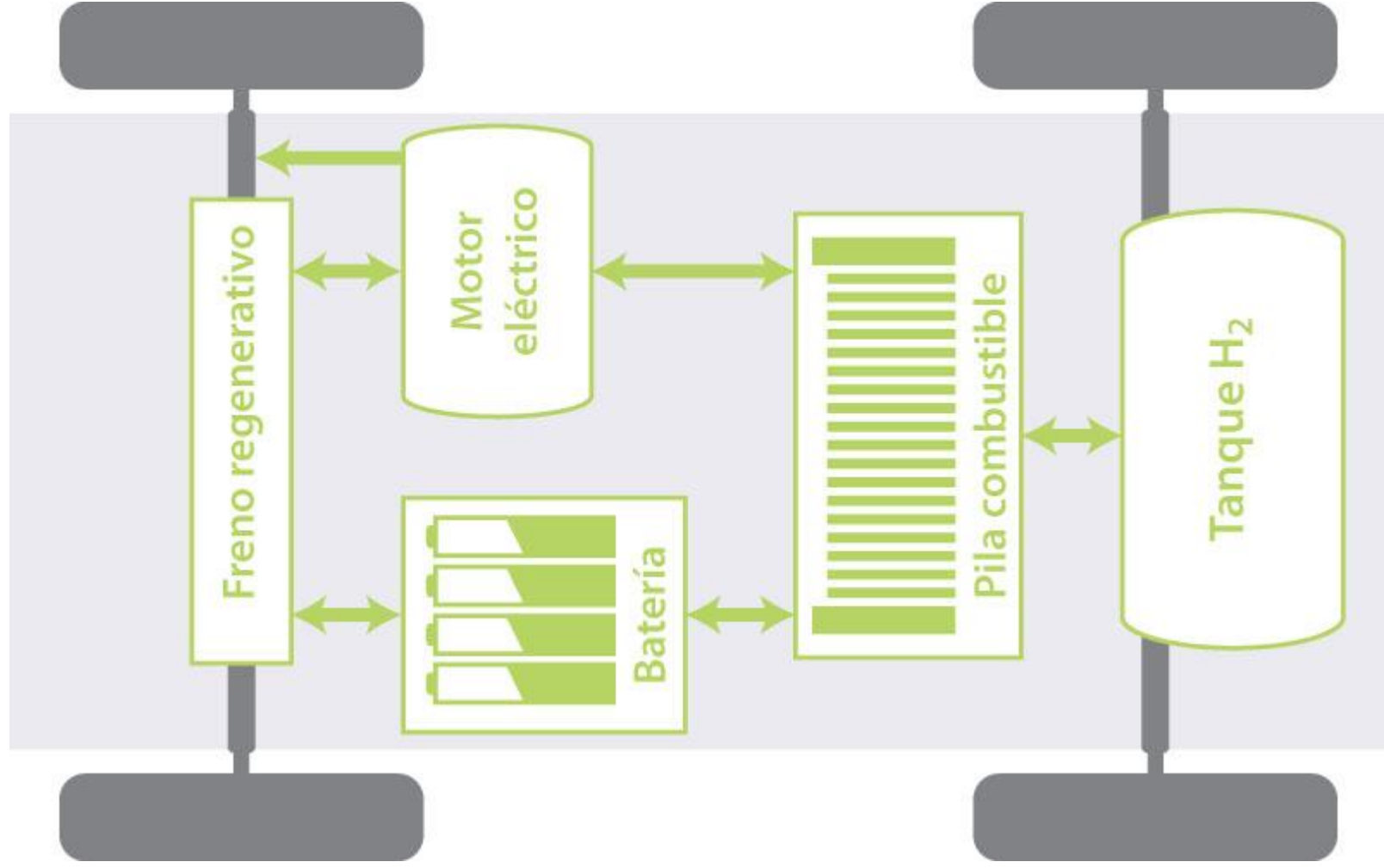
Precio del hidrógeno por electrolisis : 4.9 - 5.6 kW-h por cada m³ de hidrógeno producido o 5 dólares el Kg (se necesita 1 Kg para un autonomía de 100 Km del móvil)

\$ 2.0- \$ 2.5/kg para 2030 para hacer el hidrógeno una alternativa viable a los combustibles convencionales.

El costo de la energía renovable que representa hasta el 60% de los costos del hidrógeno verde, una disminución de \$ 10/MWh en el precio de la energía reduciría el costo del hidrógeno en \$ 0.4- \$ 0.5/kg.

Una caída de \$ 250/kW en el costo de capital del electrolizador reduciría el costo del hidrógeno en otros \$ 0.3- \$ 0.4/kg.

Finalmente, un aumento en los factores de capacidad del 40% al 50% reduciría el costo del hidrógeno en otros \$ 0.2- \$ 0.3 / kg.



Lo Urgente

- Necesidad que el país defina una estrategia de trabajo donde el litio sea una FUNCION DE ESTADO
- Estudios económicos serios donde las tecnologías de litio encuentre nichos de colocación y sean más que un mineral de exportación

**El litio en la Argentina: visiones y
aportes multidisciplinarios desde la
UNLP**

Francisco Javier Díaz (Coordinador)

Comité editorial: **Arnaldo Visintin,**
Ricardo Etcheverry, Nicolás Rendtorff

ISBN 978-987-8348-83-4

[https://unlp.edu.ar/vinculacion_tecnologica/
el-litio-en-la-argentina-visiones-y-aportes-
multidisciplinarios-desde-la-unlp-19728](https://unlp.edu.ar/vinculacion_tecnologica/el-litio-en-la-argentina-visiones-y-aportes-multidisciplinarios-desde-la-unlp-19728)



Gracias

Dr. Arnaldo Visintin
INIFTA - UNLP