

# ROL DE CORFO EN LA PROMOCIÓN DE LA INTEGRACIÓN LOCAL EN LAS CADENAS DE VALOR DEL LITIO

Seminario: Innovación dentro de la cadena de valor de litio en  
América Latina y Reino Unido  
Santiago, Abril 2018

Marcela Angulo – Fernando Hentzschel  
Gerencia de Capacidades Tecnológicas CORFO



Gobierno  
de Chile

# MISION Y AREAS DE TRABAJO DE CORFO

## CORFO

Agencia de Desarrollo Económico de Chile

Fundada en 1939

### Misión

Mejorar la competitividad y la diversificación productiva del país, a través del fomento a la inversión, la innovación y el emprendimiento, fortaleciendo, además, el capital humano y las capacidades tecnológicas para alcanzar el desarrollo sostenible y territorialmente equilibrado.



# TRANSFORMACIONES GLOBALES: OPORTUNIDADES Y DESAFÍOS PARA CHILE

## REVOLUCIÓN DIGITAL & INDUSTRIA 4.0



## CAMBIO CLIMÁTICO, ENERGÍAS LIMPIAS, ELECTROMOVILIDAD



Innovación Sistémica: clave para aumento de la productividad en la era de las tecnologías disruptivas

# CAMBIO CLIMATICO Y ENERGIAS LIMPIAS

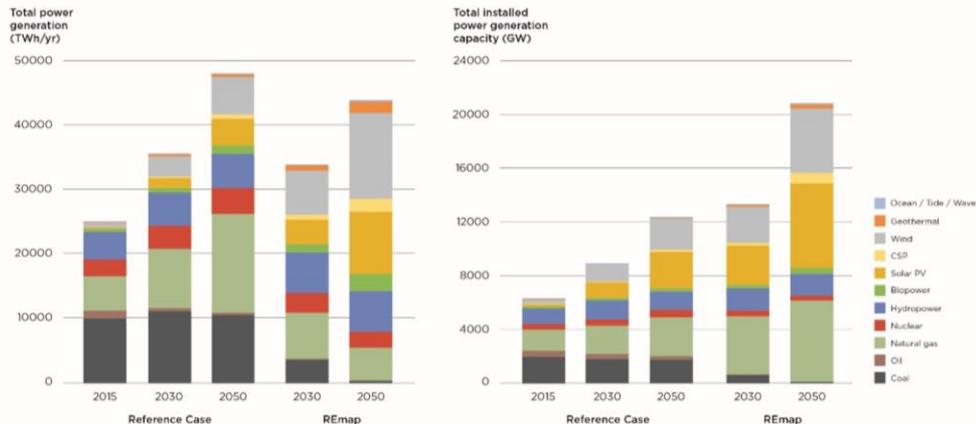
## PERSPECTIVES FOR THE ENERGY TRANSITION

Investment Needs for a  
Low-Carbon Energy System

IEA-IRENA  
Abril 2017

Solar y eólica se consolidan como las  
2 tecnologías predominantes

Figure 3.14 • Power generation capacity and total electricity generation by technology in the Reference Case and REmap, 2015-2050



# ELECTROMOVILIDAD: MERCADO EN EXPANSIÓN Y PAÍSES DESARROLLADOS ADOPTAN POLÍTICAS RÁPIDAMENTE

## Holanda prohibirá venta de autos a gasolina en 2025

miércoles, 20 de abril de 2016



## Francia prohibirá la venta de coches que funcionan con gasolina o diésel

Escrito por Sergio Hidalgo  
Viernes, 07 Julio 2017 09:32

La histórica medida ayudará a la ecología.

**Golpe al petróleo: Noruega prohibirá carros de gasolina y diésel en 2025 (y no es el único)**

CAMBIO DE MODELO

## China dejará de fabricar coches de gasolina y diésel

Pekin afirma que se concentrará en la producción de vehículos eléctricos "en un futuro cercano"

Autos

## Los autos a nafta ya tienen fecha de extinción

Mientras algunos países ya aprobaron leyes de proscripción a los vehículos tradicionales, una organización europea validó el momento en que se dejarán de vender modelos con motor a combustible. La era de los eléctricos se acerca

## Gran Bretaña prohibirá los autos a gasolina a partir de 2040

El Reino Unido es el último en unirse a un movimiento global, pero el alcalde de Londres dice que no es suficiente.

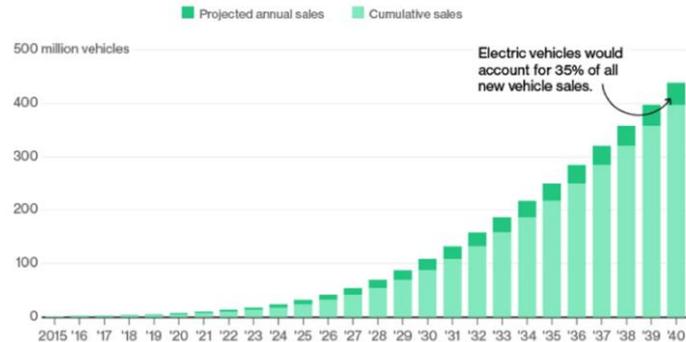
*La caída en los precios de las baterías hará que los vehículos eléctricos sean competitivos antes de 2025*

# 2040

+60 MM  
autos  
eléctricos al  
año

### The Rise of Electric Cars

By 2022 electric vehicles will cost the same as their internal-combustion counterparts. That's the point of liftoff for sales.



Sources: Data compiled by Bloomberg New Energy Finance, Merkleins

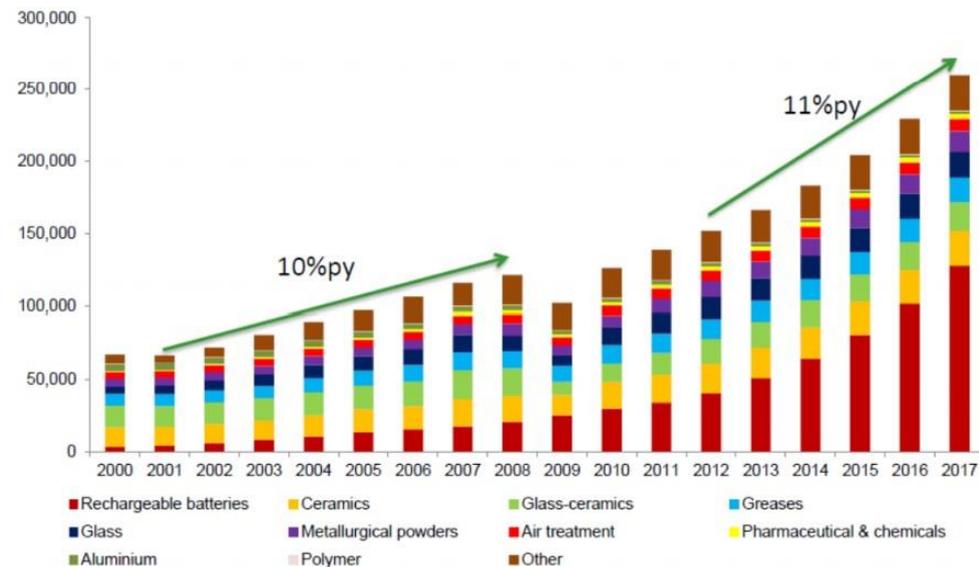


# TRANSFORMACIÓN DEL MERCADO DE USOS FINALES



Application		Products
Traditional Uses		<ul style="list-style-type: none"> <li>Spodumene</li> <li><math>\text{Li}_2\text{CO}_3</math></li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>LiOH</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Li Organometallics fed by Li Metal LiCl</li> </ul>
Energy		<ul style="list-style-type: none"> <li>BG <math>\text{Li}_2\text{CO}_3</math></li> <li>BG LiOH</li> <li>BG Li Metal</li> <li>BG Electrolyte Salts</li> <li>BG LiCl</li> <li>BG Alloys</li> <li>BG Specialty Compounds</li> </ul>
		
		
		

Exhibit 3: World Consumption of Lithium by End-Use



Source: Lithium Market Outlook 2017, Roskill Information

# CADENA DE VALOR DEL LITIO PARA EV

Procesamiento  
de material  
básico



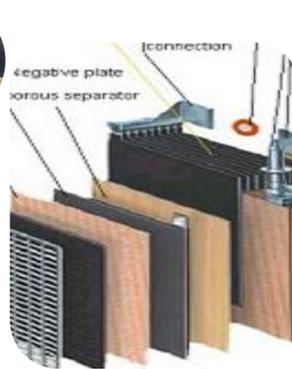
- Cloruro de litio (LiCl)
- Carbonato de litio ( $\text{Li}_2\text{CO}_3$ )
- Hidróxido de litio (LiOH)
- Nitrato de litio ( $\text{LiNO}_3$ )
- ...

Manufactura de  
componentes activos e  
inactivos



- Cátodos: Li, Mn, Ni, Co, Fe, P... láminas delgadas Al, C
- Ánodos: grafito purificado, láminas delgadas Cu, C..
- Electrolitos: soluciones orgánicas, de sales de Li ( $\text{LiPF}_6$ ), aditivos polímeros, separadores...
- Binders (compuestos funcionales)
- ...

Producción de  
celdas de baterías



- Empaque: laminado metálico (acero, aluminio)
- Plomo
- aislantes
- Ventilación
- ...

Ensamblaje con  
control térmico y  
de carga eléctrica



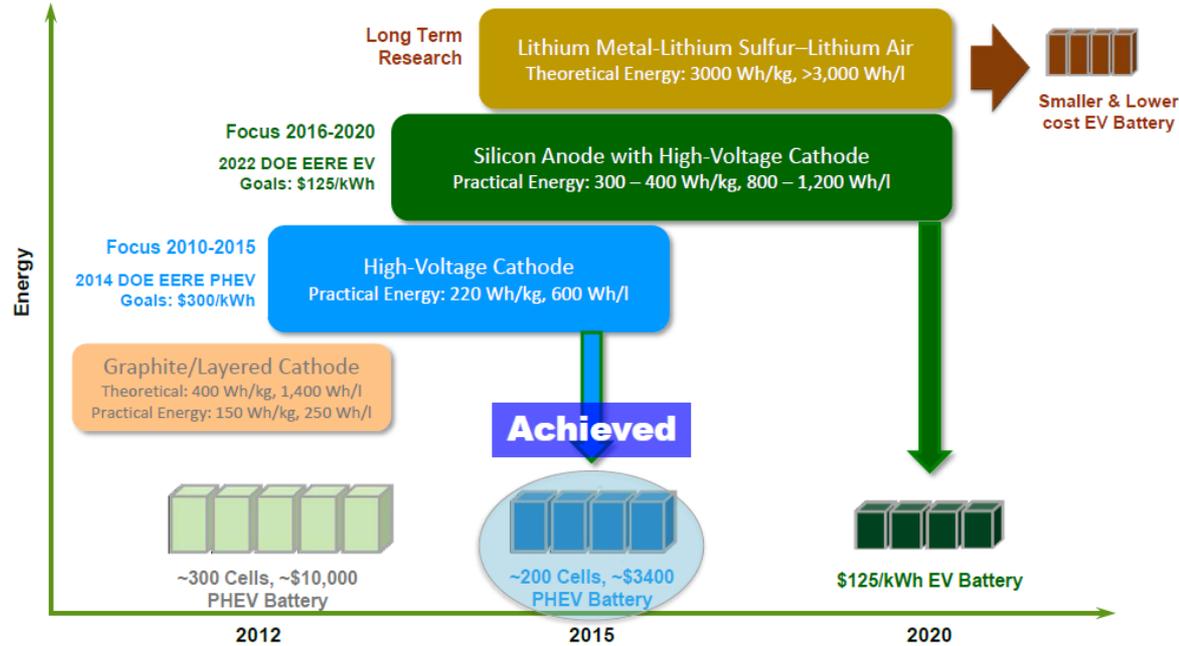
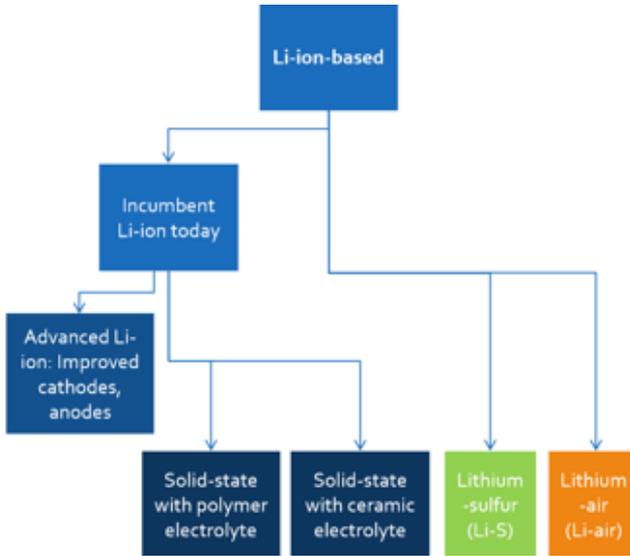
- Componentes:
- Mecánicos
  - Eléctricos
  - Electrónicos
  - ...

Integración



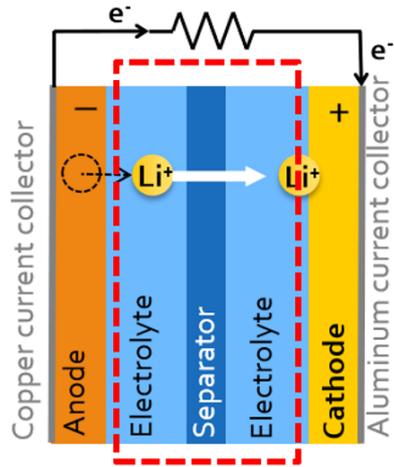
- Elementos individuales: motor, neumáticos, carrocería, sistemas de posicionamiento
- ...

# TENDENCIAS TECNOLÓGICAS EN LITIO PARA EV



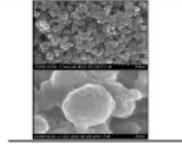
# TENDENCIAS TECNOLÓGICAS EN LITIO PARA EV

Priorización de I+D para desarrollo de cátodos y electrolitos de alto voltaje junto con ánodos de aleaciones metálicas de alta capacidad.



## Advanced Materials Research

SEM of  $\text{Li}_x\text{FeSiO}_x/\text{C}$  nanospheres



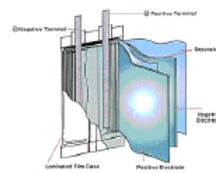
- High energy cathodes.
- Alloy, lithium metal anodes.
- High voltage electrolytes.
- Solid State.

### Cell Materials Targets

- Anode capacity  $>1,000\text{mAh/g}$ .
- Cathode capacity  $>300\text{mAh/g}$ .
- High-voltage cathodes & electrolytes stable up to 5 V.
- Solid-polymer electrolytes with  $>10^{-3}\text{ S/cm}$  ionic conductivity.

## High Energy & Power Cell R&D

Aluminum Laminate Package



- High energy couples.
- High energy and rate electrodes.
- Fabrication of high E cells.
- Cell diagnostics.
- Improved manufacturing processes.

### Cell Targets

- 350 Wh/kg.
- 750 Wh/Liter.
- 1,000 cycles.
- 10+ calendar year life.

## Full System Development & Testing



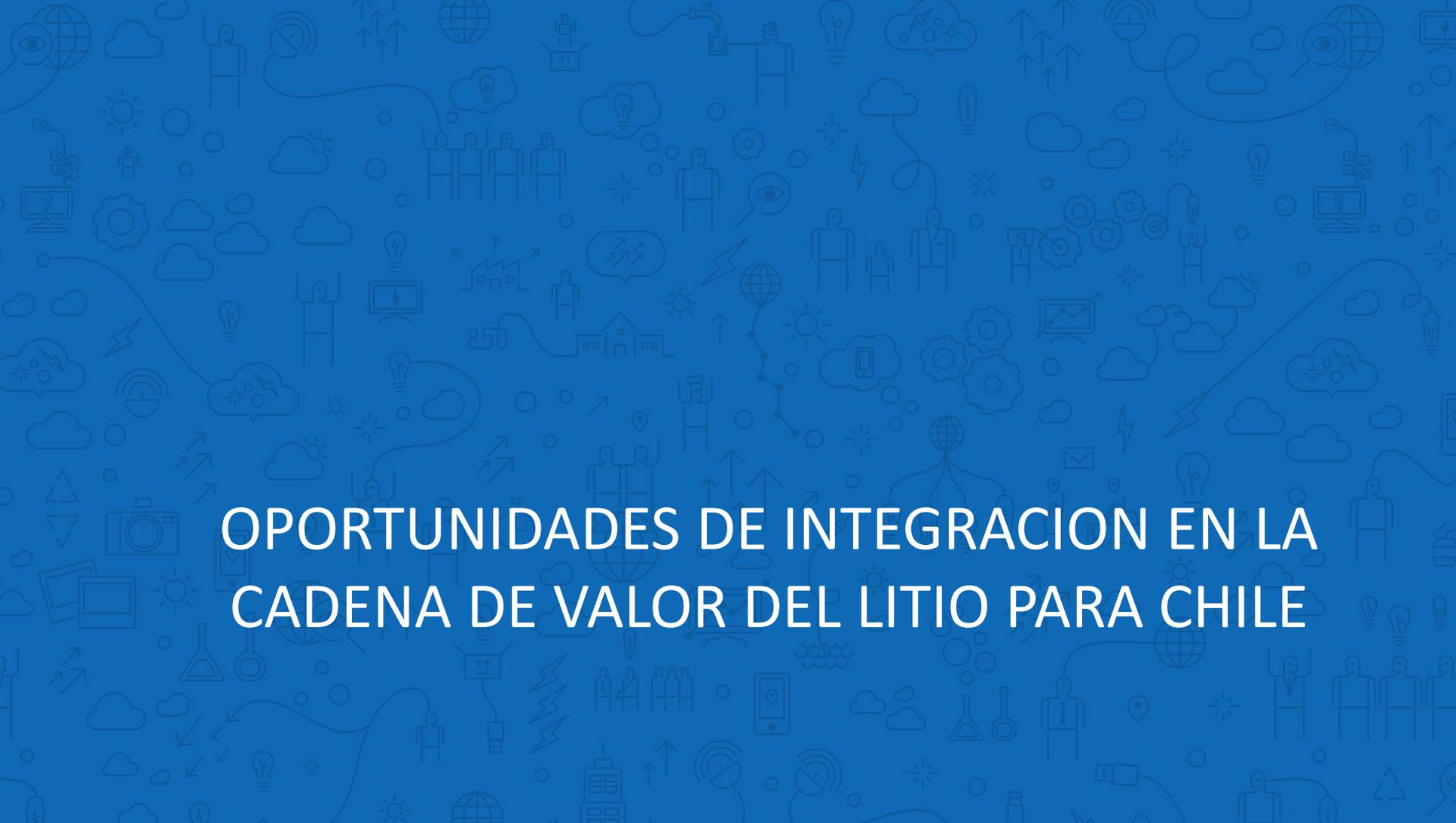
- Focus on cost reduction, life and performance improvement.
- Robust battery cell and module development.
- Testing and analysis.
- Battery design tools.

### Battery Pack Targets

- \$125/kWh EV pack cost.
- Fast charge (80% SOC in 15 minutes).
- \$180 12 V start/stop pack cost.

# TENDENCIAS TECNOLÓGICAS EN LITIO PARA EV





# OPORTUNIDADES DE INTEGRACION EN LA CADENA DE VALOR DEL LITIO PARA CHILE

# RELACIÓN VIRTUOSA: ELECTROMOVILIDAD, ENERGÍAS RENOVABLES Y MINERÍA VERDE

## ELECTROMOVILIDAD

La demanda por litio y cobre es empujada por la circulación de **autos eléctricos y vehículos híbridos**, respondiendo además a normas medioambientales y consumidores **cada vez más conscientes del cambio climático**, con lo cual estos minerales deben ser verdes.



## ENERGÍAS RENOVABLES

Las ERNC son una gran oportunidad para mejorar la huella de carbono en la minería

Por una parte, las ERNC tienen hoy una **oferta muy competitiva** en precio, y por otra, sus **nulas emisiones**.



LITIO

MINERÍA VERDE

COBRE

Producción de metales con **una huella de carbono baja** y **trazable** que accederán a **nuevos mercados** demandantes de minerales producidos bajo estándares medioambientales más exigentes

80-85  
kg Cu  
auto  
eléctrico

40-80  
kg Li  
batería  
auto

# OPORTUNIDAD PARA CHILE: PRINCIPAL PRODUCTOR DE MINERÍA VERDE BASADA EN ENERGÍA SOLAR

## Mayor potencial solar

>3.500 kWh/m<sup>2</sup> año  
~ 4.000 horas de sol año

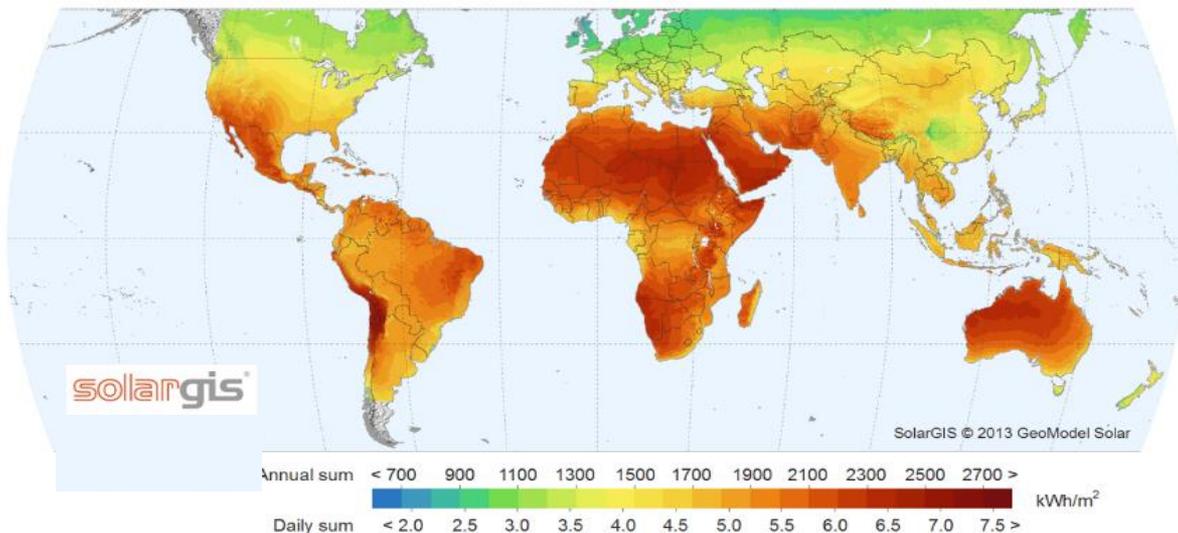
## Principal distrito minero metálico del mundo

5,5 millones de ton de cobre al año  
~ 1/3 producción mundial

## Posición fuerte en minería no metálica

Líder en producción de litio, nitratos naturales, iodo.  
> 50% de las reservas mundiales de litio

## Singularidad del Desierto de Atacama



# ESTRATEGIA DE INNOVACIÓN - VISIÓN 2025

**Chile: principal proveedor de litio y cobre de baja emisión para la industria de autos eléctricos**

Principal productor mundial de Litio

Abastecimiento seguro de Carbonato e Hidróxido de Litio grado batería

Otros productos de litio con valor agregado

Principal productor mundial de cobre de baja emisión

Abastecimiento de electricidad con energía solar continua (mix PV/CSP con almacenamiento) a precio promedio de 50 USD/MWh

Sustitución de combustibles fósiles por Hidrógeno y otros combustibles sintéticos con enfoque de Economía Circular



# POSICION DE CHILE EN EL ABASTECIMIENTO DE LITIO

**Pertenencias mineras del Salar de Atacama son propiedad de CORFO.**

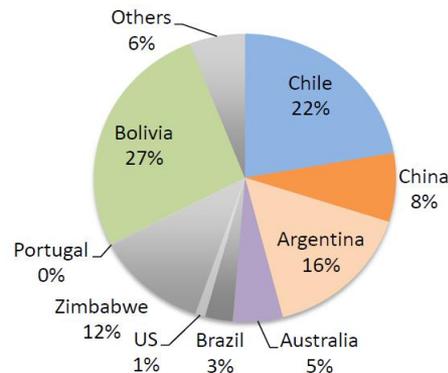
## Contratos

- **Albemarle: 140 kTons de LCE hasta 2043**
- **SQM: 216 kTons de LCE hasta 2030**

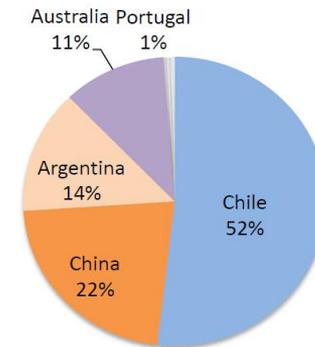
## Nuevas Cláusulas:

- Se obliga a vender hasta un 25% de la capacidad de producción, a un precio preferente, a productores especializados, que se establezcan en Chile para que elaboren productos con valor agregado.
- Compromiso de aportes a distintos institutos de I+D por US\$ 18 millones al año, mientras dure el contrato.
- Compromiso de aportar 1,7% de las ventas que benefician obras municipales e inversión pública. Aporte adicional para el desarrollo de las Comunidades.

## RECURSOS DE LITIO

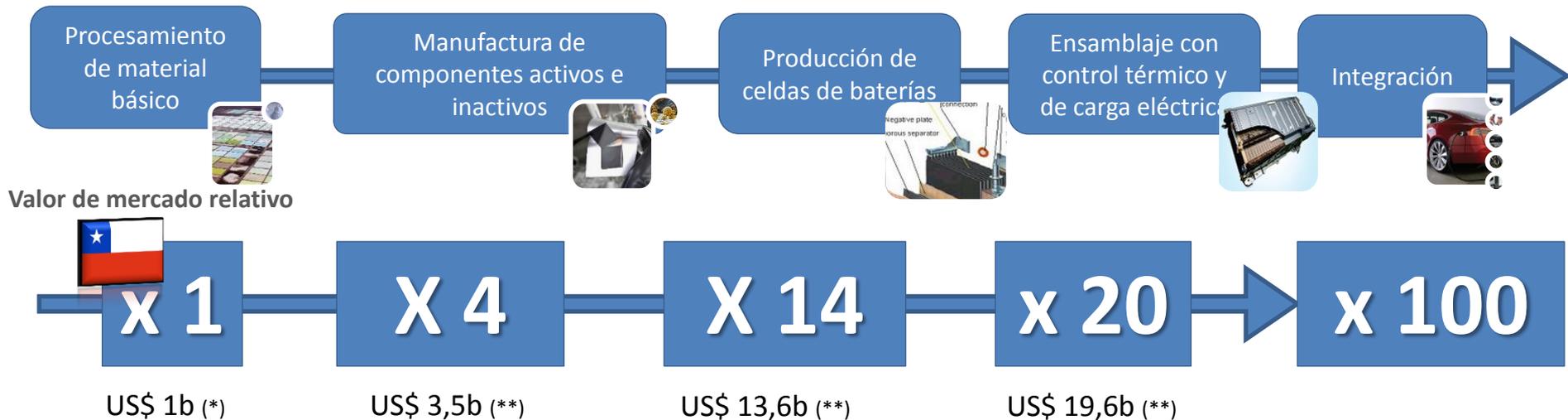


## RESERVAS DE LITIO



*Fuente: Signumbox en base a USGS 2017*

# CADENA DE VALOR DEL LITIO PARA EV



## Principales actores por eslabón



# PROGRAMAS DE FOMENTO VALOR AGREGADO – CORFO/INVESTCHILE

## Convocatoria **Litio**

### Lithium Call



Colabora:



Precios Preferentes de Litio.  
Aseguramiento de Suministro.

- 13 Manifestaciones de Interés recibidas
- 7 Propuestas Preseleccionadas
- 6 Proyectos recibidos

## 3 Proyectos Finalistas

Materiales para cátodos LFP, NMC, LMO, LTO

- US\$ 754 millones - inversión estimada en Chile
- 664 Puestos de trabajo (628 locales)



# CAPACIDADES TECNOLÓGICAS – INICIATIVAS EN DISEÑO



PROGRAMA  
**ENERGÍA SOLAR**



## INSTITUTO TECNOLOGICO SOLAR MINERO

Electricidad Solar  
FV Alta Radiación

Area Térmica Solar  
CSP y  
Almacenamiento

Combustibles  
Solares

Materiales  
Avanzados

Trazabilidad  
(huella carbono y  
otros)

- Almacenamiento térmico.
- Nuevos usos Li/Cu
- Copper Foil, otros

EN FASE DE DISEÑO

APORTE DE CERCA DE USD 70 MILLONES EN 10 AÑOS DESDE EL ROYALTY A LA I+D DE LOS CONTRATOS DE LITIO

# ROL DE CORFO EN LA PROMOCIÓN DE LA INTEGRACIÓN LOCAL EN LAS CADENAS DE VALOR DEL LITIO

Seminario: Innovación dentro de la cadena de valor de litio en  
América Latina y Reino Unido  
Santiago, Abril 2018

Marcela Angulo – Fernando Hentzschel  
Gerencia de Capacidades Tecnológicas CORFO



Gobierno  
de Chile