



**BUSO**  
GROUP



**Consortio ABC** (Ambar-Busso-CEA)

-

**Proyecto ABC** (Ampère-Black-Cavendish)

-

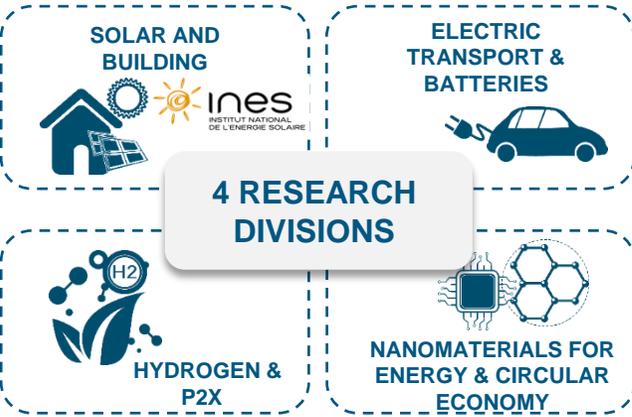
**GENERACIÓN DE HIDRÓGENO CON  
CALOR RESIDUAL EN FUNDICIONES DE COBRE**

- **Empresa chilena de ingeniería** fundada en 1990
- Staff permanente de 50+ profesionales
- **Automatización y control de procesos industriales**
- Soluciones industria 4.0 con impacto en la productividad
- **Amplia experiencia en minería**, celulosa, refinerías y energía
- Área de I+D+i creada en 2015
  - Multidisciplinaria y orientada en minería
  - 2 proyectos pilotaje minería
  - Desarrollo generador Stirling (1 patente USA, presentado en Stand Codelco FIRAN 2019)
- Apertura de Ambar Argentina en Enero de 2020

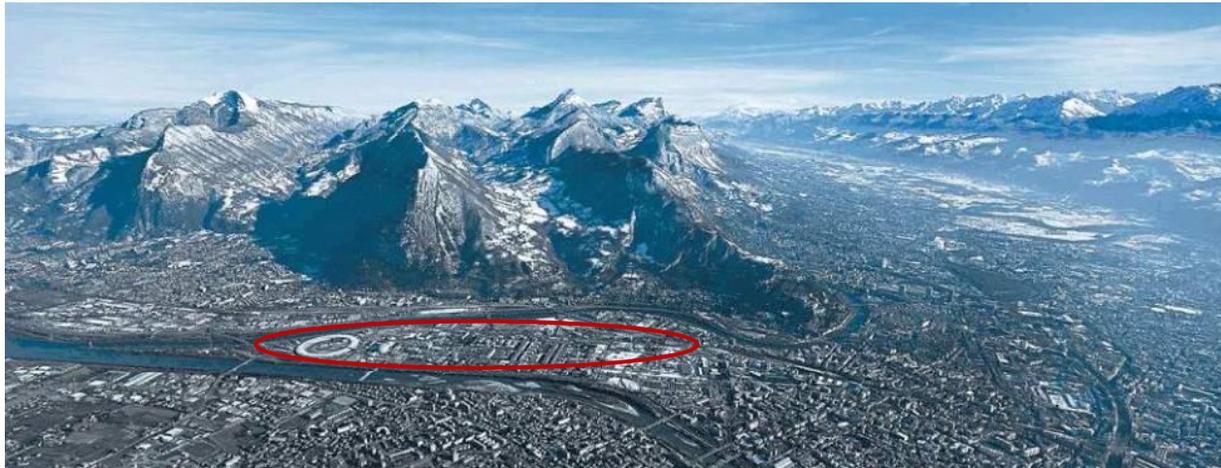


- Empresa chilena de ingeniería
- Facturación USD 34 millones
- Integradores y desarrolladores
- **Representación en Chile de Plug Power y Green Hydrogen Systems**



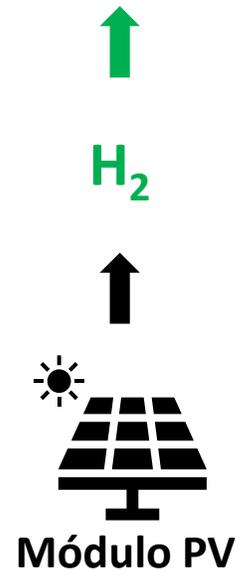
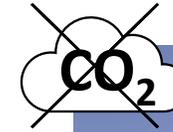


**Misión:** apoyar la industria hacia una descarbonización competitiva  
**2 sitios** (infra. & equip. >300M€) para prototipaje pre-industrial  
1100 empleados, 1.200+ patentes, **250+ clientes industriales**  
**14 plataformas** para pilotaje tecnológico

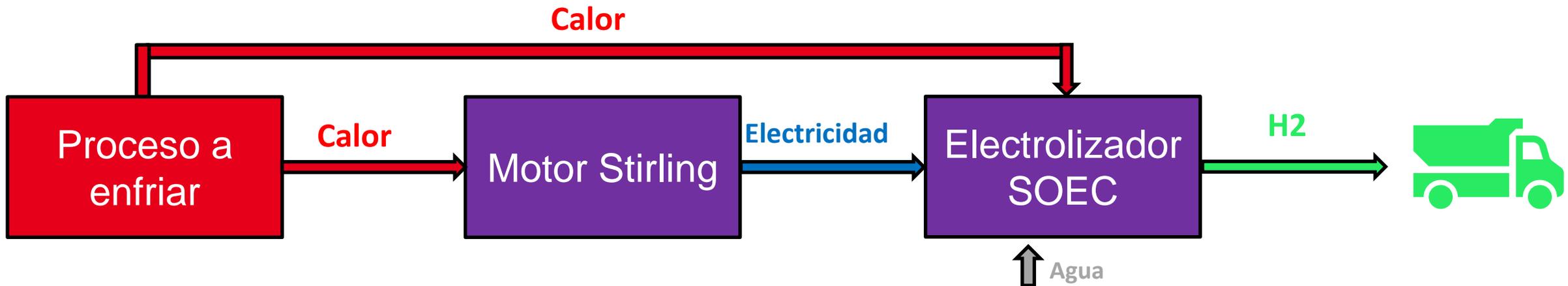


## Compromiso carbono-neutralidad:

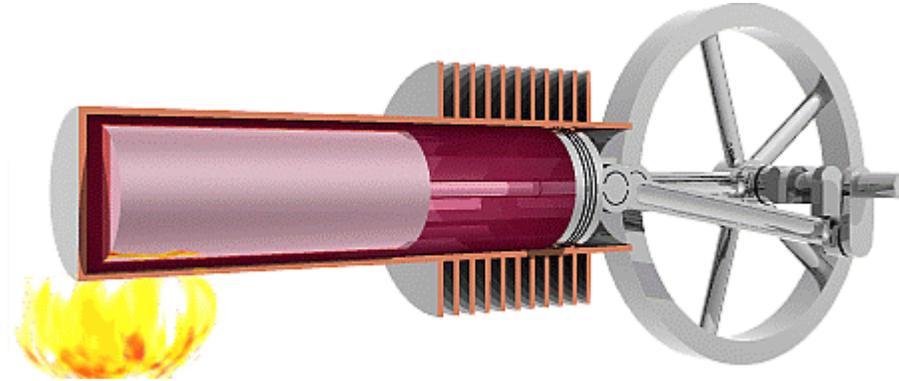
- Emisiones directas → camiones CAEX
- **H2 verde para reemplazar diesel** en camiones CAEX
- Actividad minera en zonas desérticas → **PV-H2**
  - ~ 5 GW de PV para abastecer en H2 solar todos los camiones CAEX de Chile
  - Desafío en costos y ciclo de vida (vida útil módulos PV reducida en el desierto)
    - Actualmente no existe política reutilización o reciclaje de módulos PV



- Solución alternativa desde los hornos de fundición de cobre
  - **Generar H2 con calor residual de procesos** en base a 2 tecnologías:
    - **Motor Stirling** (Ambar) capta el calor y genera electricidad para alimentar un **electrolizador SOEC**.
- Necesidad de enfriar procesos se convierte en una oportunidad



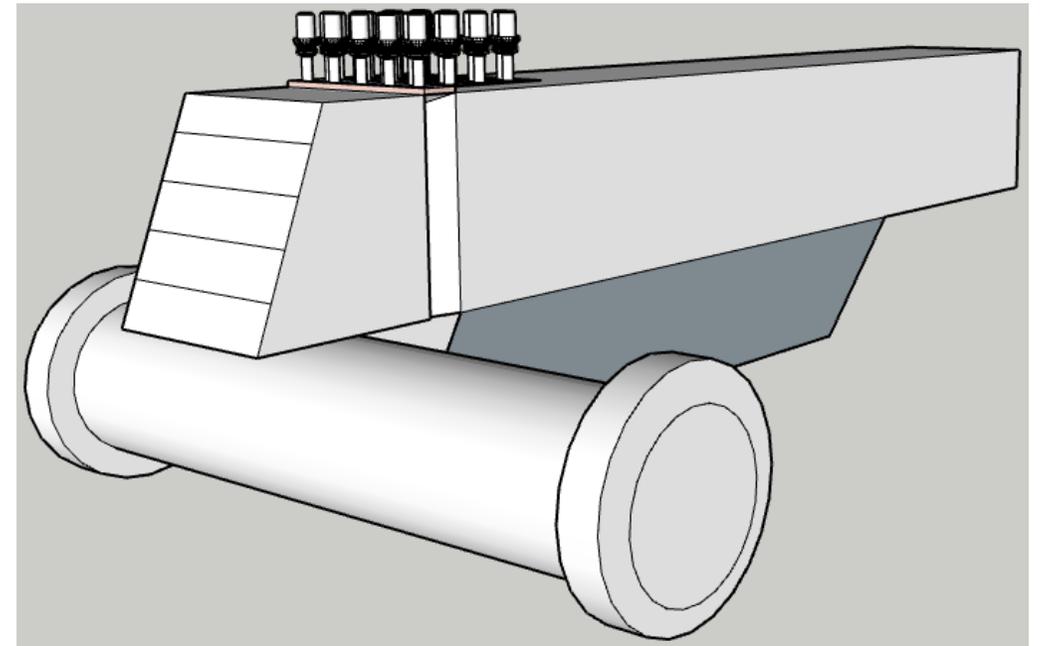
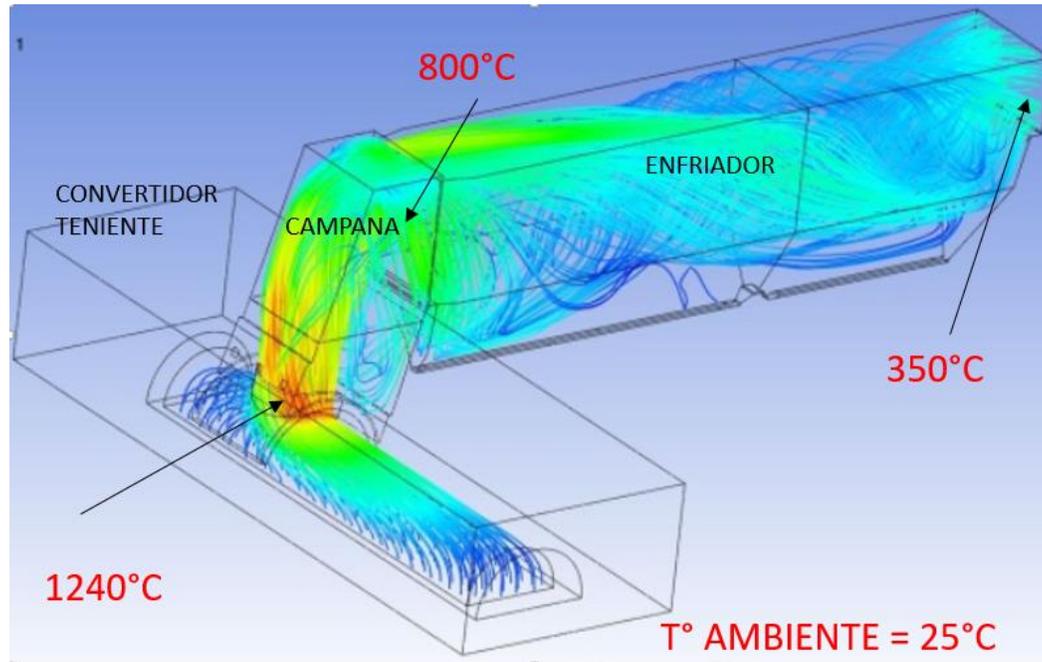
# GENERADOR STIRLING



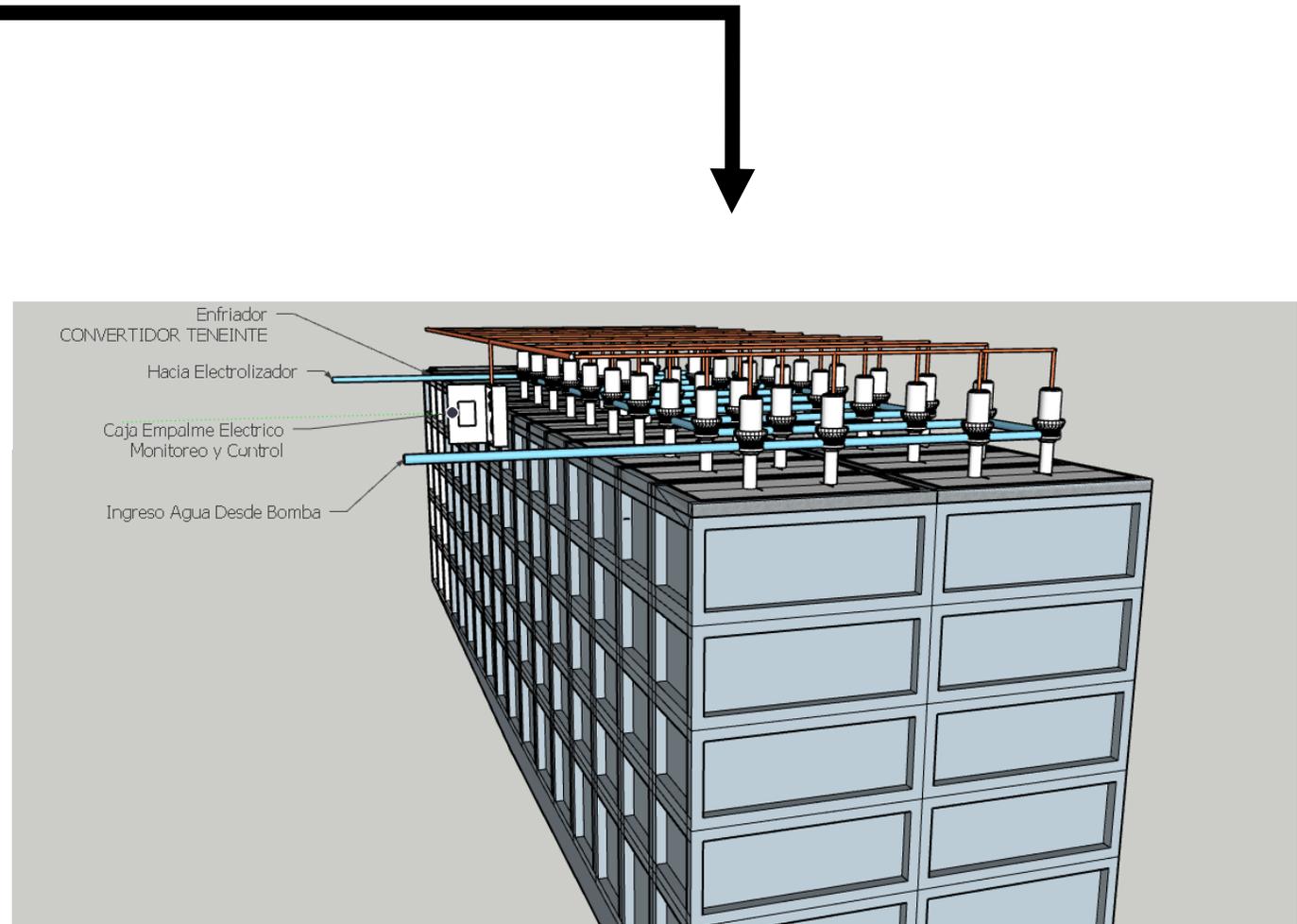
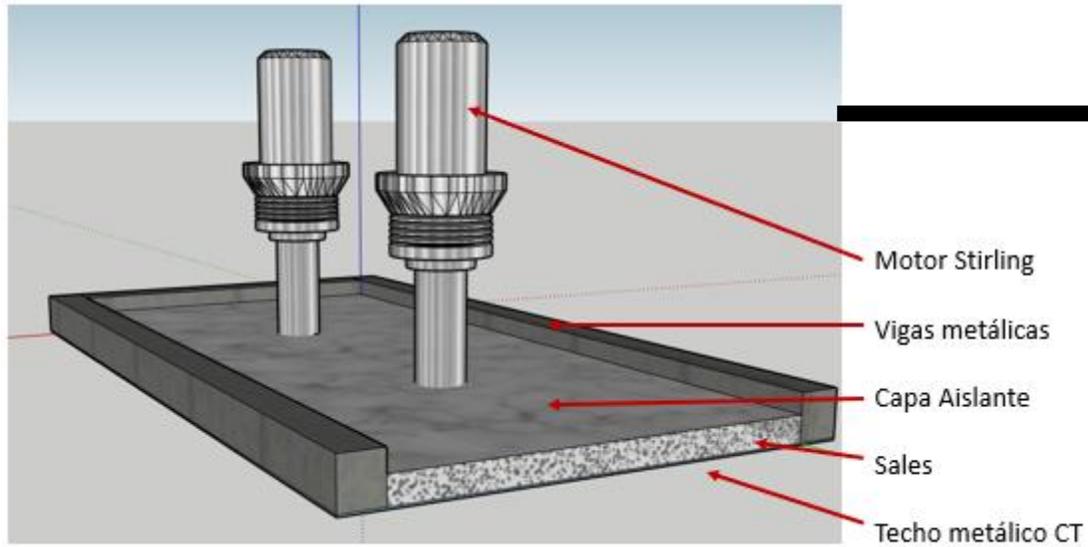
## Generador Stirling Ambar

- Eficiencia 40%
- Silencioso
- Muy bajo mantenimiento (sin roce, 24x7)
- Muy larga vida útil (>20años)
- Temperatura de Operación entre 200°C y 1.000°C (rango amplio)
- **No requiere mayor intervención en los procesos de fundición**

USA Patent # 20180347410  
SYSTEM FOR RECOVERING THERMAL ENERGY PRODUCED IN PYROMETALLURGICAL PROCESS PLANTS OR SIMILAR, TO CONVERT SAME INTO, OR GENERATE, ELECTRICAL ENERGY.



Sistema distribuido

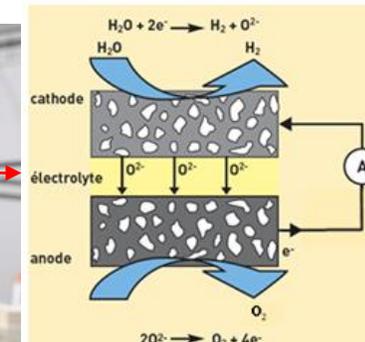


- Sistema compacto
- Bajo riesgo (gestión térmica centralizada)
- Silencioso
- Bajo mantenimiento
- 100% automatizado
- No requiere mayor intervención en el proceso

## SOEC (Solid Oxide Electrolyser Cell):

- **Rendimiento superior** a las tecnologías de baja temperatura (PEM, Alkaline)
- **Particularmente costo-efectivo** cuando existe una fuente de calor
- **Reversible** : puede ser usado como electrolizador o como fuel cell

Technology	Stack efficiency (%LHV)
Alkaline <i>literature</i>	53-70
PEM <i>literature</i>	58-70
<b>SOEC</b> <i>literature</i>	<b>85-97</b>



Comparison of the 3 main electrolysis technologies at the stack level  
(Schmidt et al.; IJHE 42 (2017) 30470-30492)

## ➤ Stirling-H2 vs PV-H2

➤ Principal diferencia reside en la generación eléctrica\*

	Solución Stirling-H2	Solución PV-H2
Fuente de energía	<b>Calor 24/7 ya disponible</b>	Sol (intermitente)
Factor de planta	<b>100% (Generación 24/7)</b>	~30%
Costo de transporte del H2 hacia las operaciones mineras	<b>Menor: generación in situ</b> (fundiciones cercanas a la operación minera)	Mayor
Vida útil	<b>Vida útil del Stirling &gt; 20 años*</b>  * <a href="https://www.engr.colostate.edu/~marchese/mech337-10/epri.pdf">https://www.engr.colostate.edu/~marchese/mech337-10/epri.pdf</a>	Menor  Vida útil módulos PV en desierto Atacama reducida
Huella carbono	<b>~ 50kgCO2éq/kWp*</b> *Estimación propia Motor Stirling = INOX principalmente; Calor generado por reacción exotérmica (bajo uso de combustibles fósiles)	<b>~ 670 kgCO2éq/kWp*</b> *Fabricación modulo Mono PERC 100% chino (rendimiento 20,7%). Transporte no incluido.
Costo nivelado del H2 (LCOH)	<b>20% menor a PV-H2*</b> *estimación propia	

\*Estimaciones a nivel de ingeniería de perfil (proyecto ABC busca validar/precisar estas cifras)

# ESTUDIO DE FACTIBILIDAD POR DESARROLLAR

## Objetivo principal:

- Desarrollar una hoja de ruta para la valorización del calor de fundiciones en una lógica de descarbonización

## Objetivos específicos:

- Evaluar la factibilidad operacional y económica de valorizar el calor residual en fundiciones de cobre
  - Es factible recuperar el calor en fundiciones de cobre en Chile?
  - Si es factible, como valorizarlo? (alternativas al H2: electricidad, calor/frío para procesos, desalinización)
  - Si es H2, cuanto H2 podemos producir y a qué precio? Cómo usarlo y a qué precio?

**GRACIAS  
POR SU ATENCIÓN**

