

Fundación **Naturgy** 

**Investigación e innovación** en el sector de la energía



Con la colaboración de:



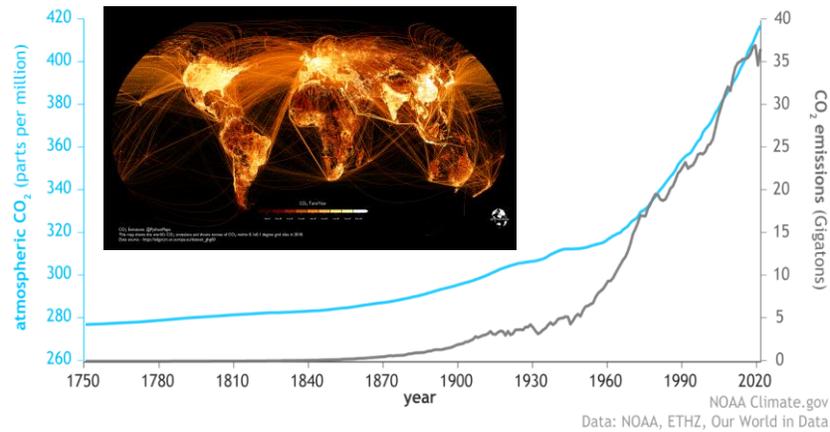
Plataforma PTI-TransENER+  
Un modelo energético más asequible y sostenible

<https://pti-transener.csic.es/>

Sergio Rojas-ICP CSIC  
18 de noviembre de 2024

# ¿Por qué estamos aquí hoy?

Atmospheric carbon dioxide amounts and annual emissions (1750-2021)



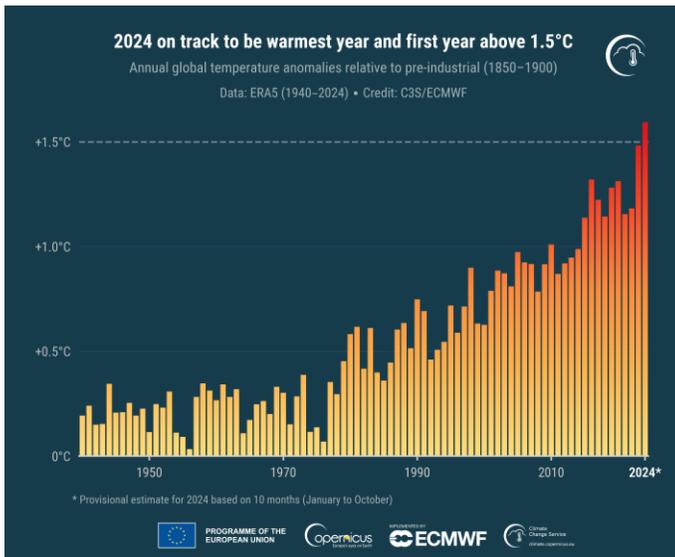
Emisiones de CO<sub>2</sub> en aumento; > 60% desde 1990; 37,4 Gt en 2023, record!  
419.3 ppm CO<sub>2</sub> atmósfera (401 en 2015; 354 en 1990)

Trayectoria actual aumento de 1.9-2.9 °C

Desde los años 80, cada década es más cálida que la anterior  
La temperatura media global de 2019 superó en 1.1 °C a la del promedio 1850-1900

Tanto el último quinquenio, 2015-2019, como el último decenio, 2010-2019, han sido los más cálidos desde que hay registros  
Europa, 2022 fue el año natural más cálido desde que hay registros

“Copernicus: 2024 virtually certain to be the warmest year and first year above 1.5°C”

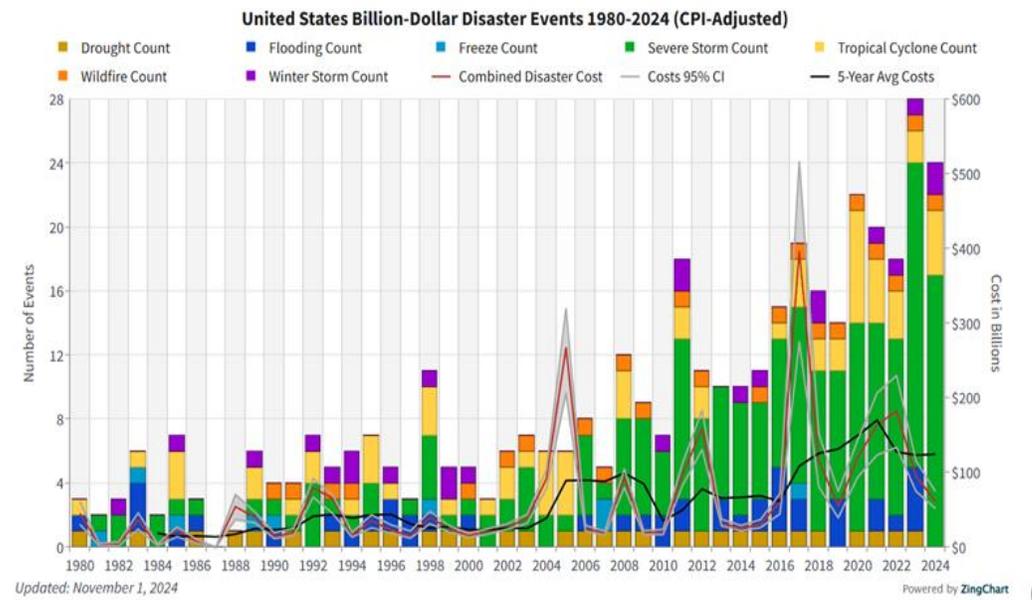
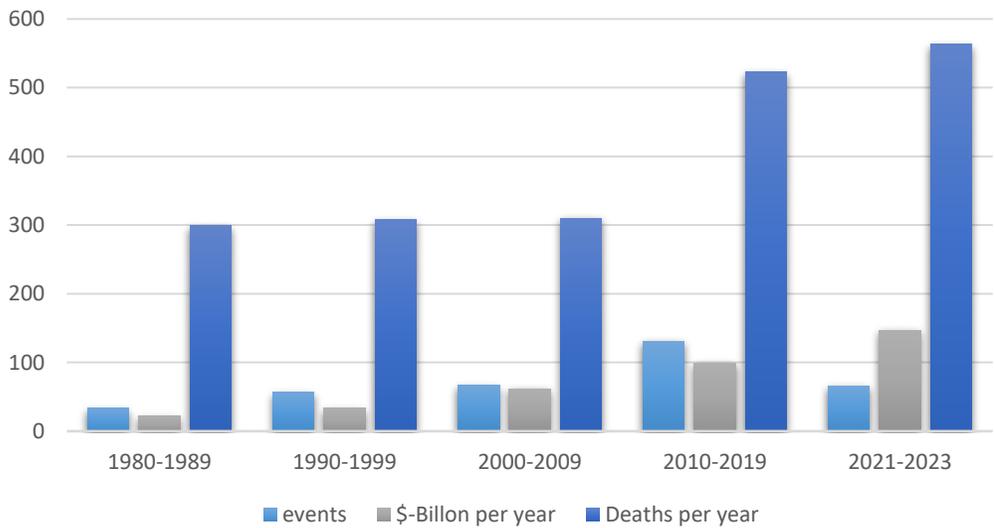


# consecuencias

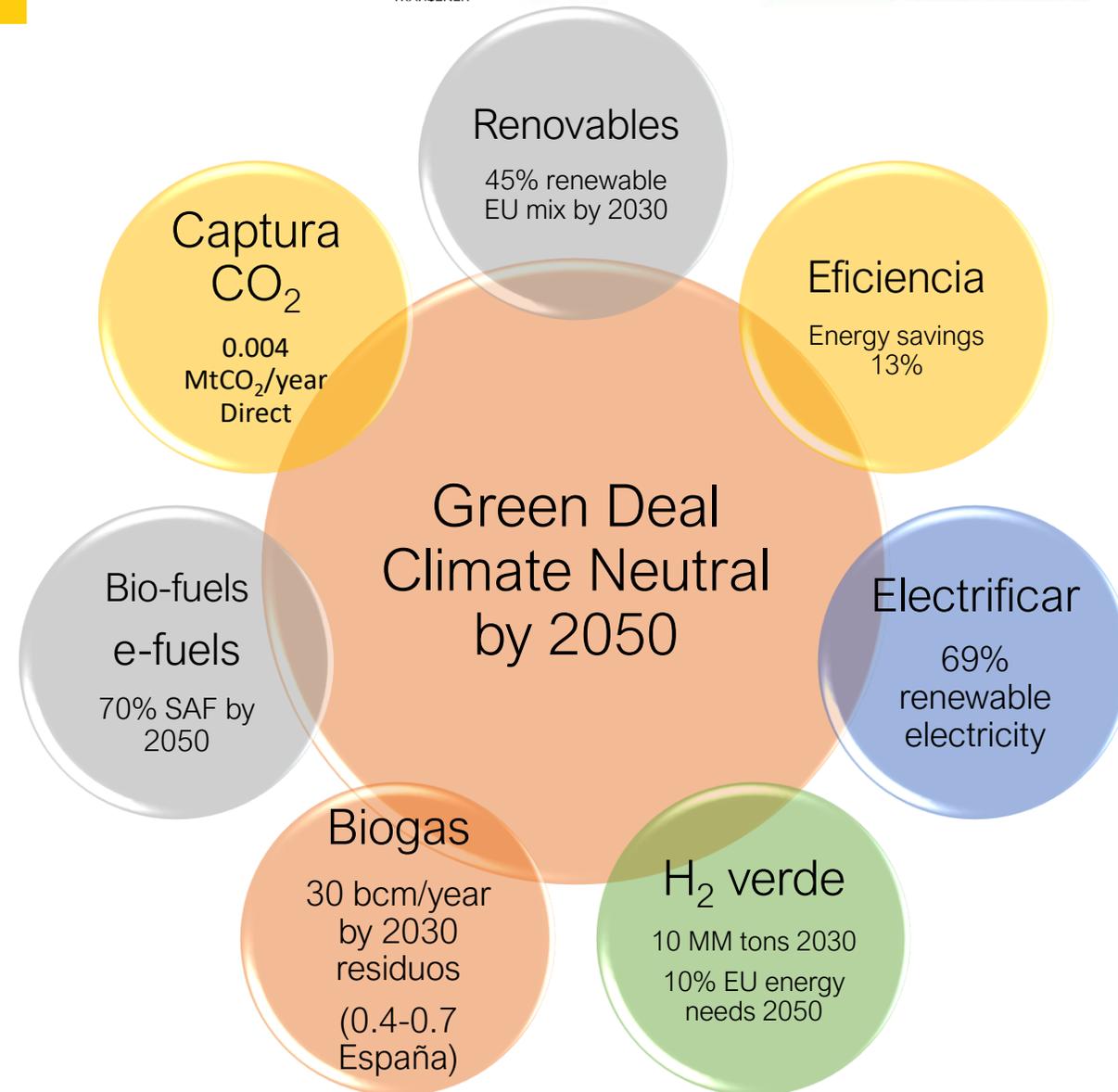
El número de eventos potencialmente desastrosos asociados al clima en continuo aumento  
 Consecuentemente, aumenta el número de muertos y el coste por año

El número de eventos desastrosos con un coste de más de 1 billón de dólares aumenta cada año

**Impacto *eventos* climáticos EE.UU.**



# Acciones



# Acciones

Put research and innovation at the heart of our  
economy\*

\*EUROPE'S CHOICE POLITICAL GUIDELINES FOR THE NEXT EUROPEAN COMMISSION 2024-2029

# Visión CSIC

## PTI-TransEner+

Instrumento para acelerar el desarrollo e implantación de tecnologías facilitadoras de la transición energética a través de la colaboración CSIC-empresa



[www.pti-transener.csic.es](http://www.pti-transener.csic.es)



@PTI\_TRANSENER



PTI\_TransEner



PTI+ TRANSENER

# PTI-TransEner+

## Transición Energética Sostenible

### Misión



**Impulsar** el desarrollo de tecnologías clave en el ciclo energético para alcanzar un sistema energético más asequible, fiable, competitivo y sostenible, tanto social como medioambientalmente.



**Integrar** capacidades, tecnologías y conocimientos **CSIC** para afrontar proyectos con un alto desarrollo tecnológico e impulsar su rápida integración en el sector industrial.

### Objetivos



**Incrementar** el conocimiento en nuevos materiales y procesos con aplicación en todo el ciclo energético (producción, distribución, almacenamiento y uso).



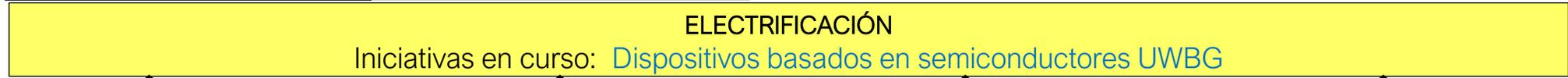
**Disponer** de “know-how”, demostradores y prototipos que incorporen tecnologías innovadoras con un alto nivel de desarrollo y gran potencial de aplicación.

**PTI+ Transición Energética Sostenible PTI TransEner+**



**AREAS**

| GENERACIÓN RENOVABLE   | ALMACENAMIENTO EFICIENTE  | DESCARBONIZACIÓN INDUSTRIAL  | TECNOLOGÍAS DEL HIDRÓGENO  |
|--|---|--|--|
| Iniciativas en curso:<br>Biorrefinería residuos agrícolas (REC EU)<br>E-Fuels; BioMetano<br>Celdas solares FV de capa fina | Iniciativas en curso:<br>Batería de Flujo Redox (REC EU)<br>Baterías ión-Metal ( Li, Na, Ca)<br>Baterías Estado Sólido<br>Reciclado | Iniciativas en curso:<br>Captura Cal (REC EU)<br>Oxidación (REC EU)<br>Acero "verde" | Iniciativas en curso:<br>Electrolizadores (AEM y SOEC) (REC-EU)<br>Hidrogena (REC EU)<br>Biorrefinería-Unidades de gasificación y reformado (REC EU) |



12 Centros CSIC; 20 Grupos de investigación; 96 Investigadores de Plantilla; 90 Investigadores Contratados  
7 Grandes proyectos; 3 Bancos de ensayo; 25 Demostradores/Plantas piloto

# Generación Renovable



## Demostración de Biorrefinería de residuos agrícolas (CSIC-biofrefinería)

Objetivo: Demostración de las tecnologías necesarias para la producción de biocombustibles a partir de residuos agroindustriales para un sistema productivo de bajas emisiones de CO<sub>2</sub>.

### Actuaciones

- 2 Biorefinerías
  - Residuos Lignocelulósicos y residuos oleaginosos
  - Productos de alto valor y biocombustibles (ASF, Metanol, DME)
- Diseño modular y transportable Demostración tecnología in situ
- Versatilidad para probar diferentes tecnologías

### Sectores de Interés

- Empresas generadoras de residuos.
- Empresas productoras de (Bio)combustibles.
- Ingenierías.
- Compañías aéreas y marítimas



# Generación Renovable



## Demostración de Biorrefinería de residuos agrícolas (CSIC-biofrefineria)

### TRL actual de las tecnologías en la iniciativa

| Unidad   | Capacidad TRL Actual |
|--|----------------------|
| U1. Fraccionamiento                                    | TRL5                 |
| U2. Valoración Hemicelulosa                            | TRL5                 |
| U3. Bioetanol  | TRL6                 |
| U4. Oligomerización de bioetanol a ASF-AJF             | TRL5                 |
| U5. CATDEPOL (lignin oil)                              | TRL5                 |
| U6. Gasificación SEG de biomasa a bio-syngas           | TRL7                 |
| U7. Reformado SER para producir SER-H2                 | TRL7.                |
| U8. Síntesis de bio-syncrude (FTS)                     | TRL5                 |
| U9. "up grading" biosyncrude                           | TRL5                 |
| U10. Bio-syngas or CO2 a DME o MeOH                    | TRL5                 |
| U11. Hidrotratamiento HDO/HISO de residuos oleaginosos | TRL5                 |
| U12. Reformado de etanol para producir H2-REF          | TRL7                 |

# Almacenamiento Eficiente

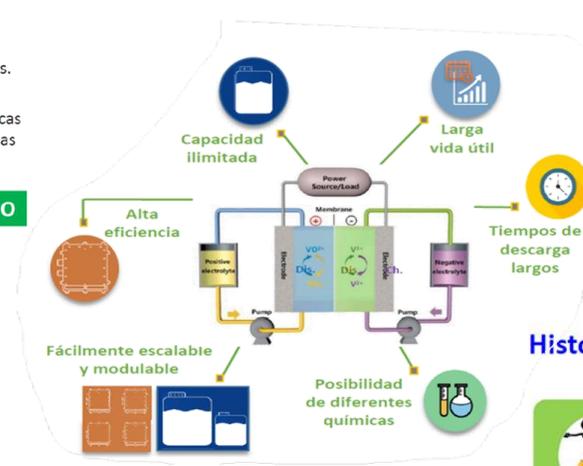


## Desarrollo de un demostrador de batería de flujo redox de vanadio (V-BFR) de 50 kW.

### Las baterías de flujo redox de vanadio (BFRV)

- ✓ Almacenan la energía en los **electrolitos** en lugar de en los electrodos.
- ✓ Los **electrolitos líquidos** están contenidos en **depósitos**, y durante la operación de la batería son bombeados hacia las celdas electroquímicas para **almacenar o producir energía** mediante los **procesos redox** de las sales de vanadio que **cambian los estados de oxidación**.

El escalado de la potencia y la energía está **DESACOPLADO**



### Historia Fabricación Batería de Flujo de 50 kW



# Almacenamiento Eficiente



## Desarrollo de un demostrador de batería de flujo redox de vanadio (V-BFR) de 50 kW.

### Fabricación de materiales avanzados para elementos de la BFR

Desarrollo de materiales optimizados para la fabricación de stacks:

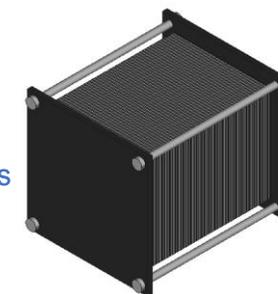
- Electroodos.
- Membranas.
- Electrolito.



### Fabricación del módulo BFR 50 kW

Integración de:

- Stacks necesarios para la potencia deseada.
- Volumen de electrolito optimizado y depósitos
- Inversores y cargadores.
- Bombas, sensores de presión, termopares, indicadores de caudal y medidores del SoC.
- Elementos de funcionamiento, control y seguridad.
- Baterías auxiliares, tuberías, conectores y accesorios.



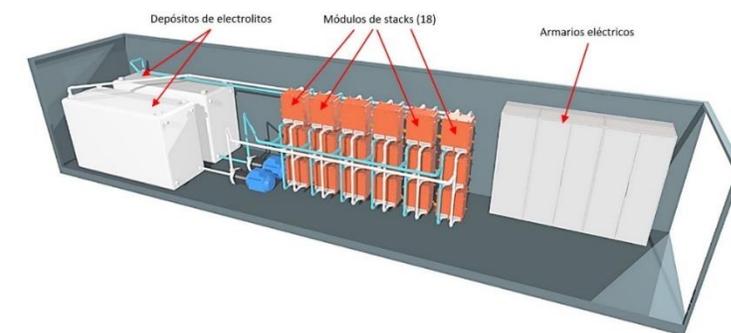
## Demostración de la tecnología en un campo solar Acoplamiento de la BFR a un campo solar de producción de 100-300 kWp de energía

#### Funciones de la BFR:

- Garantizar la producción de energía eléctrica durante la noche o en días de producción solar fotovoltaica baja.
- Acoplar las curvas de producción de energía con las de consumo mediante fuentes renovables.

#### Sectores de Interés:

- Empresas de producción de energía solar fotovoltaica de mediano tamaño.
- Pequeños consumidores con instalación de paneles solares para autoconsumo.
- Implantación del concepto de generación distribuida (Comunidades Energéticas).



# Descarbonización (Industria)



Demostración de nuevas tecnologías de captura de CO<sub>2</sub> para industrias intensivas en carbono.

## Tecnologías basadas en ciclos de carbonatación-calcinación (Calcium Looping).

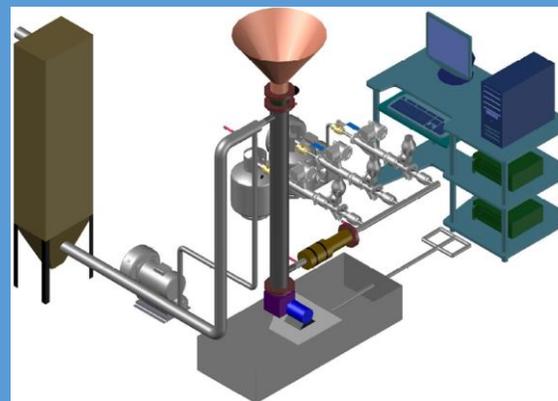
Objetivo: Reforzar la infraestructura de plantas piloto del CSIC necesarias para la investigación de tecnologías de captura de CO<sub>2</sub> por carbonatación-calcinación y promover su desarrollo hacia escala comercial.

### Actuaciones

Descarbonización de industrias no electrificables: Adaptación de “La Pereda CO<sub>2</sub>” a sectores industriales de WtE y cemento-cal.

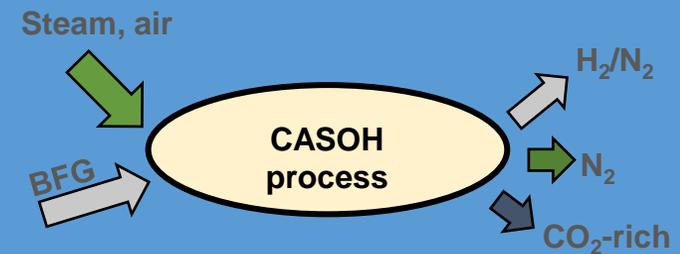


Captura de CO<sub>2</sub> de fuentes dispersas: Nuevo piloto CaL para captura de CO<sub>2</sub> de fuentes dispersas (incluida la atmósfera).



Producción de hidrógeno a partir de gases residuales ricos en CO: Reactor CASOH alta presión.

Patentes CSIC: EP09382169 y US8506915B2



# Descarbonización (Industria)



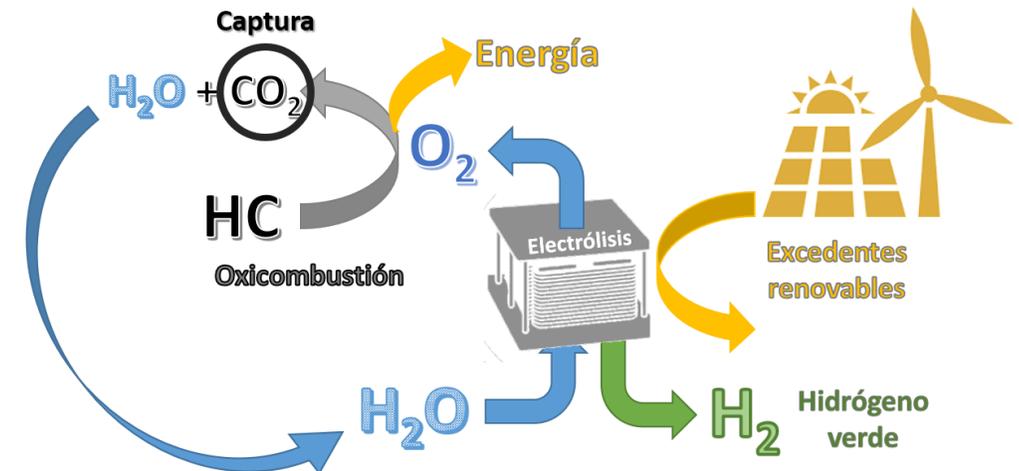
Demostración de nuevas tecnologías de captura de CO<sub>2</sub> para industrias intensivas en carbono.

## Tecnologías basadas oxidación con membranas de óxidos sólidos y producción de hidrógeno verde.

Objetivo: Demostración a escala relevante de tecnologías basadas en módulos de electrolitos/membranas hechas de óxidos sólidos que habiliten nuevos sistemas industriales sostenibles integrando la captura de CO<sub>2</sub> en procesos en oxidación y producción de H<sub>2</sub> verde a partir de biomasa o electrólisis a alta temperatura.

### Actuaciones

-  Fabricación de módulos de membrana e instalación con bancadas para la validación y evaluación de módulos (stacks) basados en óxidos sólidos.
-  Demostración piloto de captura de CO<sub>2</sub> en procesos de oxidación y pruebas de campo.
-  Demostración piloto de producción de H<sub>2</sub> a partir de fuentes renovables y pruebas de campo piloto.



# Tecnologías del Hidrógeno

Hidrogena con gestión avanzada de la energía, con generación renovable, apta para funcionamiento con conexión a la red o sin ella (60 Kg H<sub>2</sub>/día).

Objetivo: Diseño e instalación de una hidrogena a partir de elementos comerciales, con capacidad de producción de 60 kg de H<sub>2</sub> diarios.

## Actuaciones

-  Desarrollo e instalación del sistema de producción de hidrógeno para la hidrogena basado en energía renovable fotovoltaica y, en su caso, en la conexión a la red general.
-  Desarrollo de un sistema de control automático avanzado e inteligente que optimice el coste de la energía a la vez que garantice el abastecimiento.
-  Simulación del funcionamiento del sistema ante condiciones variables de ubicación geográfica, flujo de vehículos que recargar, etc.
-  Demostración piloto de la hidrogena.



Ubicación:  
Km 309 A2



 ZOILORÍOS  
GRUPO

# Tecnologías del Hidrógeno

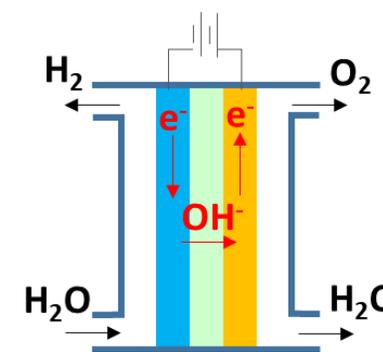
## Implementación de un electrolizador de agua de 5kW con membrana polimérica de intercambio aniónico.

Objetivo: Desarrollo y demostración de un electrolizador de agua de baja temperatura de 5 kW de potencia, con membrana polimérica de intercambio aniónico para la producción de hidrógeno verde, y basado en electrocatalizadores avanzados y desarrollados en el CSIC.

-  Desarrollo de catalizadores, electrodos y ensamblajes para sistema de electrólisis.
-  Síntesis y caracterización de electrocatalizadores y electrodos para la reacción de evolución de oxígeno.
-  Diseño y construcción de un banco de ensayos de electrolizadores.

### Aspectos distintivos de la iniciativa

- ✓ Desarrollo de electrocatalizadores anódicos avanzados de bajo coste y con metodologías fácilmente escalables.
- ✓ Análisis de prestaciones a distintas escalas, desde la semi-reacción, monocelda de 5 cm<sup>2</sup>, prototipo de 1 kW y dispositivo de 5 kW.
- ✓ Caracterización completa de los electrodos para individualizar eventuales problemas de durabilidad y diseñar estrategias para su mitigación.
- ✓ Demostración de un electrolizador AEM de 5 kW.



# Tecnologías del Hidrógeno

## Desarrollo de electrolizadores de alta temperatura SOEC.

**Objetivo:** Desarrollar **electrolizadores tipo SOEC** en toda su cadena de valor desde el desarrollo de materiales hasta su integración con sistemas de generación renovable con el objetivo final del mismo hacer una transferencia tecnológica que permita la creación de una industria propia de producción de hidrógeno mediante electrolisis.



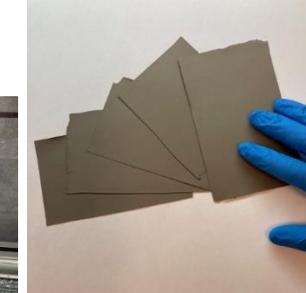
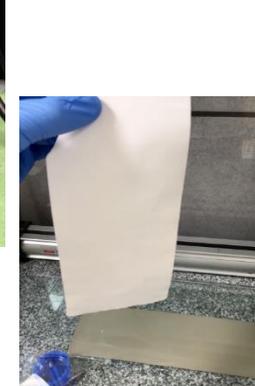
**ELECTROLIZADORES TIPO SOEC COMERCIALES CON TECNOLOGIA PROPIA**

### Actuaciones

3 años

5 años

-  Desarrollo de nuevos materiales avanzados para su futura integración en el electrolizador desarrollado.
-  Desarrollo de celdas SOEC con materiales convencionales.
-  Desarrollo de un sistema SOEC de 2 kW.
-  Integración de SOEC con renovables.



# Infraestructuras

## Banco de ensayos de pilas de combustible de baja temperatura (PEM)

**Objetivo:** Desarrollo de un banco de ensayos para pilas de combustible y otros dispositivos electroquímicos de hasta 50 kW en modo carga y descarga.

- Adaptación de los desarrollos propios efectuados para el banco de ensayos de 3 kW existente e implementación de un módulo para los dispositivos de carga.
- Funciones:** Caracterización de dispositivos PEM y de otros sistemas electroquímicos de baja temperatura como electrolizadores y baterías de flujo redox.
- Estudio de optimización de fabricación industrial del banco.

### Sectores de interés e impacto esperado

El banco de ensayos dará servicio a:

- OPIs, Universidades, Centros Tecnológicos
- Empresas del sector de baterías y pilas de combustible



1. Instrumentación de visualización y reguladores de contrapresión
2. Pantalla de control y programa en Labview
3. Conexión de las líneas de gas a la pila
4. Pulsador de parada de emergencia
5. Cargas electrónicas
6. Autolab
7. Ordenador de control
8. Sistema electrónico de control y adquisición de datos



1. Controles de flujo másico
2. Líneas de suministro e instrumentación (filtros, electroválvulas, sensores ...)
3. Sistema de humidificación y calentamiento
4. Sistema de deshumidificación
5. Cuadro de suministro eléctrico

Banco de ensayos de desarrollo propio de hasta 3 kW (LIFTEC)

# Infraestructuras

## Banco de ensayos de pilas de electrolizadores (SOEC)

**Objetivo:** *Desarrollo de un banco de ensayos de electrolizadores y pilas de combustible de óxidos sólidos.*

- Construcción y puesta en operación del banco de pruebas para la validación de los componentes y módulos (stacks) de óxidos sólidos de alta temperatura para su aplicación en oxidación y producción de  $H_2$  combinado con captura de  $CO_2$ .
- Funciones: Evaluación de la calidad de las membranas fabricadas en la iniciativa 3 y de su correcto funcionamiento antes de su montaje en las unidades piloto.
- El acceso a las bancadas de evaluación será regulado para su futuro uso por actores interesados (OPIs, Centros Tecnológicos, Empresas...).



### Sectores de interés

- Industria cerámica.
- Fabricantes Pilas de Combustible.

- Reducir el coste y los requerimientos energéticos para la producción de hidrógeno verde.
- Armonizar protocolos de ensayo.
- Desarrollar prototipos innovadores de pequeña escala susceptibles de sustituir a los productos precomerciales existentes en la actualidad.



Banco de ensayos de testeo de stacks SOFC (EBZ)

# Infraestructuras

## Banco de ensayos en ALBA

Objetivo: Construcción y puesta a punto de bancos de ensayos utilizando radiación sincrotrón para aplicaciones en energía verde.

### Actuaciones

- Materiales superconductores (*fusión, generadores/motores, etc.*)
- Catálisis de procesos energéticos (*sistemas fotovoltaicos, almacenamiento electroquímico, producción de H<sub>2</sub> verde.*)
- Almacenamiento de electroquímico (*baterías.*)
- Diseño y fabricación de celdas de medida en condiciones de operación.



### Sectores de interés e impacto esperado

- **Comunidad científica española:** disponibilidad de equipamiento avanzado para estudios de desarrollo de materiales funcionales para *producción, distribución y almacenamiento* de energía renovable.
- **Sector privado:** I+D+i mediante colaboraciones bilaterales para desarrollos de **tecnologías de vanguardia:**
  - Fabricación ultra-rápida de cintas superconductoras de menor coste; desarrollo de otros materiales en forma de films (epitaxiales).
  - Baterías de ión sodio, baterías metal/aire, mayores tiempo de vida, componentes más sostenibles.
  - Catalizadores y electrocatalizadores para almacenamiento de hidrógeno en enlaces C-H, N-H, etc.

Los grupos del CSIC que participan en la PTI TransEner+ han desarrollado tecnologías innovadoras listas para ser trasladadas al sector industrial. La PTI TransEner+ es un instrumento ideal para facilitar la colaboración con el sector productivo y acelerar la transición hacia un modelo energético e industrial sostenible

*“Nuestro compromiso con un futuro energético limpio, sostenible e inteligente”*



Dr. Sergio Rojas

Profesor de Investigación del CSIC

Instituto de Catálisis y Petroleoquímica ICP-CSIC

