

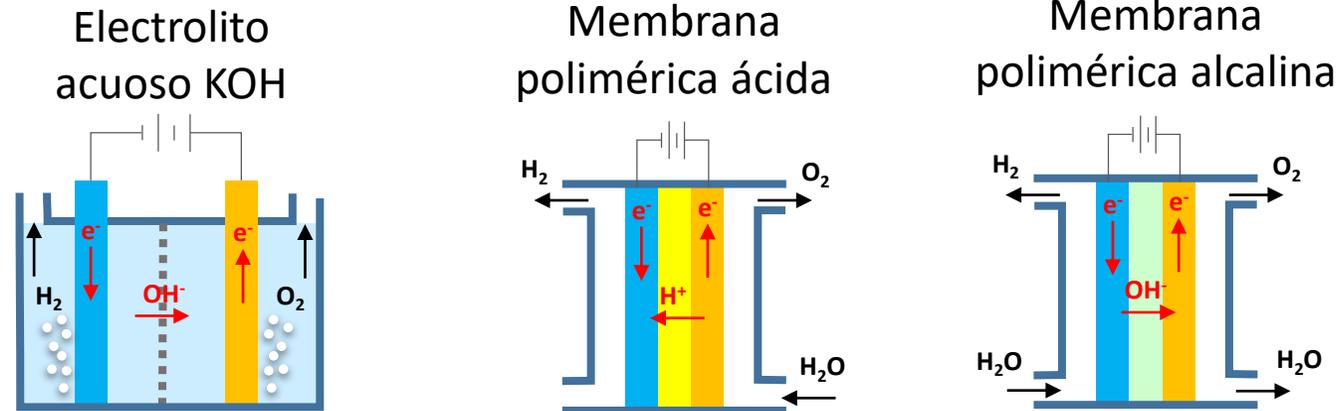
# Implementación de un electrolizador de agua de 5 kW con membrana polimérica de intercambio aniónico

**María J. Lázaro, David Sebastián / ICB, Zaragoza**

**María V. Martínez / ICP, Madrid**

**Antonio Lozano / ICB (LIFTEC), Zaragoza**

## Evolución de electrolizadores de agua de baja temperatura para la producción de hidrógeno verde



- Tecnología madura
- Duraderos (30-40 años)
- Electrocatalizadores no críticos
- Baja eficiencia (<80%)
- Baja densidad de corriente (0.25-0.45 A cm<sup>-2</sup>)
- Electrolito corrosivo
- Respuesta lenta
- Baja presión (<30 bar)

- Alta densidad de corriente (1-5 A cm<sup>-2</sup>)
- Alta presión (30-75 bar)
- Respuesta rápida
- Diseño compacto
- Se alimenta agua
- Metales nobles
- Componentes costosos
- Durabilidad 5-20 años

- Electrocatalizadores no críticos
- Alta presión
- Respuesta rápida
- Diseño compacto
- Se alimenta agua
- En vías de investigación



MINISTERIO  
DE CIENCIA  
E INNOVACIÓN



FINANCIADO POR LA  
UNIÓN EUROPEA  
Next Generation EU



ESPAÑA  
PUEDE.



CSIC  
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS



PTI+ TRANS-ENER+  
Alta Tecnología Clave en la  
Transición en el Ciclo Energético

## Objetivo de la actuación:

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**

Se obtendrá información valiosa sobre el funcionamiento de la tecnología de membrana de intercambio aniónico (AEM) y las posibles estrategias de mejora tras operación de componentes en entorno real, lo que permitirá desarrollar métodos para la mejora de la eficiencia y durabilidad





## Actuaciones

### Subproyecto 1



Desarrollo de catalizadores, electrodos y ensamblajes para sistema de electrólisis

Investigadores responsables: **María J. Lázaro** y **David Sebastián**

### Subproyecto 2



Síntesis y caracterización de electrocatalizadores y electrodos para la reacción de evolución de oxígeno

Investigadora responsable: **María V. Martínez**

### Subproyecto 3



Diseño y construcción de un banco de ensayos de electrolizadores

Investigador responsable: **Antonio Lozano**





## Objetivos

### Subproyecto 1



**Desarrollo de catalizadores, electrodos y ensamblajes para sistema de electrólisis**

Investigadores responsables: **María J. Lázaro y David Sebastián**

- Preparación de electrocatalizadores mediante métodos económicos y escalables, con alta actividad hacia OER en semicelda.
- Producción de electrodos y ensamblajes membrana-electrodos
- Diseño y construcción de un electrolizador de 5 kW con electrodos anódicos basados en formulaciones desarrolladas en CSIC
- Validación de la tecnología de electrólisis para producir hidrógeno en condiciones de operación relevantes ( $3 \text{ kg}_{\text{H}_2}/\text{día}$ ,  $< 60 \text{ kWh}/\text{kg}_{\text{H}_2}$ ).





## Objetivos

### Subproyecto 2



#### Síntesis y caracterización de electrocatalizadores y electrodos para la reacción de evolución de oxígeno

Investigadora responsable: **María V. Martínez**

- Síntesis y caracterización de electrocatalizadores basados en metales no nobles que sean activos en la OER en semicelda
- Ensayos de durabilidad que permitan evaluar la resistencia a la degradación de los catalizadores.
- Caracterización físico-química pre/post-mortem de los electrodos y los ensamblajes membrana-electrodos preparados en el ICB.
- Optimización de los métodos de síntesis de los mejores catalizadores que permitan obtenerlos de forma económica y escalable





## Objetivos

### Subproyecto 3



**Diseño y construcción de un banco de ensayos de electrolizadores**

Investigador responsable: **Antonio Lozano**

- Diseño y construcción de un banco de ensayos para la caracterización de electrolizadores de una potencia máxima de 5 kW y una producción máxima de hidrógeno de 1 Nm<sup>3</sup>/h.
- Instalación de los sensores adecuados, los módulos de adquisición y análisis de datos y los programas de control.
- Puesta a punto y validación mediante el ensayo y caracterización de un prototipo de electrolizador.





## Actividades

### Desarrollo de **electrocatalizadores** anódicos

- Síntesis de catalizadores
- Análisis de propiedades
- Determinación de actividad hacia la semi-reacción OER
- Estudio de la durabilidad
- Análisis post-mortem

*m 1-18*

### Desarrollo y optimización de **electrodos** y **ensamblajes**

- Optimización de composición de electrodo
- Definición de métodos de preparación
- Optimización de proceso de ensamblaje
- Análisis de propiedades

*m 7-18*

### Diseño y puesta en marcha de **banco de ensayos**

- Dimensionamiento y determinación de parámetros
- Sistema de almacenamiento
- Sistema de control y adquisición de datos
- Selección de materiales y construcción
- Puesta en marcha y pruebas de funcionamiento

*m 1-36*

### Experimentación de **MEAs** a pequeña escala

- Análisis de prestaciones estación experimental
- Caracterización post-mortem
- Selección de mejores formulaciones para prototipo

*m 7-24*

### Diseño y optimización de **prototipo de 1 kW**

- Dispositivo desmontable experimental
- 1ª generación de electrodos y MEAs

*m 7-30*

### **Escalado** de catalizadores, electrodos y MEAs

- Producción de catalizadores (selección)
- Análisis de reproducibilidad
- Preparación de electrodos
- Ensamblaje de MEAs

*m 13-36*

### Diseño, optimización y demostración de **prototipo de 5 kW**

- Dispositivo demostrativo
- 2ª generación de electrodos y MEAs
- Producción de 3 kg-H<sub>2</sub>/día
- Consumo energético < 60 kWh/kg-H<sub>2</sub>

*m 25-36*





MINISTERIO  
DE CIENCIA  
E INNOVACIÓN



FINANCIADO POR LA  
UNIÓN EUROPEA  
Next Generation EU



ESPAÑA  
PUEDE.



CSIC  
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS



PTI+ TRANS-ENER+  
Alta Tecnología Clave en la  
Transición en el Ciclo Energético

## Aspectos clave en el desarrollo de la iniciativa

- Integración de componentes de desarrollo propio
- Tecnología nacional independiente de mercados extranjeros (control de patentes y suministros)
- Liderazgo en una tecnología incipiente en muchos aspectos





## 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





## Retos

- Desarrollar catalizadores activos, eficientes, duraderos y económicos
- Diseñar estrategias de mitigación de los fenómenos de degradación
- Mejorar y optimizar electrodos y ensamblajes membrana-electrodos
- Desarrollar un electrolizador experimental desmontable AEM de 1 kW
- Demostrar la tecnología AEM en prototipo de 5 kW





## Impacto esperado

El compromiso de descarbonización de la economía mundial hace que el **hidrógeno verde** esté llamado a ser un vector energético esencial en el sector industrial, de transporte, y de generación de electricidad y calor.

Si se parte de energías renovables (eólica y solar), la electrolisis es el modo preferente de producción de hidrógeno. Las previsiones indican que la demanda de electrolizadores va a crecer de modo exponencial en los próximos años. Es imprescindible ponerse a la cabeza de este sector tecnológico.





MINISTERIO  
DE CIENCIA  
E INNOVACIÓN



FINANCIADO POR LA  
UNIÓN EUROPEA  
Next Generation EU



ESPAÑA  
PUEDE.



CSIC  
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS



PTI+ TRANS-ENER+  
Alta Tecnología Clave en la  
Transición en el Ciclo Energético

## Interés de empresas

- Empresas eléctricas
- Posibles fabricantes de electrocatalizadores y electrolizadores
- Centros de investigación
- Ingenierías de energías renovables





## Estado de la iniciativa

Inicio de la actuación



Producción de  
catalizadores  
Escalado

Set de MEAs  
Testados en  
monocelda  
< 100W, 5 cm<sup>2</sup>

Prototipo 1 kW  
Stack  
6-8 celdas  
50 cm<sup>2</sup>

Prototipo 5 kW  
Stack  
18-20 celdas  
100 cm<sup>2</sup>

2021



2024