

# Science and Innovation Enabling the Hydrogen Economy: The CSIC Contribution

Ciencia e innovación al servicio de la  
economía del hidrógeno: la contribución del CSIC



**Antonio Chica Lara**

Coordinador del Área Global Materia del CSIC  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

# Un reto energético sin precedentes

Construir un sistema energético que garantice, simultáneamente, seguridad, competitividad y sostenibilidad

ENAGÁS  
HYDROGEN  
TECHNICAL DAY 2026

10 de junio de 2026 | Aula Magna de Enagás

 **CSIC**  
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS



Creciente demanda energética



Acelerada electrificación



Incertidumbre geopolítica



Innovación y colaboración

Tres objetivos. Un mismo sistema. Un reto de nuestra generación.

# ¿Por qué necesitamos hidrógeno renovable?

Sectores clave para la descarbonización donde la electrificación directa es insuficiente



## ACERO

Reducción directa del mineral de hierro con hidrógeno renovable.



## QUÍMICA

Materia prima esencial para amoníaco, metanol y otros productos químicos.



## FERTILIZANTES

Producción de amoníaco renovable para una agricultura sostenible.



## AVIACIÓN

Combustibles sintéticos sostenibles (e-SAF) a partir de hidrógeno.



## TRANSPORTE MARÍTIMO

Combustibles renovables derivados del hidrógeno para una navegación descarbonizada.

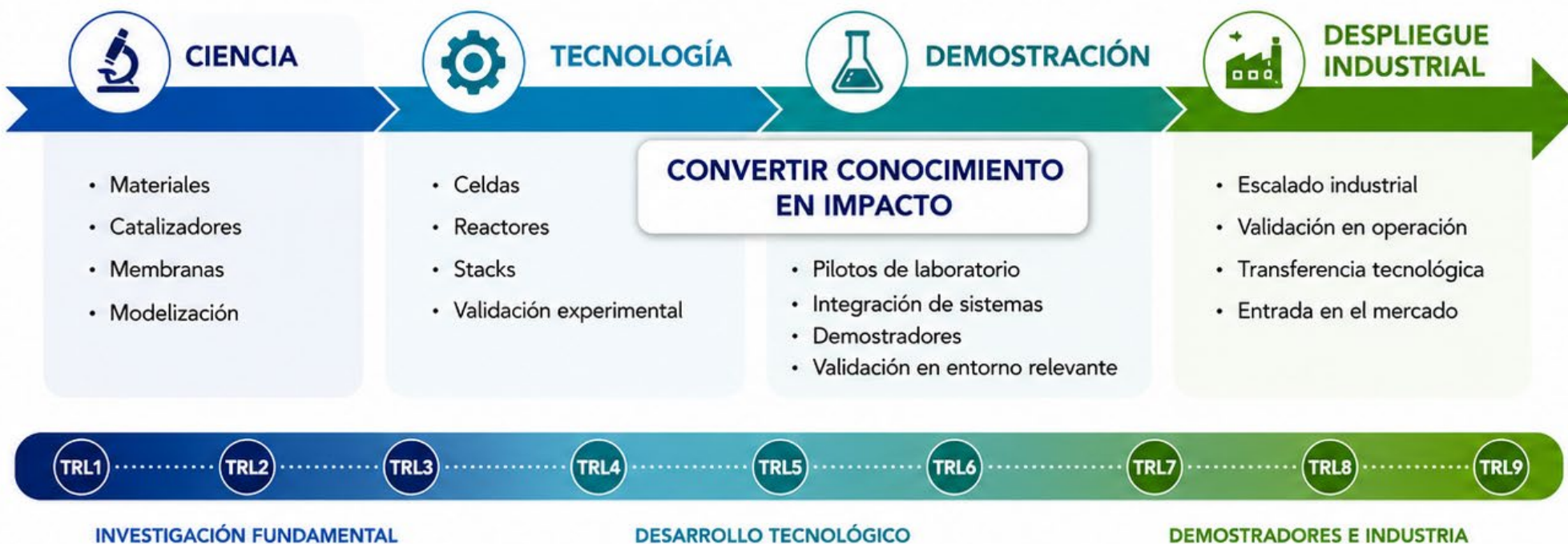


El hidrógeno renovable no compite con la electrificación, **la complementa** para alcanzar la **neutralidad climática**.



# Del laboratorio al despliegue industrial

Transformando conocimiento científico en soluciones para la transición energética



## EL PAPEL DEL CSIC

- Investigación fundamental
- Desarrollo tecnológico
- Demostración preindustrial
- Transferencia tecnológica
- Formación de talento



La transición energética no depende únicamente de generar conocimiento, sino de **transformarlo** en **tecnologías** capaces de llegar al mercado.



# El papel del CSIC

Integrando capacidades para la economía del hidrógeno



## MISIÓN



Integrar capacidades científicas y tecnológicas del CSIC para **acelerar la transición energética.**



**Conectar** investigación, desarrollo tecnológico e industria.



## PTI+ TransEner

Plataforma Temática Interdisciplinar para la Transición Energética Sostenible



## OBJETIVOS



Incrementar el **TRL** de las **tecnologías** energéticas.



Facilitar la **transferencia** al tejido industrial.



Acompañar el desarrollo tecnológico hasta niveles atractivos para la **inversión empresarial.**

## ¿CÓMO NOS ORGANIZAMOS?



GENERACIÓN  
RENOVABLE



ALMACENAMIENTO  
EFICIENTE



TECNOLOGÍAS  
DEL HIDRÓGENO



DESCARBONIZACIÓN  
INDUSTRIAL



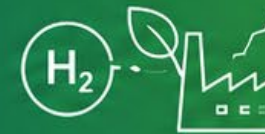
ELECTRIFICACIÓN



INFRAESTRUCTURAS CIENTÍFICAS Y DEMOSTRADORES



La **PTI+ TransEner** coordina capacidades del CSIC para transformar conocimiento científico en tecnologías energéticas con **impacto industrial.**



# Primer reto: producir hidrógeno renovable de forma competitiva

Desde los materiales avanzados hasta la validación preindustrial

MATERIALES → CELDA → STACK → DEMOSTRADOR → VALIDACIÓN INDUSTRIAL

### AEM Electrolysis

- ✓ Catalizadores libres o con bajo contenido en materiales críticos
- ✓ Escalado desde monoceldas hasta 5 kW
- ✓ Banco de ensayos propio
- ✓ Producción demostrada de hasta 3 kg H<sub>2</sub>/día

Raman operando

XAS Fe K-edge

Monocelda AEM

Stack AEM (5 kW)

Banco AEM 5 kW

### SOEC Electrolysis

- ✓ Producción de celdas SOC avanzadas
- ✓ Caracterización electroquímica
- ✓ Desarrollo de stacks
- ✓ Balance de planta y demostrador SOEC

Materiales SOC avanzados

Celda SOC

Stack SOEC

Balance de planta SOEC

Demostrador SOEC

### INFRAESTRUCTURAS CSIC

- Banco AEM 5 kW
- Banco PEM 50 kW
- Bancada SOEC/SOFC

---

### CARACTERIZACIÓN AVANZADA

- Raman operando
- XAS sincrotrón
- Test electroquímicos
- Ensayos de durabilidad

## Segundo reto: aprovechar todas las rutas renovables disponibles para producir hidrógeno

El CSIC desarrolla tecnologías propias para producir hidrógeno renovable a partir de recursos abundantes y sostenibles en España.

### RECURSOS RENOVABLES DISPONIBLES EN ESPAÑA



BIOMASA  
LIGNOCELULÓSICA

Restos forestales, podas,  
cultivos energéticos, etc.



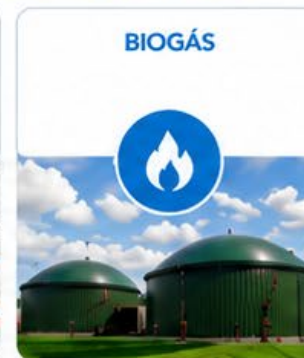
RESIDUOS AGRÍCOLAS  
Y GANADEROS

Pajas, restos de cosecha,  
estiércoles, purines, etc.



RESIDUOS INDUSTRIALES  
Y URBANOS

Residuos orgánicos industriales,  
FORSU, lodos de depuradora,  
aceites usados, etc.



BIOGÁS

Digestión anaerobia de residuos  
orgánicos y estiércoles.



CARBONO  
BIOGÉNICO

CO<sub>2</sub> procedente de biomasa,  
biogás, fermentación,  
gasificación, etc.

### TECNOLOGÍAS CSIC PARA LA PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO RENOVABLE

#### 1 REFORMADO DE RESIDUOS ALCOHÓLICOS



Reformado catalítico de bioetanol  
y residuos alcohólicos para la  
producción de hidrógeno renovable



#### 2 GASIFICACIÓN MEJORADA DE RESIDUOS LIGNOCELULÓSICOS CON CAPTURA DE CO<sub>2</sub>



Gasificación de biomasa y residuos lignocelulósicos para  
obtener gas de síntesis, seguido de separación y captura  
de CO<sub>2</sub>. El gas de síntesis se transforma en hidrógeno  
renovable de alta pureza.



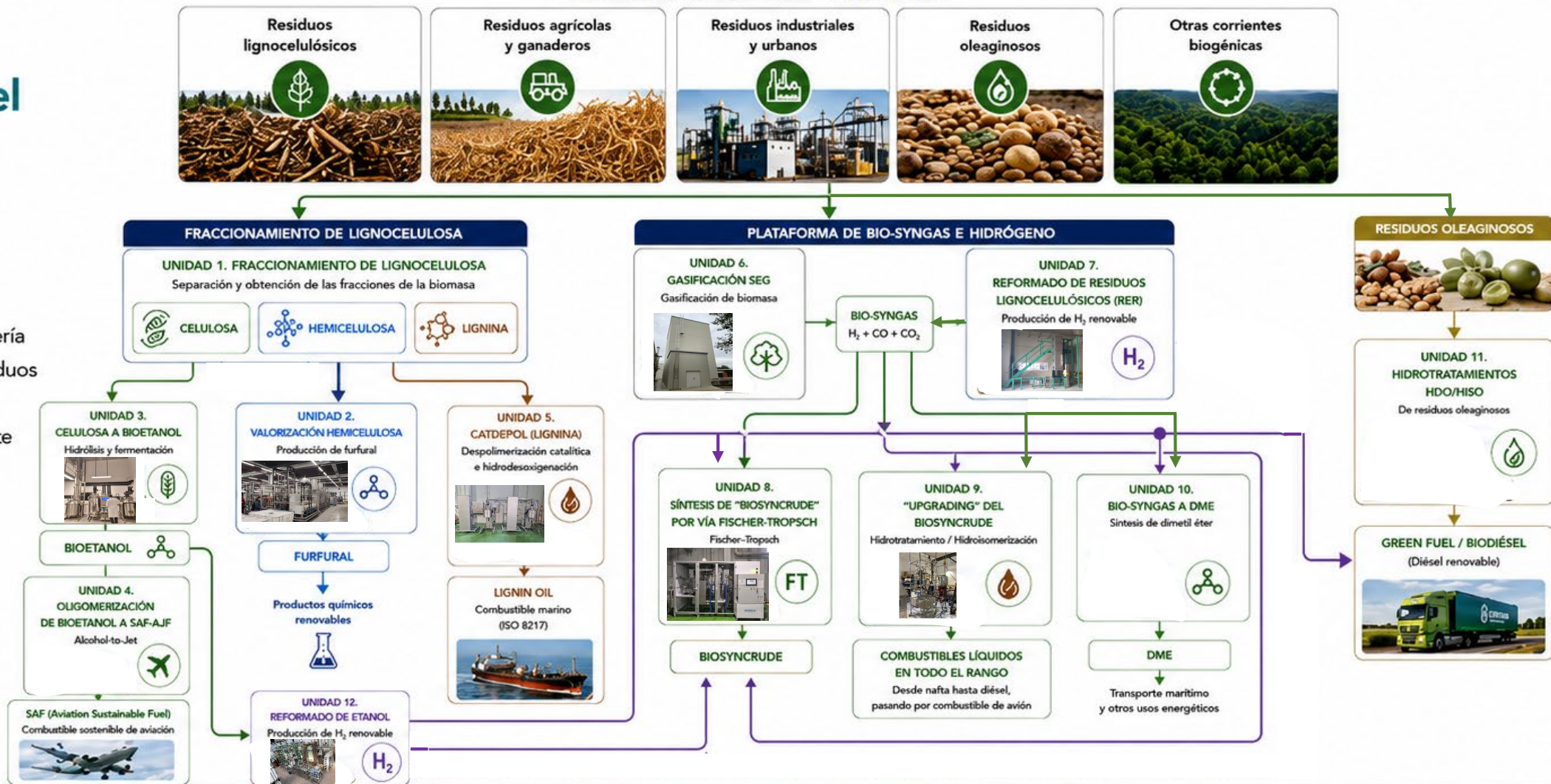
El CSIC impulsa **tecnologías propias y complementarias** para producir hidrógeno renovable a partir de recursos renovables **abundantes, locales y sostenibles**.



# Tercer reto: transformar el hidrógeno en moléculas renovables

CSIC-Biorrefinería: biorrefinería integrada que convierte residuos en combustibles sostenibles y productos químicos mediante el aprovechamiento integral de la biomasa.

## RECURSOS RENOVABLES Y RESIDUOS



- LEYENDA**
- Ruta de biomasa / intermediarios
  - Ruta de hemicelulosa
  - Ruta de lignina y aromáticos
  - Ruta de bio-syngas y síntesis
  - Ruta de hidrógeno renovable
  - Ruta de residuos oleaginosos
  - Productos finales

CSIC-Biorrefinería integra tecnologías propias para transformar residuos en una amplia cartera de **combustibles sostenibles** y **productos químicos** mediante el aprovechamiento integral de la biomasa y la generación de **hidrógeno renovable**.



# Cuarto reto: descarbonizar la industria

El hidrógeno renovable es el complemento esencial allí donde la electrificación no llega.

El CSIC desarrolla tecnologías avanzadas que combinan hidrógeno, electricidad y captura de CO<sub>2</sub> para descarbonizar los sectores industriales más difíciles.

EL CAMINO HACIA LA INDUSTRIA DESCARBONIZADA REQUIERE SOLUCIONES COMPLEMENTARIAS



**INDUSTRIA DESCARBONIZADA**

**¿POR QUÉ EL HIDRÓGENO ES CLAVE?**

- ✓ Permite descarbonizar procesos de alta temperatura difíciles de electrificar.
- ✓ Puede sustituir combustibles fósiles o actuar como reductor para bajar en carbono.
- ✓ Favorece la integración sectorial y el almacenamiento energético.
- ✓ Complementa la captura de CO<sub>2</sub> para abordar emisiones netas cero.

**1 BANCADA DE TESTEO DE TECNOLOGÍAS CLAVE EN PROCESOS TÉRMICOS DE SECTORES INDUSTRIALES**

- Infraestructura experimental única para evaluar soluciones industriales reales.
- Evaluación de tecnologías de electrificación y nuevas combustión (H<sub>2</sub>, Oxy, NH<sub>3</sub>).
- Análisis de emisiones, materiales y robustez tecnológica.

**2 DEMOSTRACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS INTEGRADAS DE CO<sub>2</sub> CAPTURA DE CO<sub>2</sub> MEDIANTE OXICOMBUSTIÓN CON MEMBRANAS DE ÓXIDOS SÓLIDOS**

- Producción in situ de O<sub>2</sub> mediante membranas sólido-electrónicas.
- Combustión con O<sub>2</sub> puro para obtener una corriente de CO<sub>2</sub> concentrado.
- Integración con gasificación u otros procesos.

**3 DEMOSTRACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS DE CAPTURA DE CO<sub>2</sub> PARA INDUSTRIAS INTENSIVAS Y CAMINOS HACIA CERO EMISIONES**

- Ciclos de carbonatación-calcinación para capturar CO<sub>2</sub> de forma eficiente.
- Tecnologías regenerativas y aplicadas para cemento, cal, cerámica y química.
- Desarrollo de materiales reactivos y procesos energéticamente eficientes.

El CSIC desarrolla y demuestra tecnologías clave para integrar **hidrógeno renovable**, **electrificación** y **captura de carbono** en la descarbonización de la industria intensiva en energía.

+ + + = **INDUSTRIA DESCARBONIZADA**

# Quinto reto: El papel de las infraestructuras

Ninguna tecnología energética alcanza el éxito sin infraestructuras.

La producción es esencial.

Pero también lo son el transporte, el almacenamiento y la distribución.

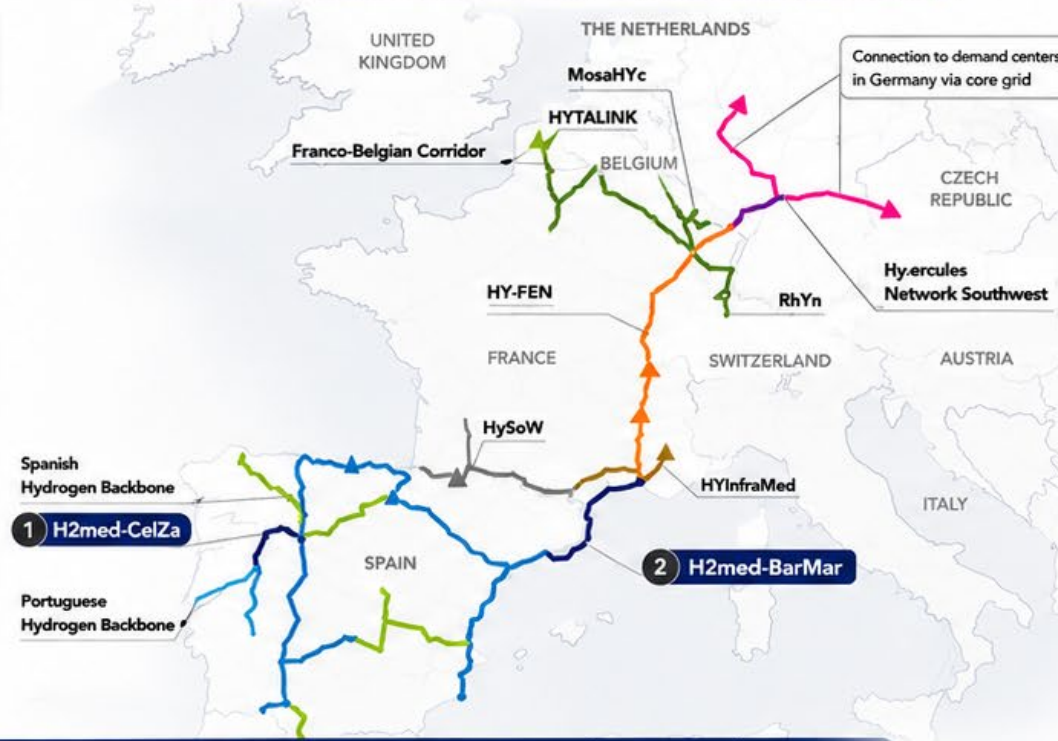
Por ello iniciativas como H<sub>2</sub>Med representan mucho más que una infraestructura: son la columna vertebral de una futura economía europea del hidrógeno.

## CAPACIDADES CSIC PARA LA ECONOMÍA DEL HIDRÓGENO

- H<sub>2</sub>** Producción de hidrógeno renovable
- Tecnologías de electrólisis
- Materiales y catalizadores avanzados
- Descarbonización industrial
- Producción de combustibles renovables
- Infraestructuras de almacenamiento y suministro

## RED EUROPEA DE HIDRÓGENO

Conectando recursos renovables con demanda industrial en Europa



## INFRAESTRUCTURAS PARA UNA ECONOMÍA DEL HIDRÓGENO

- TRANSPORTE**  
Redes de hidrógeno que conectan zonas de producción con centros de demanda.
- ALMACENAMIENTO**  
Almacenamiento a gran escala para garantizar seguridad de suministro y flexibilidad.
- DISTRIBUCIÓN**  
Infraestructuras de suministro para industria, movilidad y servicios.
- INTEGRACIÓN EUROPEA**  
Interconexión de redes y acceso a los mercados europeos del hidrógeno.

## LA HIDROGENERA DEL CSIC: LABORATORIO VIVO DE LA ECONOMÍA DEL HIDRÓGENO

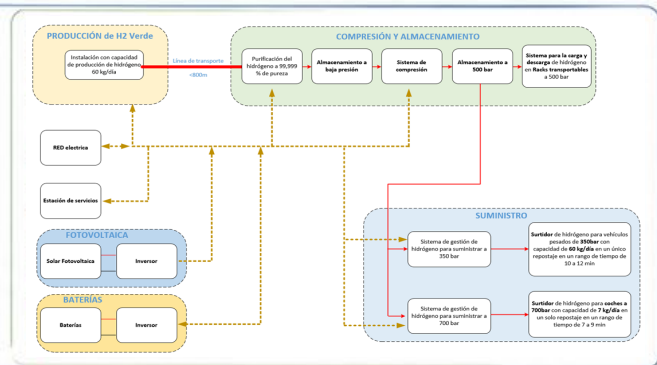
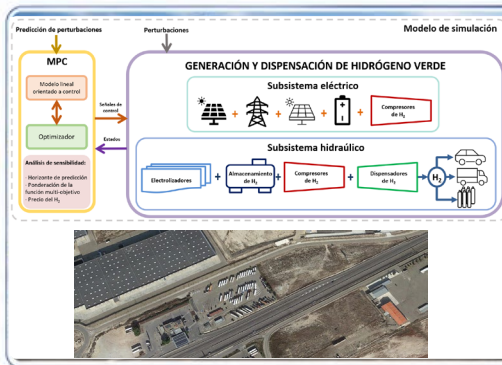
Demostrador integrado de 60 kg H<sub>2</sub>/día alimentado por energías renovables, diseñado para validar en condiciones reales la producción, almacenamiento, gestión y suministro de hidrógeno para movilidad

- PRODUCCIÓN RENOVABLE Y AUTONOMÍA ENERGÉTICA**
- Energía fotovoltaica
  - Operación conectada a la red o isla
  - Integración con sistemas de almacenamiento de energía

- MOVILIDAD Y USOS FINALES**
- Turismos
  - Autobuses y camiones
  - MEGCs y aplicaciones logísticas

- INTELIGENCIA DIGITAL Y CONTROL AVANZADO**
- Predicción inteligente de producción y demanda
  - Optimización energética y económica
  - Gestión remota mediante internet

- PLATAFORMA EXPERIMENTAL**
- Simulación de sistemas
  - Datos reales de operación
  - Monitorización y seguridad avanzada



La innovación necesita infraestructuras capaces de **conectar la producción** con los **usuarios finales** y hacer posible el **mercado europeo del hidrógeno**.



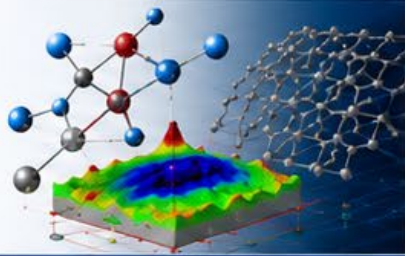
# Sexto reto: acelerar la innovación

IA, digitalización y ciencia de datos para la economía del hidrógeno



## 1. DESCUBRIMIENTO ACCELERADO DE MATERIALES

- Diseño asistido de catalizadores
- Nuevos materiales, electrodos y membranas
- Simulación molecular y diseño activo



Reducción tiempo y coste en el diseño de materiales avanzados



## 3. OPERACIÓN INDUSTRIAL INTELIGENTE

- Optimización energética en tiempo real
- Mantenimiento predictivo
- Monitorización avanzada de procesos e IA
- Mejora continua de procesos



Más eficiencia, menos paradas, mayor disponibilidad



## 2. DESARROLLO TECNOLÓGICO

- Gemelos digitales de electrizadores y procesos
- Simulación y modelización avanzada
- Optimización del diseño y escalado



Mejor diseño, menor riesgo, mayor fiabilidad



## 4. INFRAESTRUCTURAS INTELIGENTES

- Predicción de producción y demanda
- Gestión inteligente de redes y almacenamiento
- Optimización de hidrogeneras y centros de suministro
- Integración con redes y usuarios



Infraestructuras conectadas, flexibles y resilientes



### APLICACIONES YA PRESENTES EN EL CSIC



Diseño de nuevos materiales y catalizadores mediante IA



Gemelos digitales y simulación avanzada



Optimización de procesos y biorrefinería



Predicción de producción y demanda energética



Gestión inteligente de hidrogeneras e infraestructura



Apoyo a la toma de decisiones basada en datos

La IA y la digitalización multiplican el impacto de la ciencia y aceleran la transición energética.



La próxima revolución no será únicamente tecnológica. Será la capacidad de combinar **ciencia, datos e inteligencia artificial** para **acelerar la innovación**.



# Science and Innovation Enabling the Hydrogen Economy

Ciencia e innovación para hacer posible la economía del hidrógeno

Una visión integrada desde el conocimiento hasta el impacto

El CSIC desarrolla conocimiento y tecnologías innovadoras a lo largo de toda la cadena de valor del hidrógeno renovable, contribuyendo a una economía competitiva, segura y sostenible.



**Excelencia científica**  
para generar nuevo conocimiento



**Tecnología e innovación**  
para resolver retos reales



**Colaboración y transferencia**  
para impulsar la industria



**Impacto sostenible**  
para la sociedad y el planeta



CIENCIA



TECNOLOGÍA



INDUSTRIA



IMPACTO

El CSIC contribuye a la economía del hidrógeno integrando ciencia, tecnología e innovación a lo largo de toda la cadena de valor.

# Gracias

## Antonio Chica Lara

Coordinador del Área Global Materia – CSIC

✉ [antonio.chica@csic.es](mailto:antonio.chica@csic.es)

🌐 [www.csic.es](http://www.csic.es)



CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

Generando **conocimiento**.  
Impulsando **innovación**.  
Transformando el **futuro energético**.



CIENCIA



TECNOLOGÍA



INDUSTRIA



SOCIEDAD