



CONAMA 2020

SALA DINÁMICA 23

03/06/2021

## TRANSFORMACIÓN DEL CO<sub>2</sub> EN MATERIA PRIMA: NUEVAS ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO

# COMBUSTIBLES SINTÉTICOS

Esperanza Ruiz Martínez  
[esperanza.ruiz@ciemat.es](mailto:esperanza.ruiz@ciemat.es)

LIFE18 CCM/ES/001094 CO<sub>2</sub>intBio

Con la contribución financiera del Programa LIFE de la Unión Europea



COMBUSTIBLES SINTÉTICOS

## PTECO2: Miembros (45 y creciendo...)



- Nuestros asociados aúnan a todos los actores comprometidos con las tecnologías CAUC: Ministerios, sectores de la energía e industria, centros de investigación, ingenierías, profesionales, etc.
- Las Universidades también participan como 'miembros colaboradores' y las pymes como "miembros adheridos":



### Misión:

Fomentar el desarrollo e implantación de las tecnologías de CAUC y los usos del CO<sub>2</sub> con el propósito de que España cumpla sus compromisos de reducción de emisiones y logre un sector del CO<sub>2</sub> económico y competitivo.



COMBUSTIBLES SINTÉTICOS

## GTs de Captura y Usos

Difundir al público en general el estado del arte de la captura, los usos y la transformación del CO<sub>2</sub> en España:

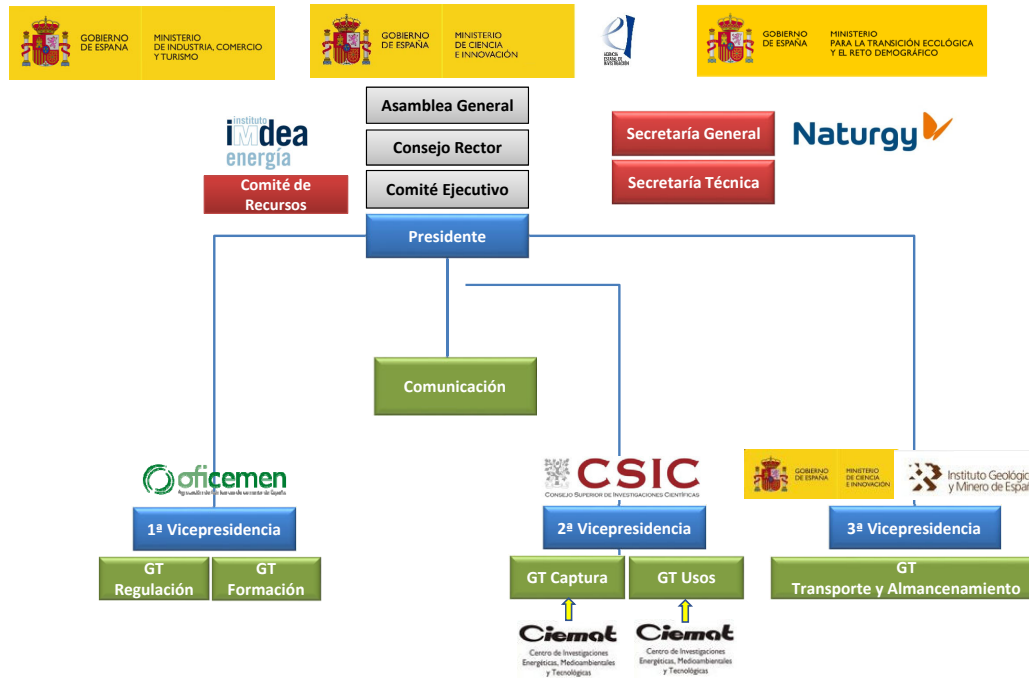
- Monográficos:



- Itinerarios de desarrollo y despliegue: mapeo de capacidades de centros y proyectos específicos

"Plan de Gestión de las tecnologías CAUC en España" (2020)

TRANSFORMACIÓN DEL CO2 EN MATERIA PRIMA: NUEVAS ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO



03/06/2021 CONAMA 2020

# Actividades en 2021

● Visita nuestra web para conocer las actividades: [www.pteco2.es](http://www.pteco2.es)

Síguenos en Twitter (@ptecco2), Facebook y LinkedIn.

Impulsar la 8ª edición de los Premios PTECO2

● Promover el nuevo Grupo de Trabajo Interplataformas del CO2 secretariado por PTECO2.



● Participar en el Comité de Coordinación de Plataformas Tecnológicas del Ambito Energético.

● Participar en la Alianza energética, ALINNE.

● Colaborar con CDTI y la OEPM.

Elaborar nuevos documentos técnicos:

- Carta de CO2: herramienta para cumplir el Acuerdo de París
- El almacenamiento de CO2: un camino necesario
- Presentación de un informe para la consecución de objetivos y el control de emisiones de CO2 en el sector de la energía

Trabajar con otras Plataformas Tecnológicas Españolas:

- SusChem-España (Química)
- PTE HPC (Hidrógeno)
- PACKNET (Envase y embalaje)
- Food for Life-Spain

Participar en foros nacionales e internacionales como CONAMA.

- Continuar publicando estudios como el Plan de Gestión del CO2.
- Celebrar y participar en eventos públicos de difusión propios y colaboración.



COMBUSTIBLES SINTÉTICOS

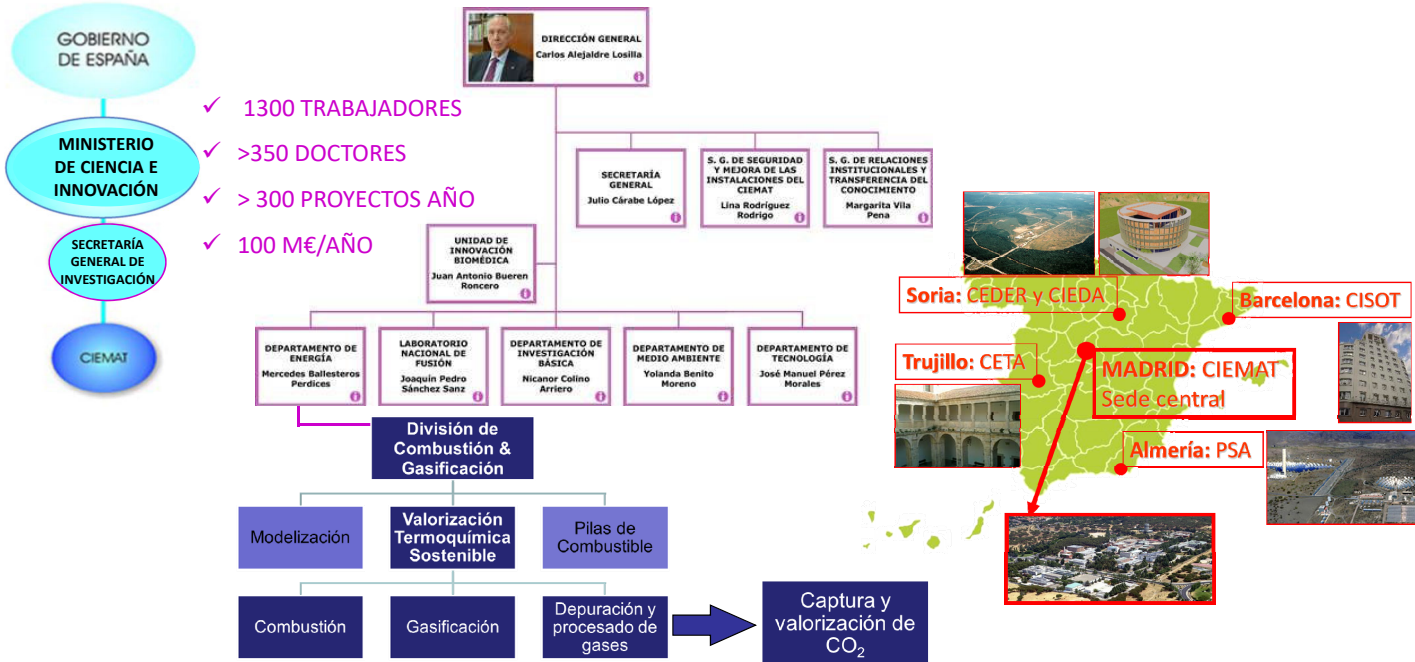
# Actividades en 2021

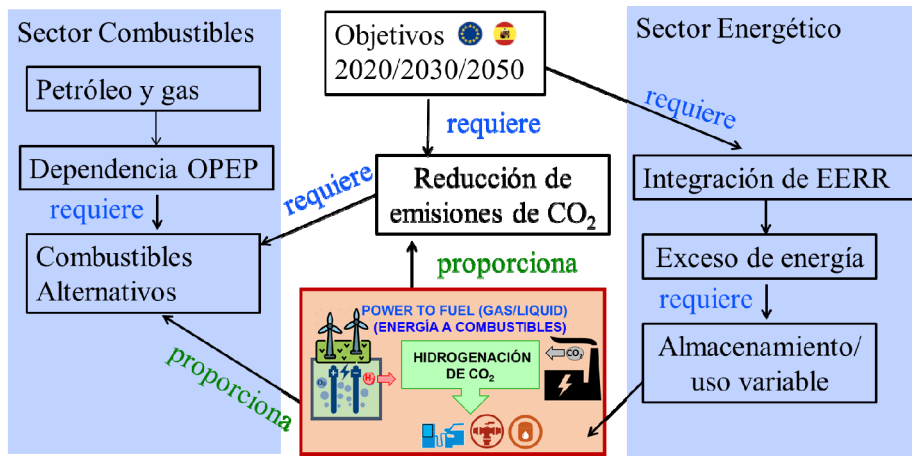
## PTECO2: GT Captura y GT Usos del CO2

- Difundir al público en general el estado del arte de la captura de CO2 en España:
  - Difusión de la reedición del Monográfico de Captura
  - Celebración y participación en eventos 2021-22Jornadas técnicas online en PTECO2:
  - 8 de junio: La Captura del CO2 en España (I)
  - Actualización de las fichas de centros y proyectos específicos de captura de CO2
- Intensificar las relaciones con diferentes entidades equivalentes.
  - Coordinar el GTI CO2 en colaboración con el GT Usos del CO2 y ST
- Difundir al público en general el estado del arte de los usos y la transformación del CO2 en España:
  - Actualización del Monográfico de Usos.
  - Celebración y participación en eventos 2021-22:Jornadas técnicas online en PTECO2:
  - 22 de junio: Los Usos del CO2 en España (I)
  - Finalización de las fichas de centros y proyectos específicos de usos del CO2
- Intensificar las relaciones con diferentes entidades equivalentes.
  - Impulsar la 4ª edición de "Aportando Valor al CO2" en colaboración con SusChem-España

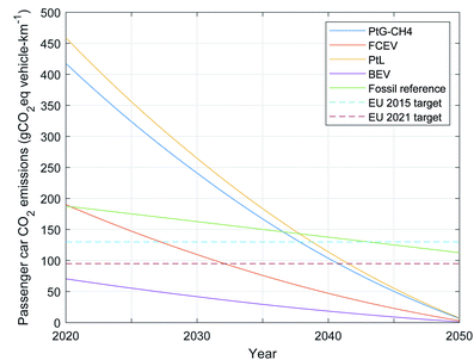


COMBUSTIBLES SINTÉTICOS





PtG-CH<sub>4</sub> = power-to-gas-CH<sub>4</sub>  
 FCEV vehículo eléctrico de pila de combustible (con hidrógeno como combustible)  
 PtL = power-to-liquid,  
 BEV = vehículo eléctrico a batería



Fuente: Millinger et Al., Sustainable Energy Fuels, 2021, 5, 828–843 DOI: 10.1039/d0se01067g



## Mitigación CC

COMBUSTIBLES SINTÉTICOS

### Estrategia de la Unión Europea:

La Comisión Europea publicó recientemente su visión estratégica a largo plazo hacia una economía climáticamente neutra en Europa (“A Clean Planet for All”) para 2050.

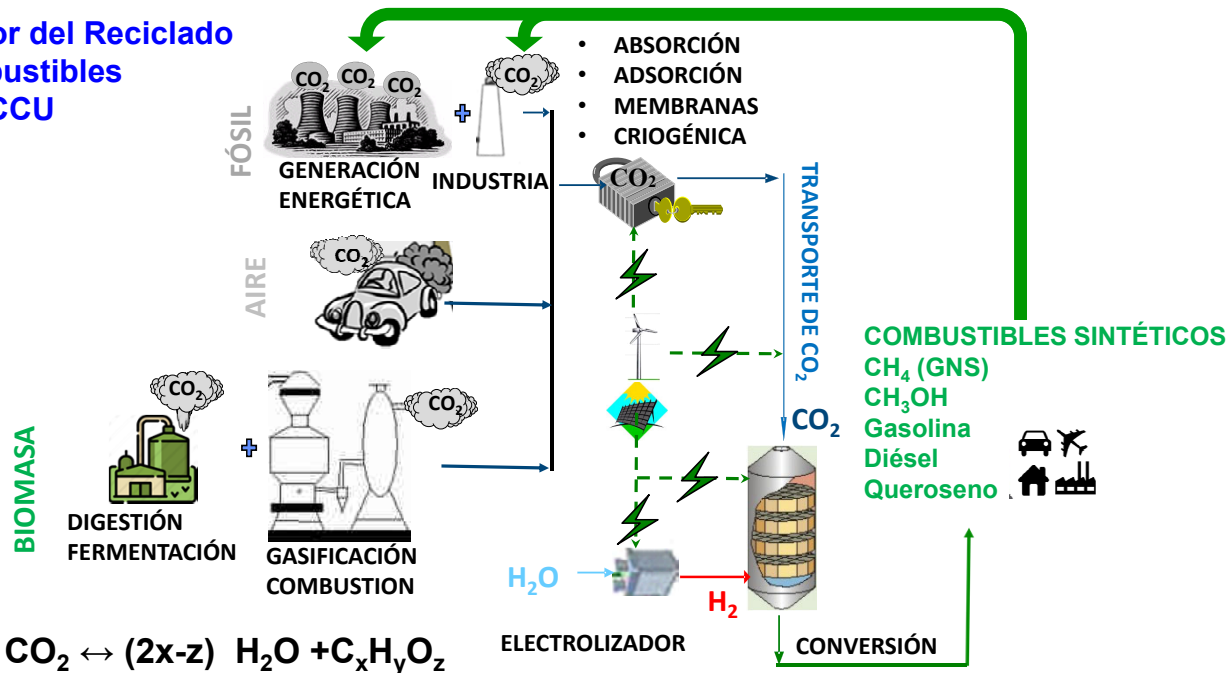
Long Term Strategy Options								
	Electrification (ELEC)	Hydrogen (H2)	Power-to-X (P2X)	Energy Efficiency (EE)	Circular Economy (CIRC)	Combination (COMBO)	1.5°C Technical (1.5TECH)	1.5°C Sustainable Lifestyles (1.5LIFE)
<b>Main Drivers</b>	Electrification in all sectors	Hydrogen in industry, transport and buildings	E-fuels in industry, transport and buildings	Pursuing deep energy efficiency in all sectors	Increased resource and material efficiency	Cost-efficient combination of options from 2°C scenarios	Based on COMBO with more BECCS, CCS	Based on COMBO and CIRC with lifestyle changes
<b>GHG target in 2050</b>	-80% GHG (excluding sinks) ["well below 2°C" ambition]					-90% GHG (incl. sinks)	-100% GHG (incl. sinks) ["1.5°C" ambition]	
<b>Major Common Assumptions</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Higher energy efficiency post-2030</li> <li>Deployment of sustainable, advanced biofuels</li> <li>Moderate circular economy measures</li> <li>Digitalisation</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>Market coordination for infrastructure deployment</li> <li>BECCS present only post-2050 in 2°C scenarios</li> <li>Significant learning by doing for low carbon technologies</li> <li>Significant improvements in the efficiency of the transport system.</li> </ul>				
<b>Power sector</b>	Power is nearly decarbonised by 2050. Strong penetration of RES facilitated by system optimization (demand-side response, storage, interconnections, role of prosumers). Nuclear still plays a role in the power sector and CCS deployment faces limitations.							
<b>Industry</b>	Electrification of processes	Use of H2 in targeted applications	Use of e-gas in targeted applications	Reducing energy demand via Energy Efficiency	Higher recycling rates, material substitution, circular measures	Combination of most Cost-efficient options from "well below 2°C" scenarios with targeted application (excluding CIRC)	COMBO but stronger	CIRC+COMBO but stronger
<b>Buildings</b>	Increased deployment of heat pumps	Deployment of H2 for heating	Deployment of e-gas for heating	Increased renovation rates and depth	Sustainable buildings		COMBO but stronger	CIRC+COMBO but stronger
<b>Transport sector</b>	Faster electrification for all transport modes	H2 deployment for HDVs and some for LDVs	E-fuels deployment for all modes	Increased modal shift	Mobility as a service			<ul style="list-style-type: none"> <li>CIRC+COMBO but stronger</li> <li>Alternatives to air travel</li> </ul>
<b>Other Drivers</b>		H2 in gas distribution grid	E-gas in gas distribution grid				Limited enhancement natural sink	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dietary changes</li> <li>Enhancement natural sink</li> </ul>



Fuente: [https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2050\\_en](https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2050_en)  
[https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/docs/pages/com\\_2018\\_733\\_analysis\\_in\\_support\\_en\\_0.pdf](https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/docs/pages/com_2018_733_analysis_in_support_en_0.pdf)




Cadena de Valor del Reciclado de CO<sub>2</sub> a Combustibles Sintéticos vía CCU





## TRL Captura


### COMBUSTIBLES SINTÉTICOS

Tecnología	Ventajas	Retos	Estado
Absorción aminas 	- Buena estabilidad del absorbente	- ↑ requerimientos energéticos (regeneración) - Toxicidad de los productos de degradación de la amina - Degradación por NOx, SO <sub>2</sub> y O <sub>2</sub> en gas - ↑ Tamaño de equipos y requerimiento de espacio	Comercial
Absorción amoníaco	- Absorbente barato y ampliamente disponible. - ↓ requerimientos energéticos (regeneración) - ↑ capacidad de absorción y capacidad de carga - Utilización de subproductos como fertilizantes	- Amoníaco es tóxico, corrosivo y volátil - Emisiones residuales de amoníaco - Inestabilidad térmica de subproductos.	Escala Demo
Adsorción	- Menores requerimientos de regeneración ( $\Delta T$ ) & ahorro energético vs. absorción química	- Desarrollo de nuevos adsorbentes regenerables. - Calor para revertir reacción química. - Difícil gestión de calor - Alta pérdida de carga y atrición del adsorbente	Investigación
Membranas	- Fácil de operar y mantener (sin regeneración, reacciones químicas o partes móviles) - Alta tolerancia a gases ácidos y O <sub>2</sub> . - Diseño modular - Bajo coste energético. - Sistema ligero y compacto	- Para procesos a alta presión (compresión) - Alta selectividad, múltiples etapas - Elevada área superficial de las membranas. - Incremento tiempo de vida (partículas) - Pérdidas energéticas por pérdida de carga - Reducción de coste de materiales	Piloto
Criogénica	- Menor demanda de agua de refrigeración	- Elevada intensidad energética - Aplicable solo a altas concentraciones de CO <sub>2</sub> (>90%)	Comercial



## TRL captura atmosférica

COMBUSTIBLES SINTÉTICOS

	Climeworks 	Carbon Engineering	Verdox	Carbyon
<b>Tipo de sistema</b>	Adsorbente sólido	Absorbente líquido	Adsorbente sólido	Adsorbente sólido
<b>Tecnología</b>	Amina funcionalizada	Disolución de hidróxido potásico	Composite quinona-nanotubos de carbono	Película delgada de amina y/o membrana porosa basada en bicarbonato
<b>Regeneración</b>	Temperatura/vacío	Temperatura	Electro-Swing	Temperatura
<b>Demanda energética específica</b>	Calor: 2000 kWh/t CO <sub>2</sub> Electricidad: 650 kWh/tCO <sub>2</sub>	GN: 2777 kWh/tCO <sub>2</sub> o Electricidad: 1500 kWh/tCO <sub>2</sub>	Electricidad: 568 kWh/tCO <sub>2</sub>	-
<b>Temperatura</b>	80-100 °C	900 °C	Ambiente	80-100 °C
<b>TRL</b>	Comercial	Piloto	Laboratorio	Investigación básica

Fuente: <https://www.gasworld.com/direct-air-capture-and-hydrogen-electrolysis-combine-to-make-e-fuels/2020911.article>

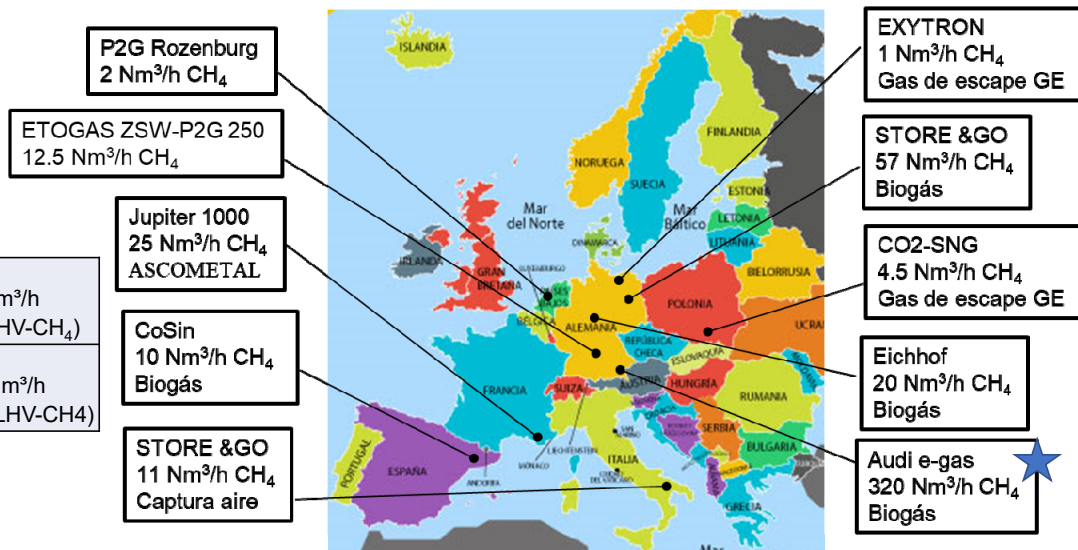


## TRL Y KPIs PtFuels

### COMBUSTIBLES SINTÉTICOS

Producto	TRL	Aplicación	Coste k€/t	Precio k€/t	Electricidad MWh/t	Utilización tCO <sub>2</sub> /t
CH <sub>4</sub> (GNS)	6-9	Inyección red gas natural	1.5-13.5	0.92	15.2	2.75
CH <sub>3</sub> OH	6-9	Pilas comb. Mix gasolina o diésel	0.5-1.9	0.26	0.55	1.4
DME	6	LPG o diésel	1.8-2.3	1.6	-	1.9
Ácido fórmico	3-5	Pilas de combustible	1.6	0.45-0.6	4.1	0.7
RWGS/CoSOEC – Fischer Tropsch	6-9	Gasolina diésel queroseno	0.5-2	0.27-0.32	6.8	2.6
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	6-8	Mezcla gasolina	-	-	0.4	1.3

Capacidad de producción instalada 2019	~590 m <sup>3</sup> /h ~6 MW (LHV-CH <sub>4</sub> )
Capacidad de producción anunciada/planeada	~3840 m <sup>3</sup> /h ~400 MW (LHV-CH <sub>4</sub> )



Fuente principal: <https://doi.org/10.3389/fenrg.2020.00191> <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.06.030>  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S136403211930423X#mmc1>



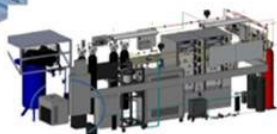
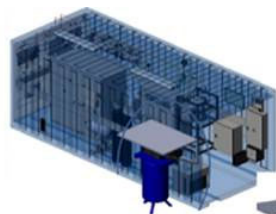
## Proyectos PtG en España

COMBUSTIBLES SINTÉTICOS

Desarrollo y operación de una planta de producción de gas natural sintético (GNS) de 15 kW a partir de hidrógeno electrolítico producido mediante energías renovables y su metanación con  $\text{CO}_2$  procedente de biogás (65%  $\text{CH}_4$  y 35%  $\text{CO}_2$ ), de manera que el gas natural sintético (hasta  $2\text{Nm}^3/\text{h}$ ) obtenido sea totalmente renovable y de una calidad tal, que pueda ser inyectado directamente en la red de gas natural.



RTC-2014-2975-3



**Demostrador (15kW) instalado en la planta de tratamiento de aguas de FCC-Aqualia (ENAGAS, CNH2, Abengoa Hidrógeno, Gas Natural SDG, AQUALIA, Tecnalia e ICP- CSIC)**

Fuente: <https://www.madrimasd.org/blogs/energiasalternativas/2017/09/15/133593>; <https://www.cnh2.es/cnh2/renovagas/>

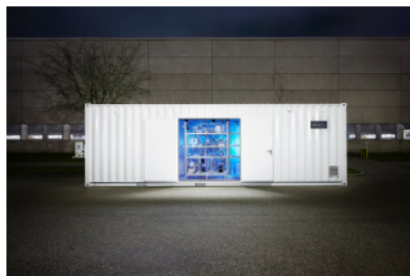


### CoSin: combustibles sintéticos

Planta piloto de producción de metano sintético (10 Nm<sup>3</sup>/h) a partir de hidrógeno electrolítico (electrolizador alcalino 37 kwh) producido mediante energías renovables y CO<sub>2</sub> procedente de biogás.

**Gas Natural Fenosa pone en marcha en Sabadell una planta piloto de gas renovable**

Redacción CatalunyaPress | Jueves, 31 de mayo de 2018, 13:39



Proyecto CoSin de Gas Natural Fenosa

**Planta piloto de producción de CH<sub>4</sub> sintético instalada en la EDAR Riu Sec, Sabadell (Naturgy, IREC & INERATEC GmbH)**

Fuentes:

[https://www.naturgy.com/prensa/notas\\_de\\_prensa/2018\\_1s/gas\\_natural\\_fenosa\\_pone\\_en\\_marcha\\_un\\_proyecto\\_piloto\\_de\\_produccion\\_de\\_gas\\_renovable\\_en\\_catalunya](https://www.naturgy.com/prensa/notas_de_prensa/2018_1s/gas_natural_fenosa_pone_en_marcha_un_proyecto_piloto_de_produccion_de_gas_renovable_en_catalunya)

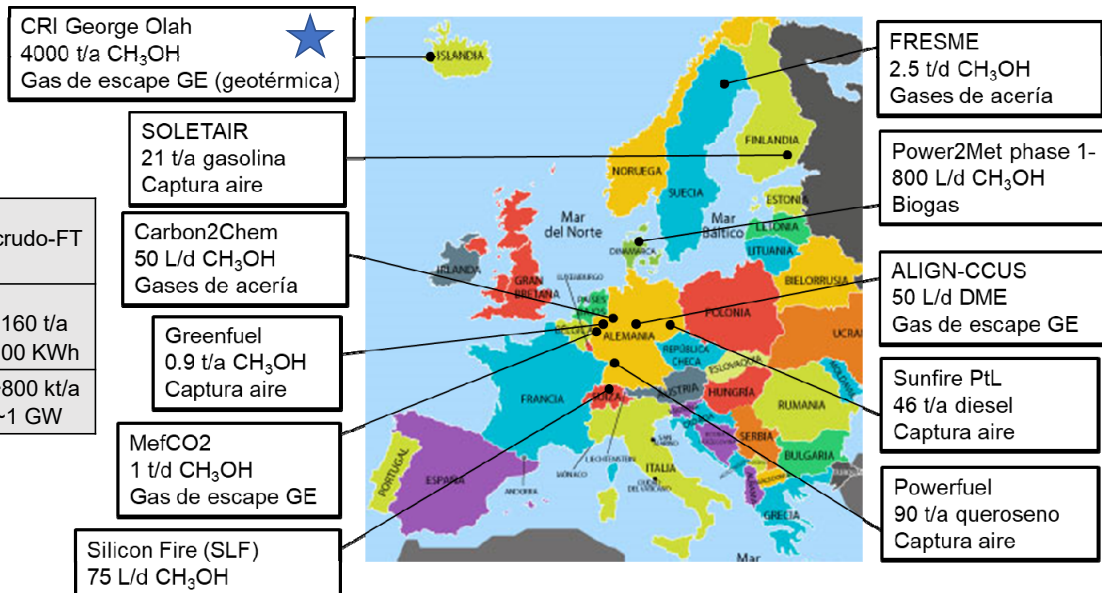
<https://www.catalunyapress.es/texto-diario/mostrar/1097941/gas-natural-fenosa-pone-marcha-sabadell-planta-piloto-gas-renovable>



# Proyectos PtL en Europa

COMBUSTIBLES SINTÉTICOS

Capacidad	CH <sub>3</sub> OH	e-crudo-FT
Instalada 2019	~4300 t/a ~3 MW	~160 t/a ~200 KWh
Anunciada/ planeada	>700 kt/a ~0.5 GW	~800 kt/a ~1 GW







## Proyectos PtL en España

COMBUSTIBLES SINTÉTICOS

### SUN-to-LIQUID: Integrated solar-thermochemical synthesis of liquid hydrocarbon fuels



La radiación solar se concentra mediante un campo de helióstatos y se absorbe de manera eficiente en un reactor solar que convierte, a través de ciclos redox, en un reactor termoquímico solar de 50 kW, H<sub>2</sub>O y CO<sub>2</sub> en gas de síntesis que posteriormente se procesa a hidrocarburos combustibles vía Fischer-Tropsch.



Socios: Abengoa (ES), ETH Zurich (CH), **IMDEA Energía** (ES), DLR (DE) y Hy-Gear Technology & Services B.V. (NL) Bauhaus Luftfahrt (DE) y ARTTIC (FR)

Fuente: <http://www.madrimasd.org/blogs/energiasalternativas/2019/06/24/133825>  
<https://www.sun-to-liquid.eu/>  
[https://www.sun-to-liquid.eu/page/media\\_items/sun-to-liquid-project-press-release14.php](https://www.sun-to-liquid.eu/page/media_items/sun-to-liquid-project-press-release14.php)



# Plantas futuras e-FT anunciadas en Europa: Nordic Blue Crude/Norsk

- Ubicación: Herøya (Noruega)
- Proceso: coSOEC-Fischer Tropsch (Sunfire)
- Capacidad: 8 kt/a
- Fuente de CO<sub>2</sub>: Captura del aire (Climeworks)
- Inicio operación: 2023

**GREENAIR ARCHIVES**  
INDEPENDENT REPORTING ON AVIATION AND THE ENVIRONMENT

FRONT PAGE ARCHIVES SEARCH ARCHIVES CONTACT

### Europe's first power-to-liquid demo plant in Norway plans renewable aviation fuel production in 2023

Tue 23 June 2020 – An industrial consortium is planning Europe's first power-to-liquid (PTL) plant that will produce hydrogen-based renewable aviation fuel in Norway. The Norsk e-Fuel consortium is initially looking to build a demonstration plant at the Herøya Industry Park in Porsgrunn, near Oslo, capable of producing 10 million litres of fuel a year before scaling up the facility to commercially produce 100 million litres by 2026. The output of the full-scale plant would save an estimated 250,000 tonnes of CO<sub>2</sub> emissions annually and fuel the five most frequently serviced domestic routes in Norway with a 50% blend. The renewable fuel would be generated from CO<sub>2</sub> and water using 100 per cent renewable electricity. Planning of the €90 million (\$100m) demo plant is said to be well underway, with other locations identified for a nationwide rollout.

The consortium has four main partners: German PTL technology provider [Sunfire](#), Swiss-based CO<sub>2</sub> air capture technology specialist [Climeworks](#), Luxembourg-headquartered international engineering company [Paul Wurth SHS Group](#) and [Valinor](#), a Norwegian family-owned green investment company.

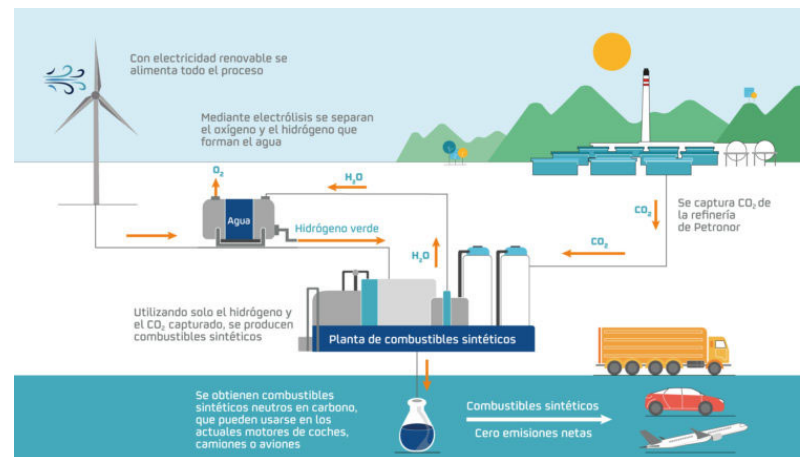
(Image: Norsk e-Fuels)

#### Fuentes:

<https://nordicelectrofuel.no/> <https://www.norsk-e-fuel.com/en/>  
<https://www.greenaironline.com/news.php?viewStory=2711>  
<https://www.co2value.eu/wp-content/uploads/2019/09/7.-NordicBlueCrude.pdf>

## Plantas futuras e-FT anunciadas en España: Repsol

- Ubicación: Refinería de Petronor (Bilbao)
- Capacidad: 3 kt/a
- Fuente de CO<sub>2</sub>: CO<sub>2</sub> capturado en refinería
- Inicio operación: 2024



Fuente:

<https://www.repsol.com/es/sala-prensa/notas-prensa/2020/repsol-desarrollara-en-espana-dos-grandes-proyectos-de-reduccion-de-emisiones.cshtml>

<https://www.eitb.eus/es/noticias/economia/videos/detalle/7305541/video-repsol-petronor-apuestan-hidrogeno-verde-decarbonizacion/>



## Resumen pros y contras

COMBUSTIBLES SINTÉTICOS

### Ventajas de los combustibles sintéticos:

- **↑ Reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> vs. combustibles fósiles convencionales**
- **↑ Facilidad de almacenamiento vs. electricidad & H<sub>2</sub>**
- **↑ Densidad energética vs. electricidad & H<sub>2</sub> ⇒ Utilizables en sectores de difícil electrificación (aviación, marítimo, transporte pesado)**
- **Infraestructuras de almacenamiento, transporte y utilización (generación energética o movilidad) totalmente desarrollada.**


### Cuellos de botella:

- **↓ Eficiencia energética en producción del combustible (pérdidas asociadas a conversión)**
- **↓ Nivel de desarrollo (Demo) de la tecnología (pocas plantas comerciales o en ↑ TRLs)**
- **↑ CAPEX (electrolizadores)**
- **↑ Costes de producción vs. combustibles fósiles convencionales**

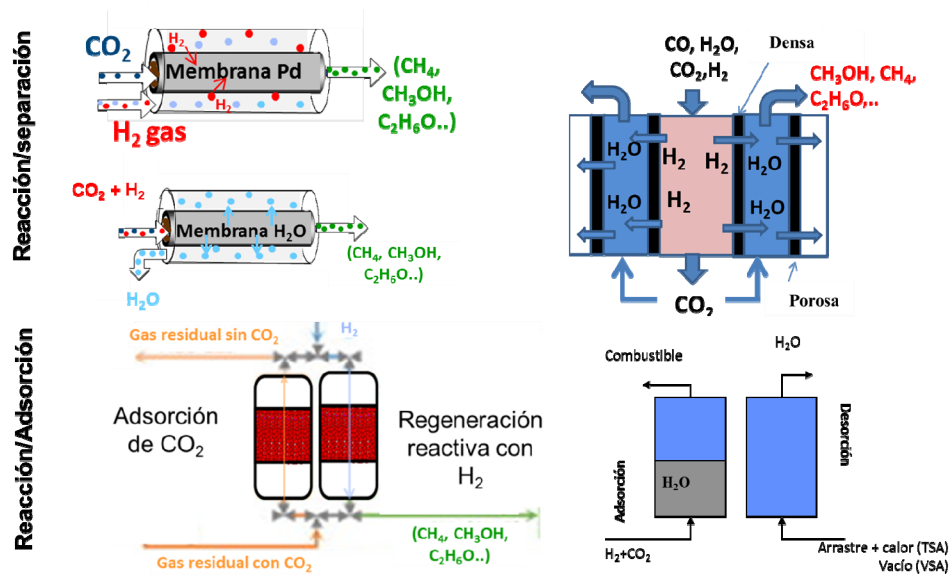


## Retos investigación

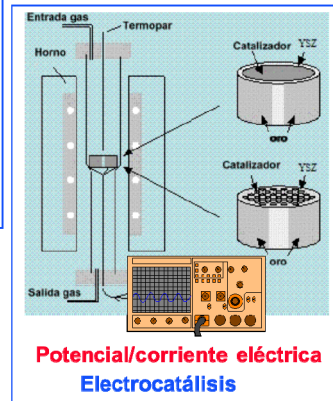
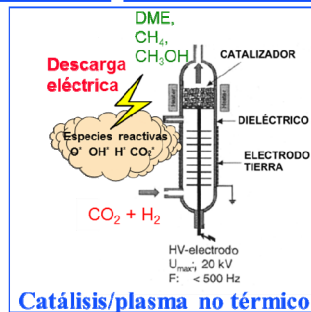
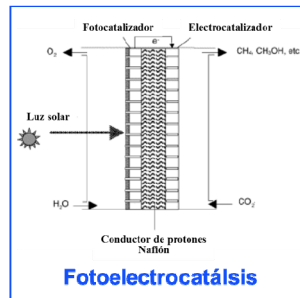
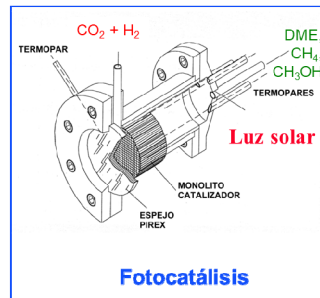
COMBUSTIBLES SINTÉTICOS

- **↑ Actividad, selectividad & tolerancia inhibidores y venenos**
- **↑ Vida útil ⇒ ↓ Desactivación (C, H<sub>2</sub>O+ ↑ T) o métodos regeneración**
- **Optimización diseño reactor: Control exotermicidad**
- **↑ Eficiencia energética ⇒ ↓ Energía producción C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>O<sub>z</sub> objetivo**
- **↓ CAPEX & OPEX (purificación, etc.)**  
 **(MIEMBROS DE PTECO2 IDENTIFICADOS EN MAPEO DE CAPACIDADES GT USOS)**
- **Integración de energías renovables**
  - ✓ **Aporte térmico reacción (solar de concentración) (IMDEA-Energía, IREC)**
  - ✓ **Activación selectiva por plasma fotoelectro/foto/electro-catálisis (CIEMAT, IREC, IMDEA-Energía)**
- **Intensificación de procesos:**
  - ✓ **Separación in-situ de H<sub>2</sub>O (CIEMAT, U. Cantabria)**
  - ✓ **Producción H<sub>2</sub> in-situ (CIEMAT, IREC, IMDEA-Energía)**
  - ✓ **Captura in-situ de CO<sub>2</sub> (CIEMAT, U. Cantabria)**
  - ✓ **Integración de calor (IREC)**

## HIDROGENACIÓN DE CO<sub>2</sub> – INTENSIFICACIÓN DE PROCESOS

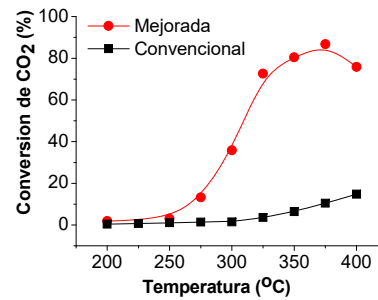
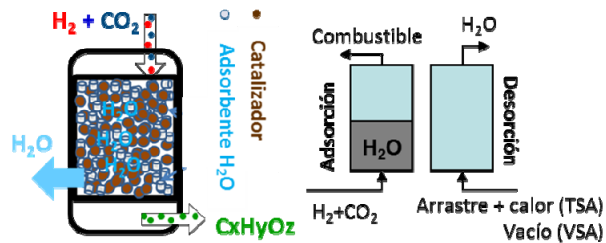


## HIDROGENACIÓN DE CO<sub>2</sub> – ACTIVACIÓN SELECTIVA

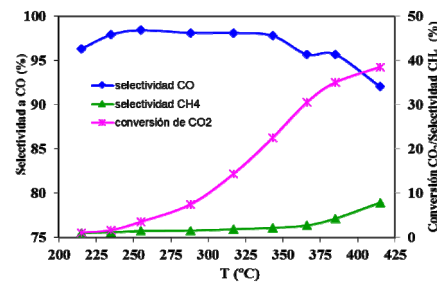
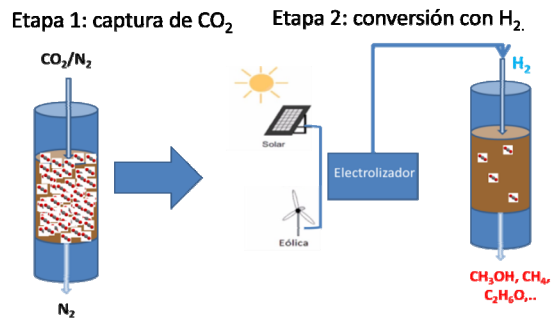


**Reacción/separación:** por combinación de la hidrogenación de CO<sub>2</sub> a presión atmosférica con:

- Separación in-situ de agua por adsorción



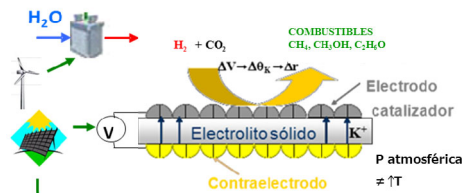
- Captura In-situ de CO<sub>2</sub> mediante materiales bifuncionales (adsorbente de CO<sub>2</sub> & catalizador)



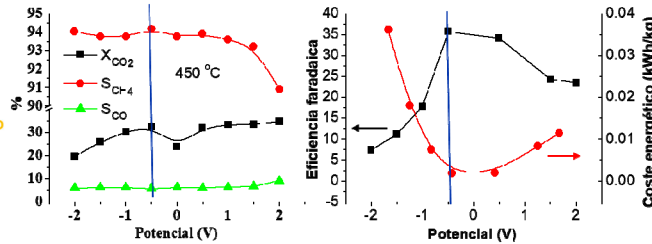
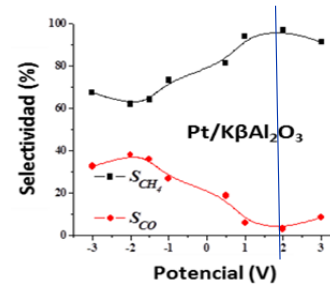
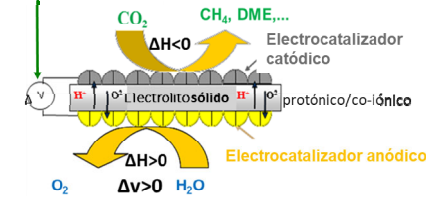


**Activación selectiva:** por combinación de la hidrogenación de CO<sub>2</sub> a presión atmosférica con:

- Con promoción electroquímica del catalizador en SOEC de cámara sencilla

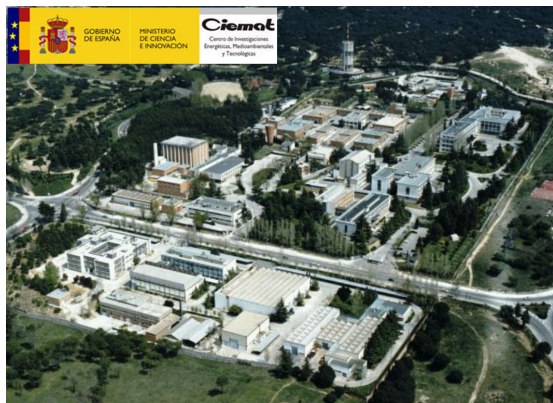


- Electrólisis de agua para producción in-situ de H<sub>2</sub> en SOEC de cámara doble (Co-electrolisis)





COMBUSTIBLES SINTÉTICOS



¡Síguenos!

 @pteco2


 PTECO2

 YouTube <sup>ES</sup> PTECO2

¡Contáctanos!

 [www.pteco2.es](http://www.pteco2.es)

 [secretaria@pteco2.es](mailto:secretaria@pteco2.es)

 +34 91 441 89 82

Esperanza Ruiz Martínez  
[esperanza.ruiz@ciemat.es](mailto:esperanza.ruiz@ciemat.es)

[www.ciemat.es](http://www.ciemat.es)

<http://rdgroups.ciemat.es/web/valer>