Proyecto CO2Fokus: síntesis directa de DME a partir de CO_2

CO2FOKUS
ADVANCING CO_2 CONVERSION

The project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement n. 838061

The project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement n. 838061

ÍNDICE

1. INTRODUCCION

2. OBJETIVOS

3. ESTADO DEL ARTE

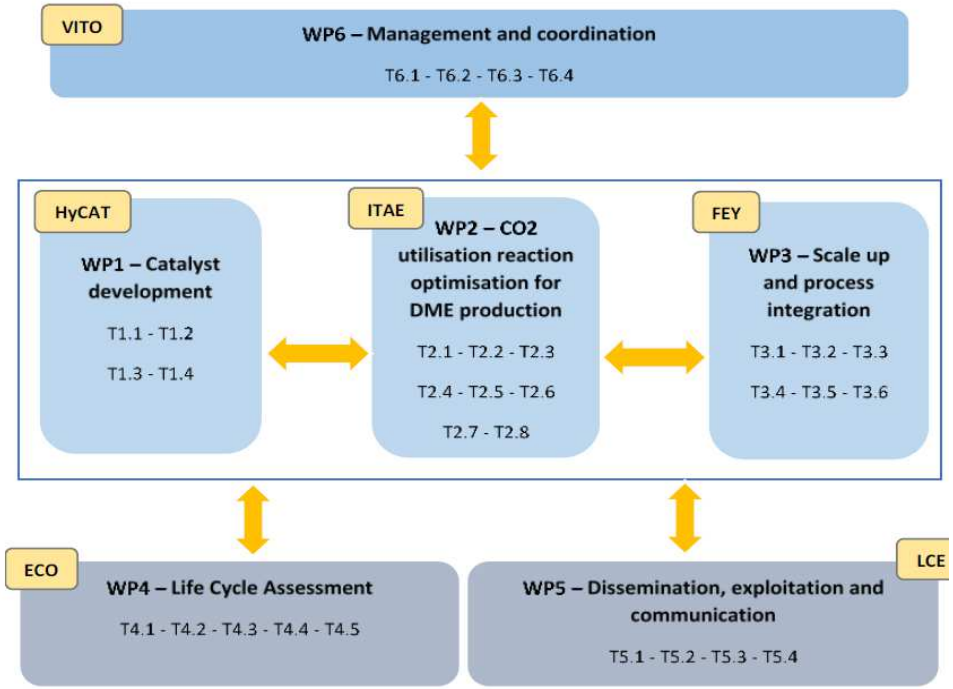
4. DESARROLLOS A REALIZAR

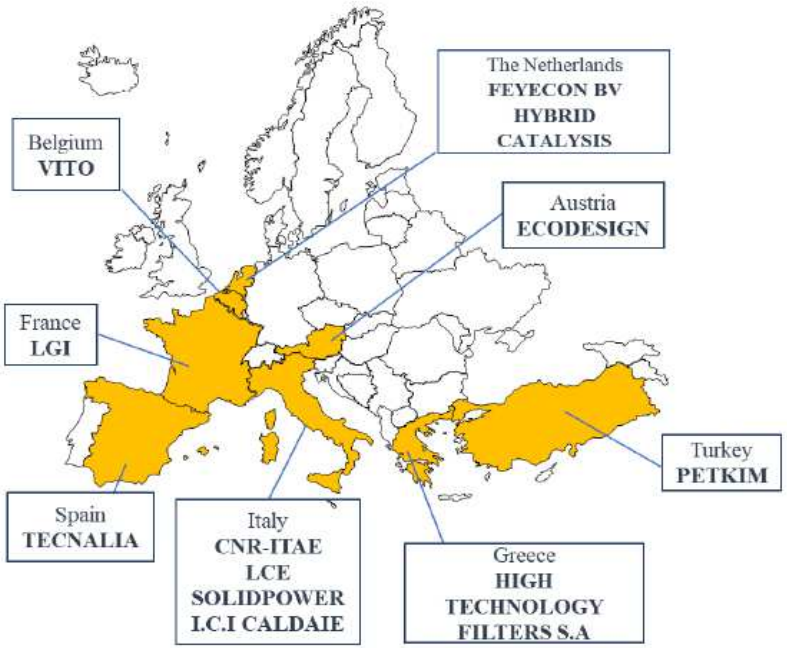
5. IMPACTO ESPERADO

The project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement n. 838061

INTRODUCCIÓN

El proyecto tiene como objetivo desarrollar una tecnología capaz de **utilizar el CO2** emitido por los procesos industriales como materia prima **para producir dimetiléter** (DME), un gas que se usa con frecuencia en la industria química y que, generalmente, se obtiene de fuentes fósiles. El proyecto quiere desempeñar un papel relevante para abordar el cambio climático y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.





El proyecto CO2Fokus es parte del Programa Horizonte 2020, tiene una duración de 42 meses y cuenta con la participación de **12 socios** provenientes de **8 países**.

Gracias a la asociación multidisciplinar de empresas, se avanzará en desarrollos innovadores para la producción de DME.

The project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement n. 838061

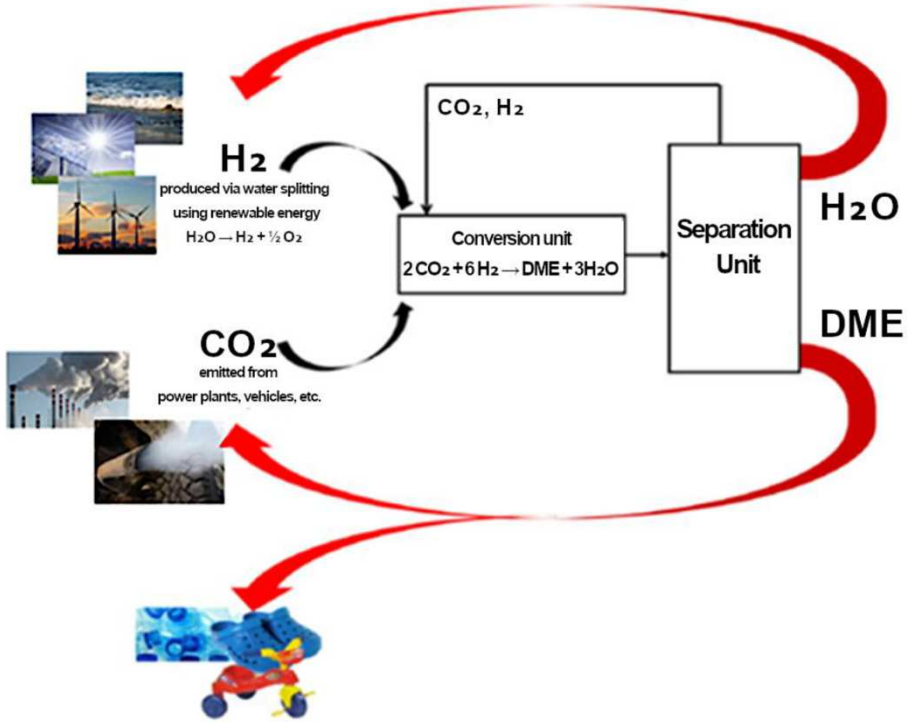
OBJETIVOS

- Desarrollo de una tecnología de conversión de CO2 sostenible, eficiente en el consumo de energía y económicamente viable para reciclar el CO2 industrial en DME mediante **síntesis directa y continua a partir de CO2 y H2 industrial** (hidrogenación de CO_2)
    - conversión catalítica química
    - conversión electroquímica

- Fabricación (mediante impresión 3D) y optimización de un **reactor catalítico multicanal** con propiedades de transferencia de calor y masa favorables y baja caída de presión para lograr una producción DME eficiente en un solo paso.

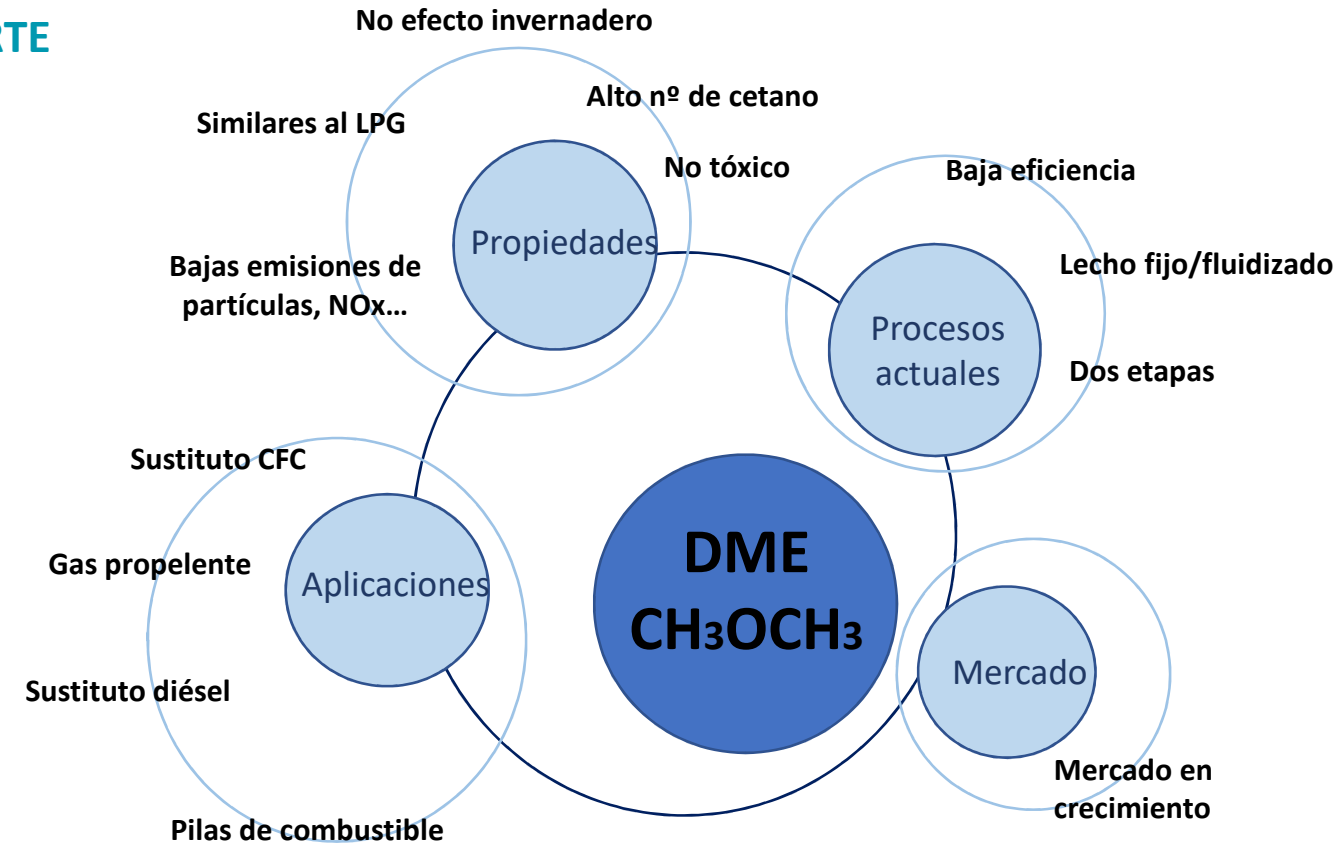
- Desarrollo y fabricación de un sistema competitivo de **celdas de óxido sólido** con un tamaño óptimo de pila y operación para la **producción y uso de DME**

- Verificación de todos los parámetros del proceso a escala piloto en una **unidad modular móvil**.



The project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement n. 838061

ESTADO DEL ARTE



Compound	Time horizon		
	20 years	100 years	500 years
DME	1.2	0.3	0.1
CO_2	1	1	1
CH_4	56	21	6.5
N_2O	280	310	170

***Tabla**. Efecto invernadero potencial para diferentes productos (Fuente: http://epcmconsultants.co.za/direct-dme-synthesis-from-natural-gas/)*

The project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement n. 838061

ESTADO DEL ARTE

Síntesis convencional: dos etapas

1. formación metanol: $CO_2 + 3H_2 = CH_3OH + H_2O$
2. deshidratación del metanol a DME. $2CH_3OH = CH_3OCH_3 + H_2O$

Baja eficiencia

Síntesis directa: una etapa → aumento de la eficiencia

$$2CO_2 + 6H_2 \Leftrightarrow CH_3OCH_3 + 3H_2O \quad (\Delta H° = -90.6\ kJ/mol)$$

Estado del arte:

- Eficiencia energética: 2300MJ/ton DME
- Presión: 30-70 bar
- Temperatura: 280ºC
- Rendimiento a DME: 25%
- Conversión del CO_2: 30%
- Catalizador $Pd/ZnO/Al_2O_3$; Cu-ZnO
- Reactor: lecho fijo, fluidizado o slurry (pérdida de carga, baja tdm/e)

CO2Fokus:

- Eficiencia energética: reducción 30-20%
- Presión: 30 bar
- Temperatura: 250ºC
- Rendimiento a DME: >30%
- Conversión del CO_2: >30%
- Catalizador Cu + CNT (CVD)
- Reactor: basado en tecnologías de intensificación de procesos

The project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement n. 838061

DESARROLLOS A REALIZAR

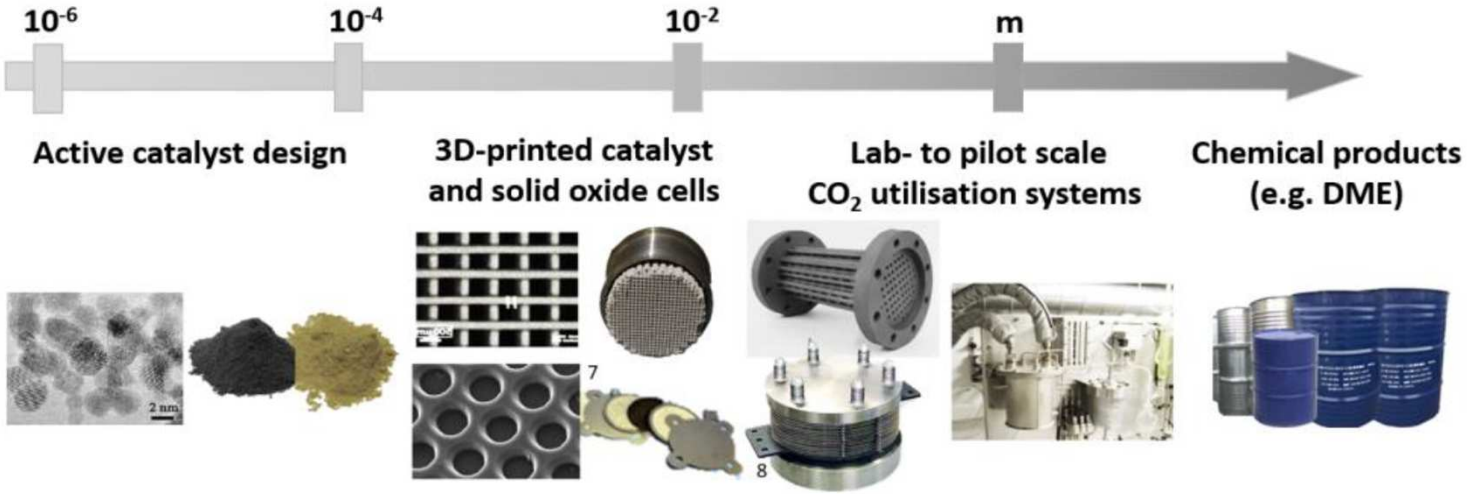


Diagrama de flujo que ilustra el concepto del Proyecto y los desarrollos propuestos

PROCESO TERMOQUÍMICO

- Catalizadores altamente selectivos soportados en nanotubos de carbono
- Reactor específico para la intensificación del proceso: reactor de milicanales
- Planta piloto para la producción termoquímica de DME

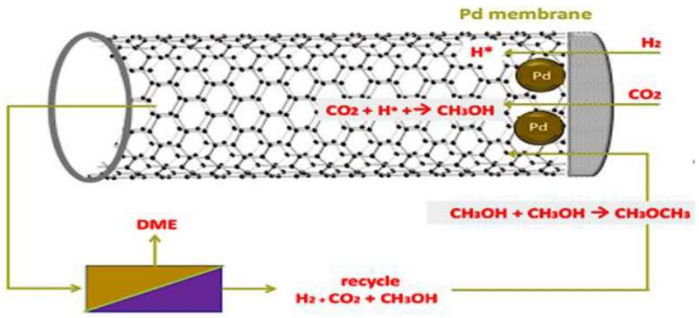
PROCESO ELECTROQUÍMICO

- Electrolizador para la producción de H2
- Electrolizador SOEC para la co- electrolisis de CO2 y H2O en DME
- Utilización del electrolizador como celda de combustible para demostrar el uso del DME como fuente de H2
- Planta piloto para la producción electroquímica de DME

The project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement n. 838061

DESARROLLOS A REALIZAR

WP1
Nanocatalizadores avanzados utilizando NTC y CVD
TRL 5



Control de la deposición
Mayor dispersión
Selección tp

Mayor selectividad, conversión y estabilidad

WP2
Desarrollo de tecnología SOEC /SOFC
TRL 5-6

H_2O

CO_2
H_2O

H_2

H_2

DME

DME

The project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement n. 838061

DESARROLLOS A REALIZAR

WP2- Reactor estructurado TRL 5-6

Las tecnologías de intensificación buscan desarrollar procesos:

- más eficientes,
- con menos costes de operación,
- que generen la menor cantidad posible de residuos,
- más seguros,
- de menor tamaño
- y que obtengan la mayor cantidad de producto con menor consumo de materia prima.

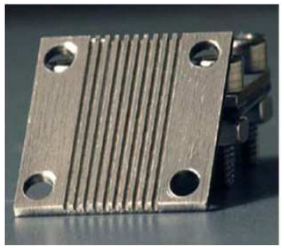
En síntesis química el uso del minireactor logra mejorar la transferencia de materia y energía entre las tres fases involucradas en la reacción: gas, líquido y sólido (catalizador).

Características	Ventajas
Contacto íntimo entre el gas y el catalizador	Alta transferencia de masa Disminución del tiempo de residencia Aumento del rendimiento
Alta relación área/volumen	Alta transferencia de calor Baja creación de puntos calientes Limitación en la propagación de una eventual llama
Bajo volumen	Ahorro en material, espacio y energía Baja pérdida de carga Síntesis en continuo
Distancias de difusión reducidas	Baja creación de puntos calientes Alta transferencia de calor Síntesis en continuo
Escalado mediante duplicados	Implementación más rápida del proceso a nivel industrial y mayor flexibilidad

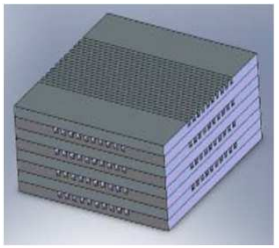
The project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement n. 838061

DESARROLLOS A REALIZAR

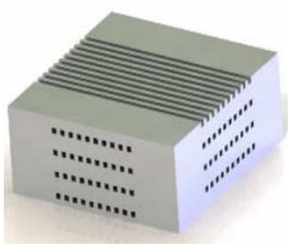
WP2- Reactor estructurado TRL 5-6



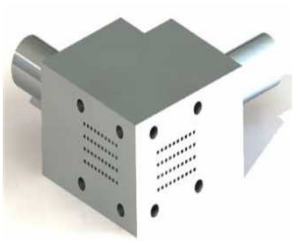
Micromecanizado



Apilamiento



Soldadura



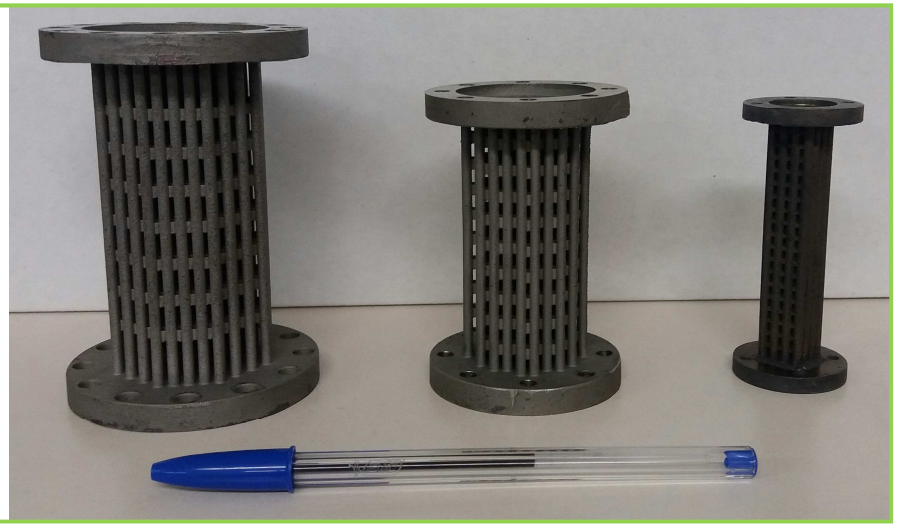
Periféricos

Fases necesarias para la fabricación de microreactores
Adapted from *S. Cruz et al. (2011). Chemical Engineering Journal 167. 634-642*

Desventajas:
Método de fabricación laborioso
Varias fases de fabricación
Deposición del catalizador
Escalado

Reactor desarrollado en Tecnalia

- Reactor tubular con relación longitud/diámetro elevada
- Permite una buena transmisión/evacuación de calor
- Uniformidad dimensional de los tubos
- Posee una buena estabilidad térmica y mecánica
- Sencillez de manipulación
- Fabricación en una pieza, “sin capas”



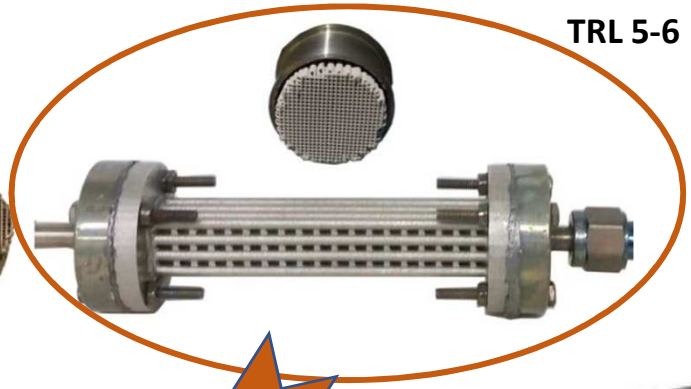
The project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement n. 838061

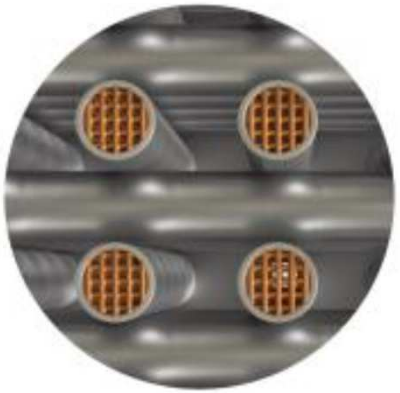
DESARROLLOS A REALIZAR

WP2- Reactor estructurado TRL 5-6

Catalizador desarrollado

Reactor estructurado
TRL 5-6





Mayor transferencia de materia y energía

Mayor rendimiento y eficiencia del proceso

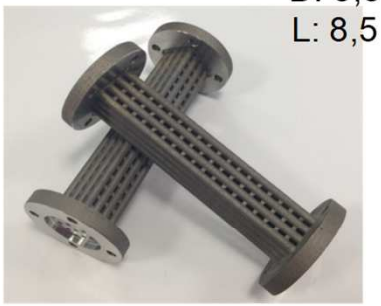
The project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement n. 838061

DESARROLLOS A REALIZAR

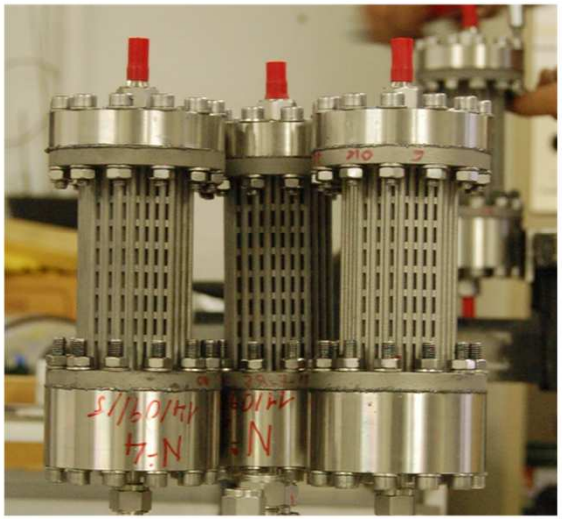
WP2- Reactor estructurado TRL 5-6

Monocanal
Di: 1 - 4 mm
L: 7 - 10 cm

16 canales
D: 3,5 cm
L: 8,5 cm



68 - 97 canales
D: 6 - 7,4 cm
L: 9 - 11 cm



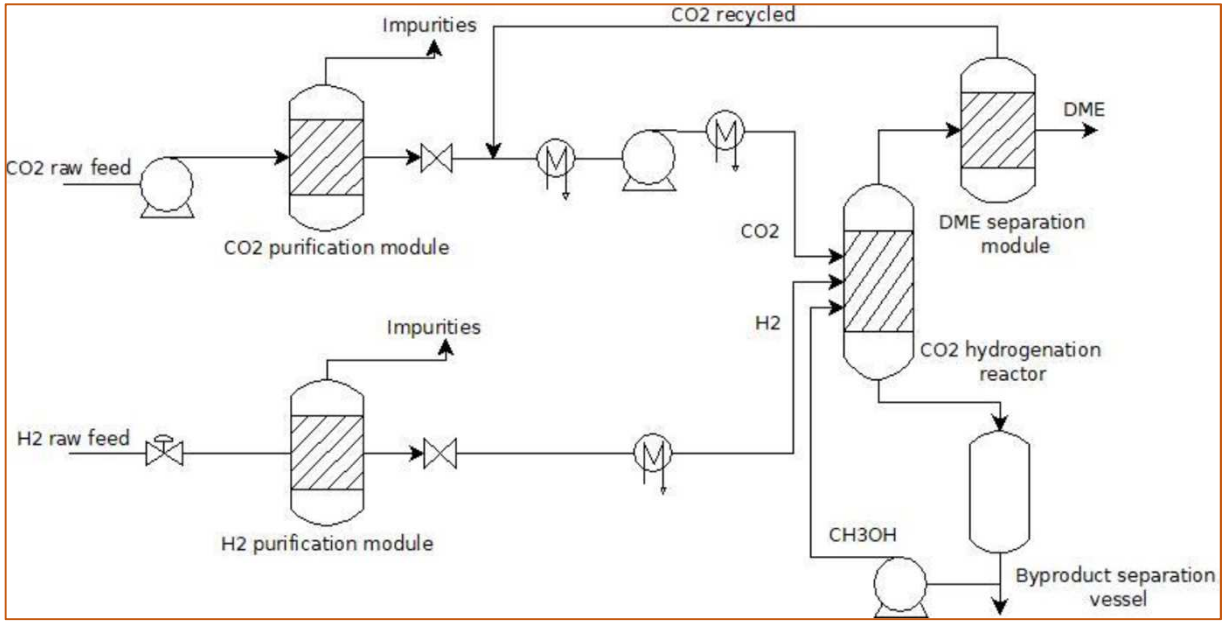
X canales

Planta piloto 15kW

The project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement n. 838061

DESARROLLOS A REALIZAR

WP3 -Planta piloto TRL 5-6



Pilot plant flow diagram

Con el desarrollo de estas tecnologías se pretende **mejorar el rendimiento del proceso un 25%** y **reducir las emisiones de CO2 un 20-30%** en comparación con los procesos convencionales de producción de DME

The project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement n. 838061

IMPACTO ESPERADO

El proyecto CO2Fokus pretende avanzar hacia el **uso eficiente de CO2 como materia prima** y facilitar el desarrollo comercial de los sistemas de utilización de CO2 **para la producción directa de DME**. Tanto los innovadores reactores de multicanal como el electrolizador SOEC utilizado, tienen el potencial de favorecer la producción limpia y eficiente de DME, lo que impactará positivamente en la sociedad y el medioambiente en los siguientes aspectos:

- Uso más eficiente de los recursos y la minimización de la formación de subproductos, debido a las altas tasas de selectividad y conversión.
- Reducción del impacto ambiental por la utilización de CO2.
- Reducción del consumo de energía en al menos 7 a 10%.
- Reducción del consumo de energía
- Reducción de los costos de inversión (OPEX y CAPEX) en comparación con los sistemas convencionales
- Reducción de los riesgos del proceso: procesos más seguros

Referencias

* T. Ogawa, N. Inoue, T. Shikada, Y. Ohno, Direct Dimethyl Ether Synthesis, Journal Natural Gas Chemistry, 2003, 12, 219.
* Z. Li, J. Martinez-Triguero, J. Yu, A. Corma, Journal of Catalysis, 2015, 329, 379.
* C. Arcoumanis, C. Bae, R. Crookes, E. Kinoshita, The potential of di-methyl ether (DME) as an alternative fuel for compression-ignition engines: A review. Fuel, 2008, 87, 1014.
* C. Cheng, H. Zhang, W. Ying, D. Fang, Korean Journal Chemical Engineering, 2011, 28, 1511.
* http://epcmconsultants.co.za/direct-dme-synthesis-from-natural-gas/

GRACIAS POR SU ATENCIÓN

CO2FOKUS
ADVANCING CO_2 CONVERSION

The project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement n. 838061