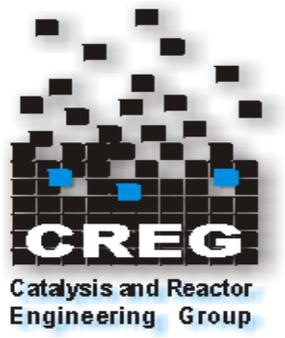
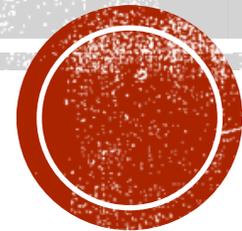


Foro Tecnológico-Empresarial

*“Descarbonización industrial y tecnologías de captura,  
almacenamiento y usos del CO<sub>2</sub> (CAUC)”*

# USO DE CO<sub>2</sub> EN LA PRODUCCIÓN DE E-FUELS

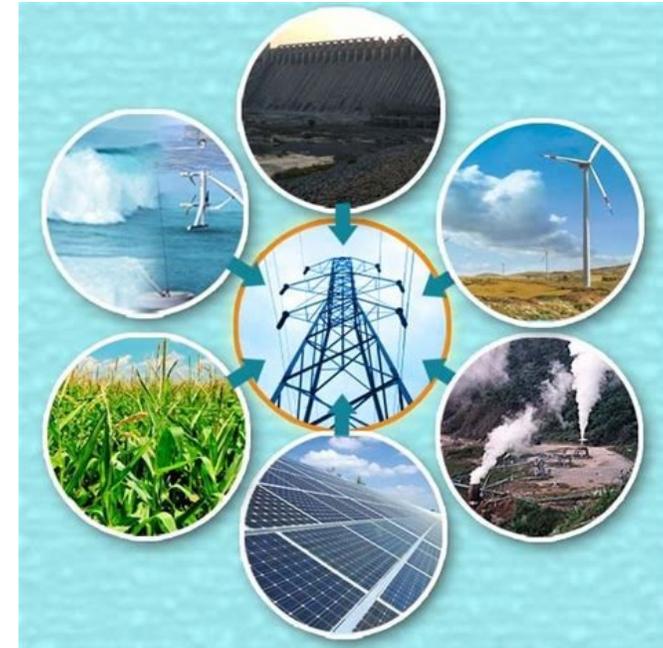
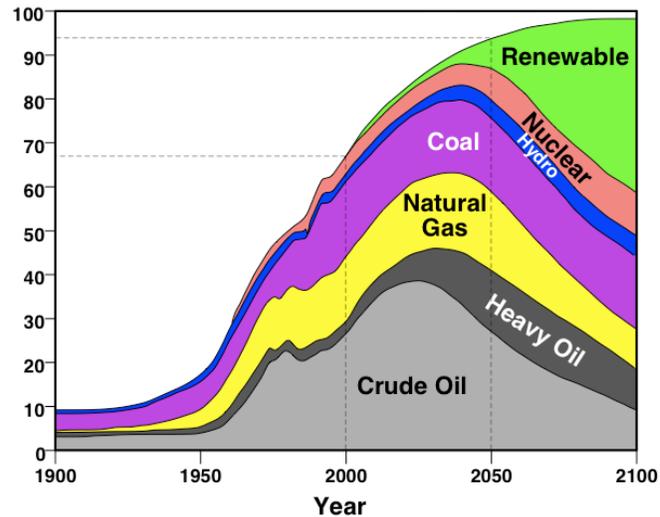


Miguel Menéndez



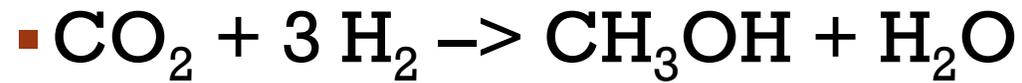
Instituto Universitario de Investigación  
en Ingeniería de Aragón  
Universidad Zaragoza

# DEL PETRÓLEO A LOS E-FUELS



¿Aviones o camiones eléctricos?

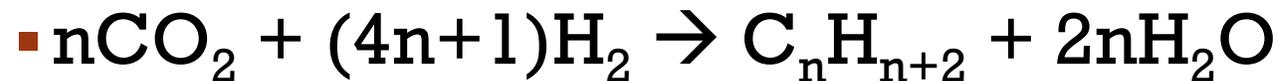
# SENCILLAMENTE



Metanol renovable -  
metanol verde-  
Power to Liquids

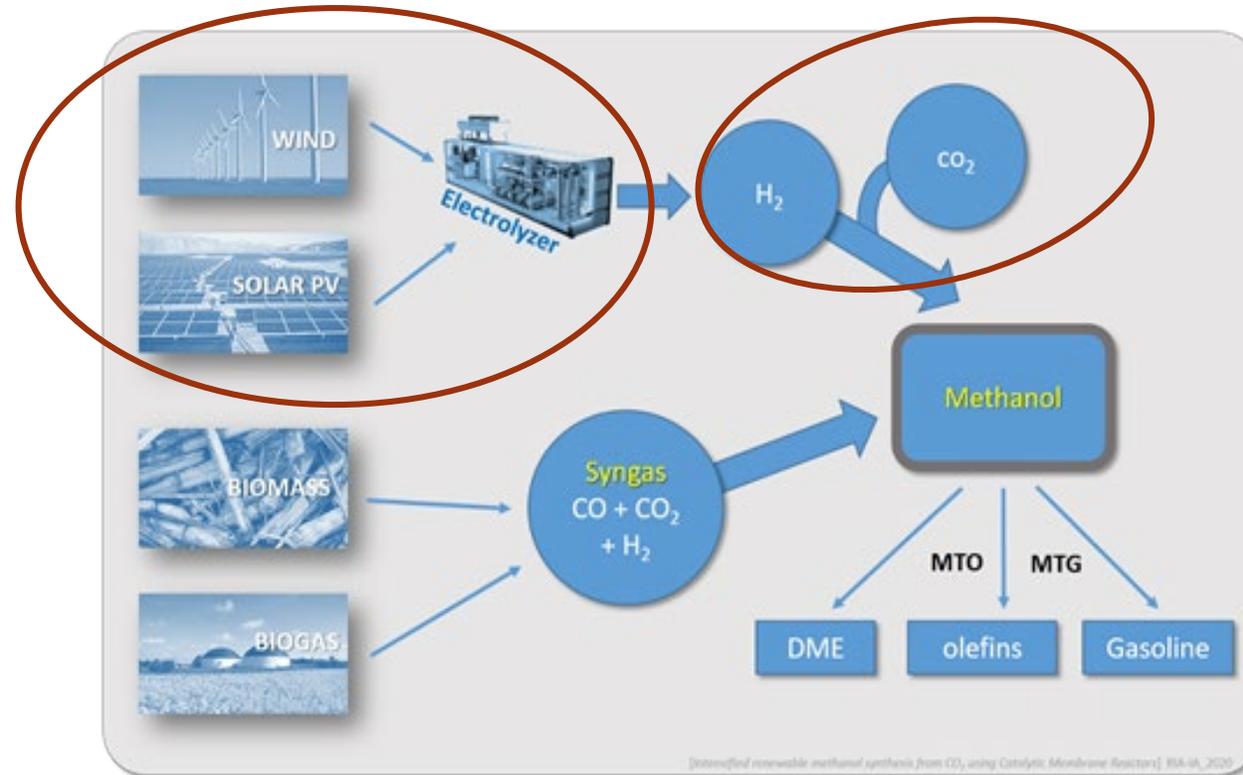


Gas natural sintético -  
Power to Gas



Fischer-Tropsch  
Power to Liquids

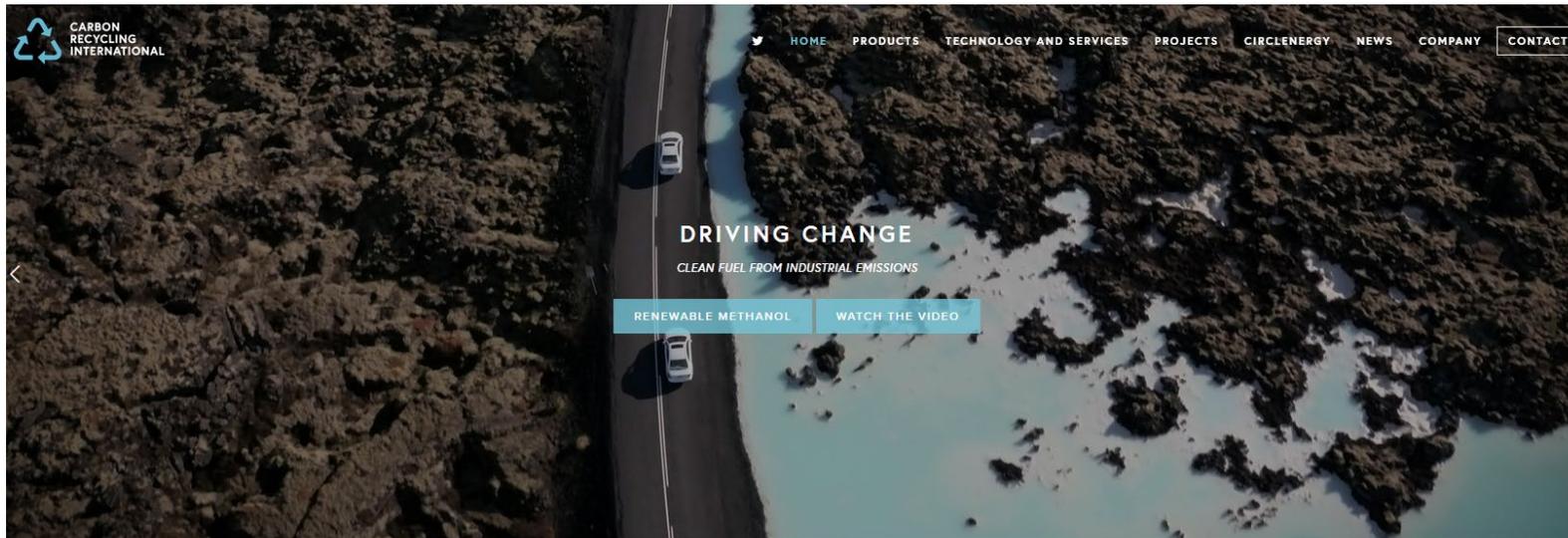
# METANOL- ALTERNATIVA A PETROLEO



G.A. Olah, Beyond oil and gas: The methanol economy,  
Angew. Chemie - Int. Ed. 44 (2005) 2636–2639

# YA HAY VARIAS INICIATIVAS (1/4)...

- Carbon Recycling International (CRI). Islandia



## RESOURCE EFFICIENCY BY CARBON RECYCLING

Carbon Recycling International (CRI) is the world leader in power to methanol technology. We produce renewable methanol from carbon dioxide, hydrogen and electricity for fuel applications, greener chemicals and products. We work with partners to develop transformative projects, increasing resource efficiency and creating valuable products from waste gases and renewable energy. We design, engineer and implement methanol production plants based on our Emissions-to-Liquids (ETL) technology platform. Our solutions are environmentally friendly and do not impact the food chain or land use.

# YA HAY VARIAS INICIATIVAS (2/4)...

- Proyecto puerto del Mar del Norte (Bélgica).

## News

[home](#) > [News](#) > Multi-million-euro project transforms CO2 into green raw material in North Sea Port

140.000  
Tm(CO<sub>2</sub>)  
/año

### Multi-million-euro project transforms CO2 into green raw material in North Sea Port

Published on Wed 21 Oct 2020

GHENT – Ten private- and public-sector partners will at 12 pm on Wednesday 21 October mark the launch of the North-C-Methanol project. Together they will reduce annually the CO2 emissions by 140,000 tons.

They will also generate 44,000 tons of "green" methanol locally, which can be used as feedstock for the chemicals and renewables industries, as well as fuel for ships and trains. This CO2 reduction is equivalent to the



# YA HAY VARIAS INICIATIVAS (3/4)...

- Consorcio empresas Dinamarca (Haldor Topsoe, Ørsted, Copenhagen Airport, A.P. Moller – Maersk, DSV Panalpina, DFDS, SAS, Nel, and Everfuel)
- MoU (Haldor Topsoe con Shchekinoazot-Rusia) para estudiar metanol verde, etc.



August 26, 2020

## Haldor Topsoe joins ambitious sustainable fuel project in Denmark

By Aleksandra Wójcik



- The project aims to develop a ground-breaking hydrogen and sustainable fuel facility based on electrolysis in the Greater Copenhagen Area.
- The project is expected to be executed by 2030 in three stages, achieving the capacity of 10 megawatts (MW) in 2023, 250 MW in 2027, and 1,3 GW in 2030 respectively.
- The partnership consists of leading Danish companies covering the whole value chain for the production, distribution, and consumption of renewable hydrogen and sustainable fuels.



Instituto Universitario de Investigación en Ingeniería de Aragón  
Universidad Zaragoza



April 29, 2021

## Shchekinoazot and Haldor Topsoe sign an MoU to jointly discover opportunities for CO2 emission reduction

By Ulrik Frøhke



- Haldor Topsoe and Shchekinoazot have signed a Memorandum of Understanding (MoU) with the objective to reduce the carbon footprint of Shchekinoazot's existing and future plants in Tula region, Russia.
- Shchekinoazot aims to establish production of green and blue methanol, ammonia, and hydrogen using Topsoe's experience and technologies within reforming, electrolysis, carbon capture and utilization, and ammonia and methanol synthesis.
- Parties will collaborate to reduce CO2 emission from the existing production plants.



# YA HAY VARIAS INICIATIVAS (4/4)...

- Puerto de Rotterdam

HOME BENEFIT FROM OUR KNOW-HOW EC POLICIES AND MARKETS TECHNOLOGY PROJECT SITES

CONTACT AND INQUIRIES BLOG

## Renewable Methanol Sustainable, Clean & Essential for the Energy Transition

Renewable Methanol can provide an excellent Business Case for the Energy Transition



LowLands Methanol B.V. has developed in close co-operation with its world class partners a technical-commercial concept for the production of Renewable Methanol:

- Use of sustainable

Preferred sites provide co-siting options which reduce Capex -/- 35 %

Site under evaluation at Rotterdam (The Netherlands)



# Y NO SOLO EN EUROPA... EN CHILE:

movilidadeléctrica.com COCHES ELÉCTRICOS OTROS RECARGA SMART CITIES COMPETICIÓN LEGISLACIÓN INFORMES

Inicio > Componentes > Haru Oni, el proyecto de la primera planta de fabricación de e-fuels...

## Haru Oni, el proyecto de la primera planta de fabricación de e-fuels sintéticos, estará operativa en 2022

En el proyecto intervienen Porsche y Siemens. En 2022 ya producirá 130.000 litros de combustible sintético no contaminante.

Por Esther de Aragón · 3 diciembre, 2020 · 1442 · 0

HARU ONI PILOT PLANT: WIND POWER TO E-FUEL

Siemens Energy

Haru Oni, la planta de fabricación de combustibles sintéticos ecológicos.

RENAULT ZOE E-TECH 100% ELÉCTRICO

Activa Windows

Ve a Configuración para activar Windows

Leer más ACEPTAR RECHAZAR

copias y de terceros para obtener estadísticas sobre los hábitos de navegación del usuario, mejorar su experiencia y en varias ocasiones. Usted puede aceptar o rechazar las cookies.

ads/2020/12/Haru-Oni.jpg

movilidadeléctrica.com COCHES ELÉCTRICOS OTROS RECARGA SMART CITIES COMPETICIÓN LEGISLACIÓN INFORMES

Advertisement

## Porsche y Siemens Energy, junto a un grupo de compañías internacionales, están desarrollando e implementando en Chile un proyecto piloto pionero en el mundo. Se trata de Haru Oni, una planta de fabricación de e-fuels sintéticos, no contaminantes, ubicada en Chile. La producción arrancará en 2022 y alcanzará los 130.000 litros de combustible. Porsche será el principal cliente del combustible ecológico.

---

## Haru Oni es la primera planta integrada para producir combustibles sintéticos, e-fuels, no contaminantes, a escala industrial y con fines comerciales. Operativa desde 2022, espera llegar a una producción de unos 55 millones de litros anuales en 2024, 550 millones de litros en 2026.

En el proyecto intervienen, además de Siemens y Porsche, la energética AME, la petrolera ENAP de Chile y la compañía italiana Enel.

El proyecto piloto **Haru Oni**, se realiza en la región chilena de Magallanes. La planta aprovecha las buenas condiciones del sur de Chile para producir combustible no contaminante a partir de energía eólica renovable.

El proyecto cuenta con el apoyo del gobierno alemán. Siemens Energy ha anunciado que va a recibir una subvención cercana a los 8 millones de euros del Ministerio Federal de Economía y Energía. Se enmarca en la Estrategia Nacional de Hidrógeno de Alemania.

## Combustible sintético

La fabricación de e-fuels comienza por el hidrógeno. En el proceso de conversión de...

Activa Windows

Ve a Configuración para activar Windows

Leer más ACEPTAR RECHAZAR

copias y de terceros para obtener estadísticas sobre los hábitos de navegación del usuario, mejorar su experiencia y en varias ocasiones. Usted puede aceptar o rechazar las cookies.

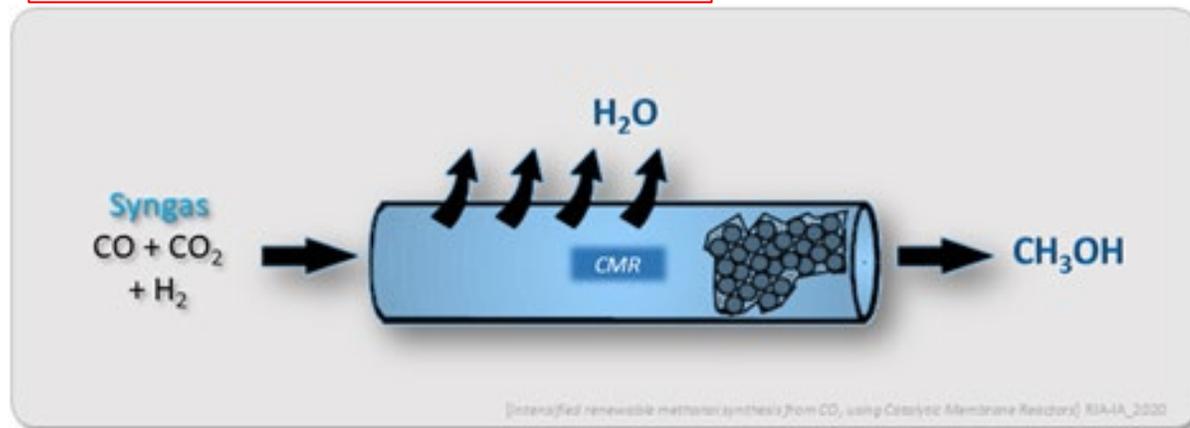
ads/2020/12/Haru-Oni.jpg

# ALGO MAS QUE REPETIR LO DE OTROS

¿Vamos a intentar **copiar** lo que están haciendo otros?

¿O queremos buscar **algo mejor**?

# REACTOR DE MEMBRANA (LE CHATELIER EN ACCIÓN)



- M. Menendez, E. Piera, J. Coronas, J. Santamaría, Zeolite membrane reactor for the production of methanol and other alcohols from synthesis gas, Spanish patent application: ES 2 164 544 B1 (2003).
- R. Raso, M. Tovar, J. Lasobras, J. Herguido, I. Kumakiri, S. Araki, M. Menendez, Zeolite membranes: Comparison in the separation of  $\text{H}_2\text{O}/\text{H}_2/\text{CO}_2$  mixtures and test of a reactor for  $\text{CO}_2$  hydrogenation to methanol. Catal. Today (2020)

# ¿ QUE SE ESPERA CONSEGUIR?

- Mayor rendimiento por paso
- Posibilidad de operar a menos presión que las plantas convencionales
- Reducción en CAPEX y OPEX
- Tecnología competitiva a escala para usar energías renovables

## **Objetivos del proyecto actual:**

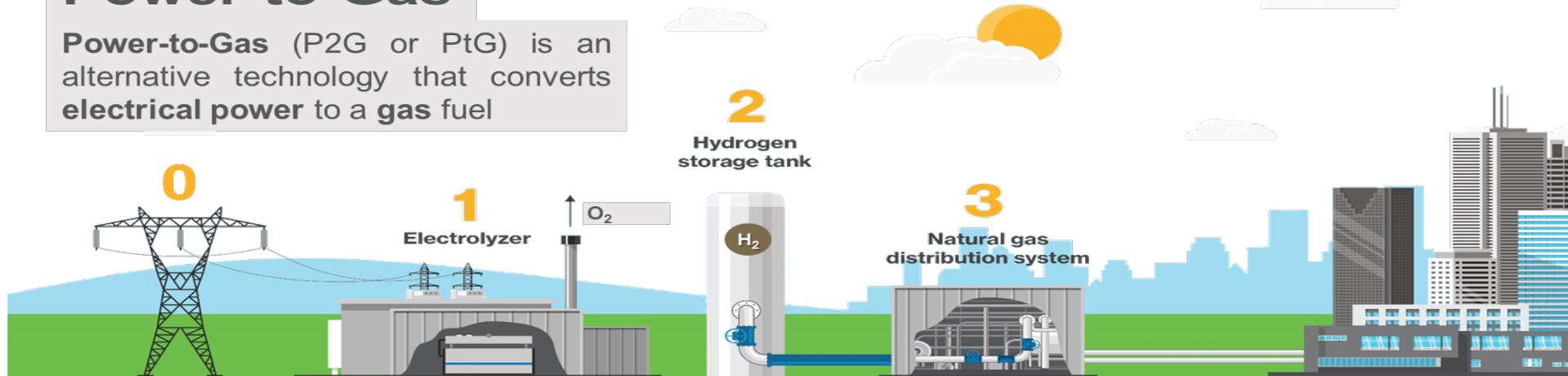
- Obtención de datos para diseño
- Prueba de concepto a escala de laboratorio

# P2G: POWER TO GAS

Imagen adaptada de [www.enbrigeegas.com](http://www.enbrigeegas.com)

## Power-to-Gas

Power-to-Gas (P2G or PtG) is an alternative technology that converts electrical power to a gas fuel



Eólica o solar produce más energía de la demandada.

El exceso de electricidad se usa para dividir el agua en H<sub>2</sub> y O<sub>2</sub>

H<sub>2</sub> se combina con CO<sub>2</sub> (biogas) y se convierte en CH<sub>4</sub> (reacción de Sabatier)

CH<sub>4</sub> se inyecta directamente en la red como forma de almacenamiento indirecto

# SETTING THE STAGE



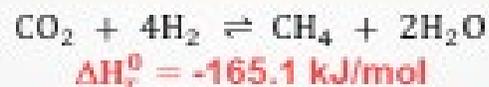
**Thermodynamics**  
(CO formation)

>400°C

According to  
*thermodynamic equilibrium*,  
T° **above 400°C** will favour  
the generation of CO as by-  
product (R-WGS, r.2)



**Reactions involved**  
(Sabatier + others)



*Other reactions:*



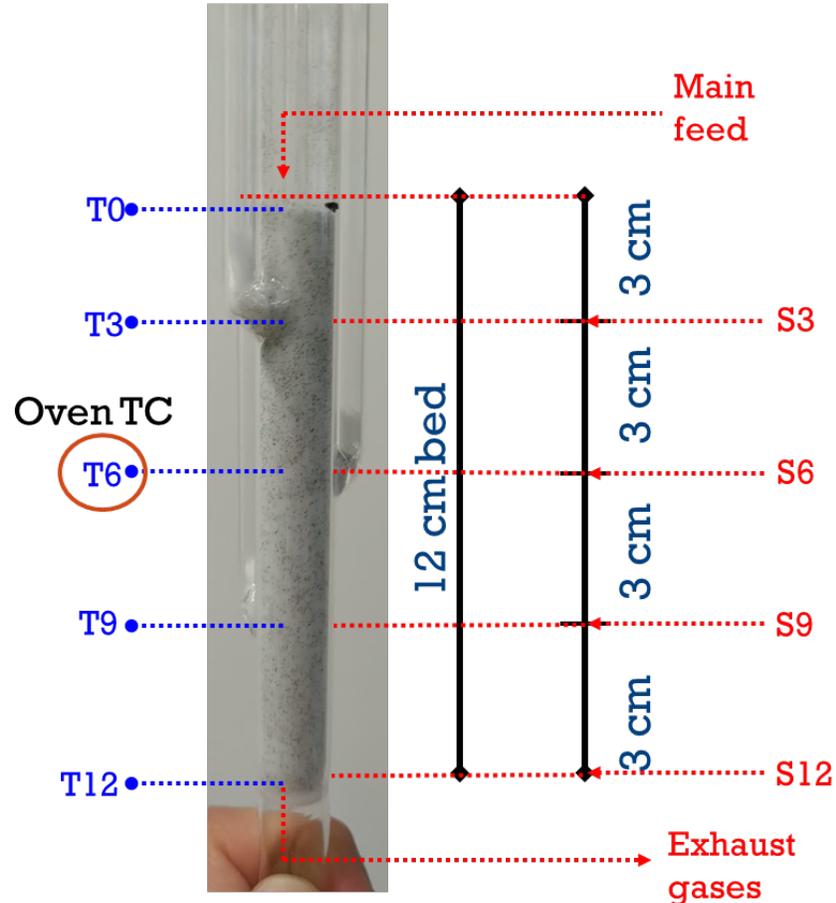
**Catalysts**  
(Heterogeneous)

Ni, Fe, Ru

Solid catalysts based on  
**supported metals**  
(Ni, Fe and Ru typically)

M.A.A. Aziz et al., *Green Chem.*,  
vol. 17, 2647-2663, 2015

# NUESTRA INNOVACIÓN: REACTOR POLITROPICO



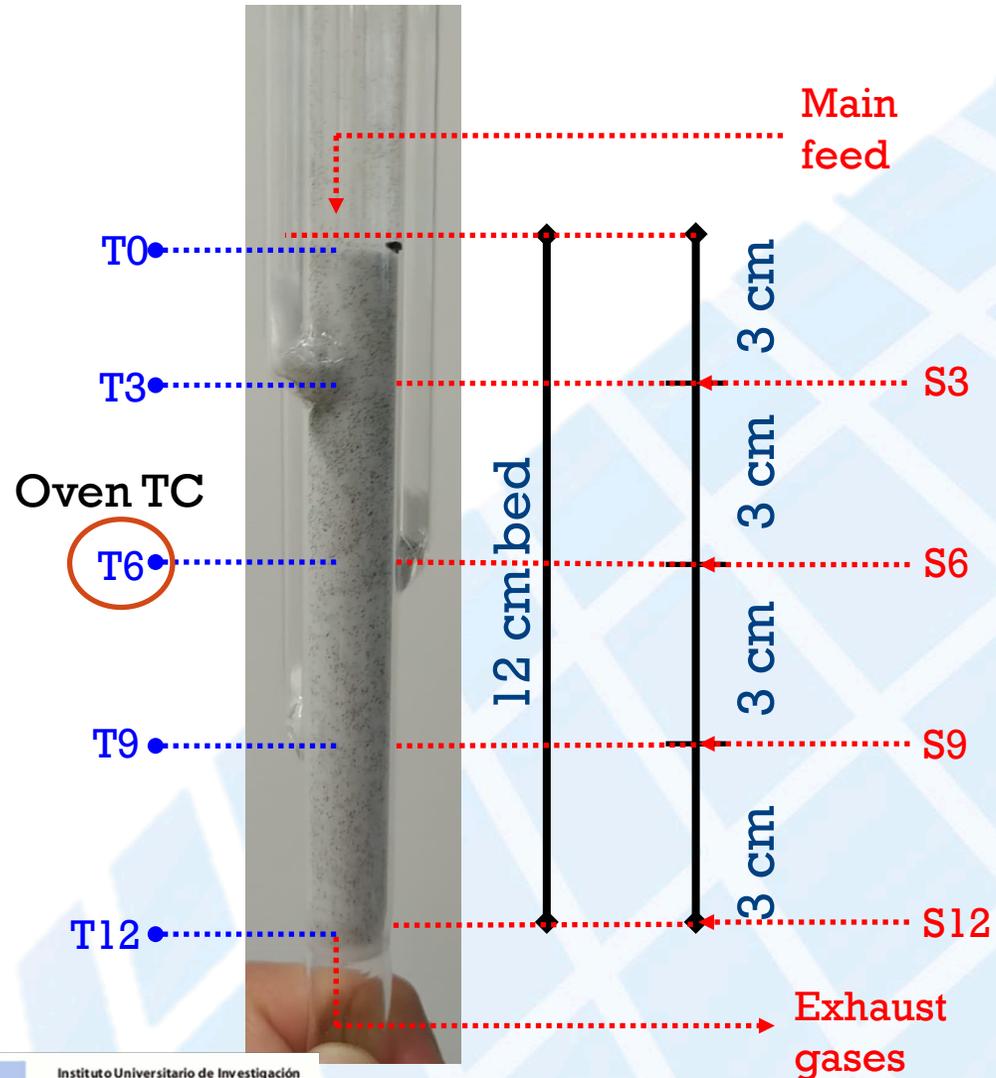
## Features:

- ☞ Quartz made
- ☞ Length: 12 cm
- ☞  $\varnothing_{in}$ : 1.2 cm
- ☞ *K-type* thermocouples @:
  - ☞ 0, 3, 6, 9 and 12 cm from entrance
- ☞ Feed inlets:
  - ☞ Main (@ 12 cm above distribution plate)
  - ☞ @ 3, 6 and 9 cm from distribution plate



$$\Delta H_R = -165.1 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$
$$\Delta T_{adiab} = 300 \text{ }^\circ\text{C} \text{ !!!!!}$$

# POLYTROPIC BED REACTOR (PBR)



## Features:

- ☞ Quartz made
- ☞ Length: 12 cm
- ☞  $\varnothing_{in}$ : 1.2 cm
- ☞ *K-type* thermocouples @:
  - ☞ 0, 3, 6, 9 and 12 cm from entrance
- ☞ Feed inlets:
  - ☞ Main (@ 12 cm above distribution plate)
  - ☞ @ 3, 6 and 9 cm from distribution plate



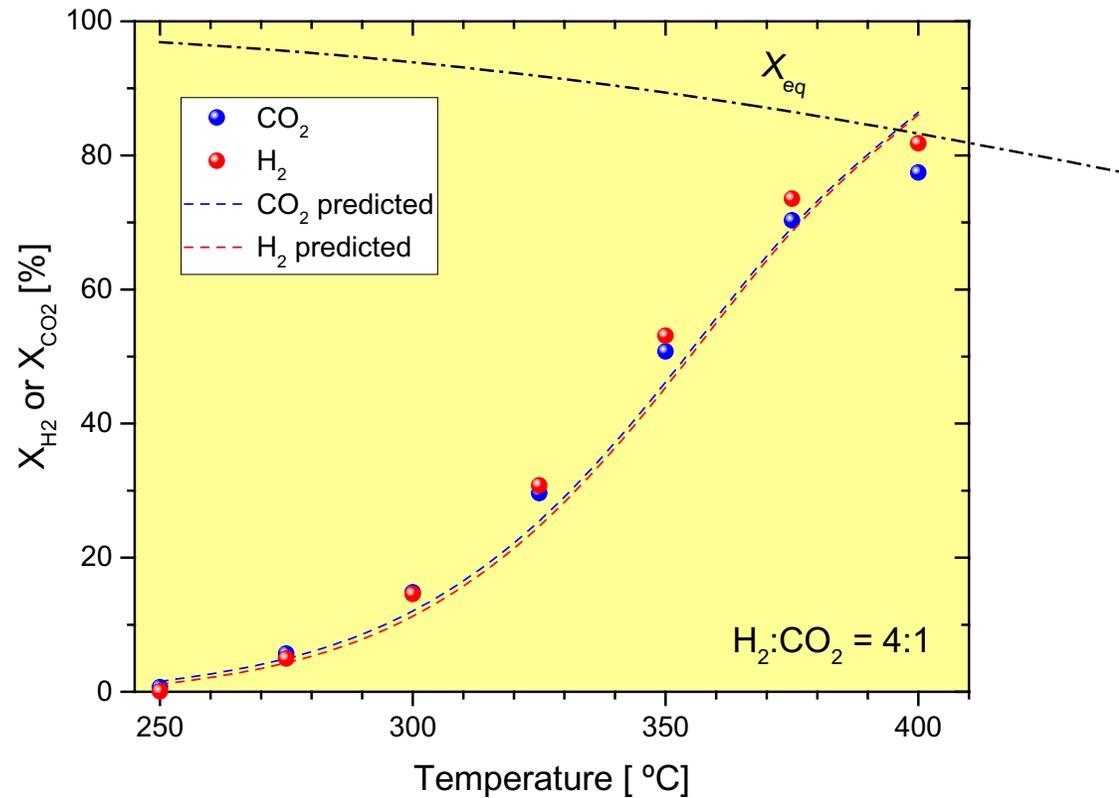
# Modelado matemático: resultados reales frente a predichos

## Modelo cinético:

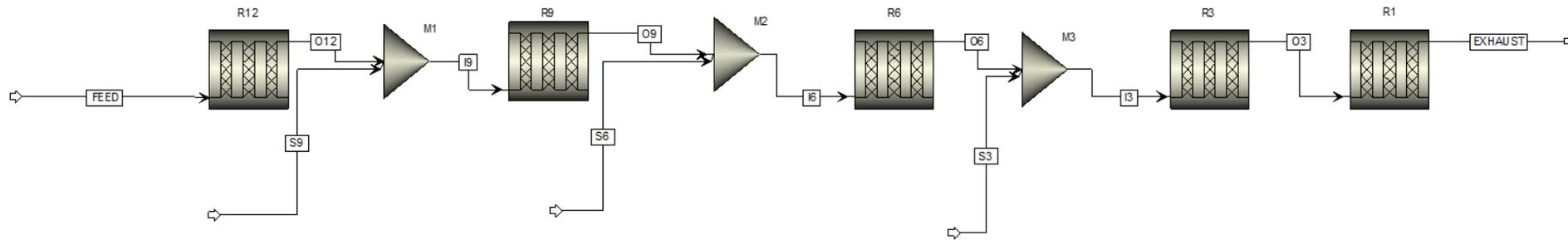
- ➔ Buena predicción a baja temperatura
- ➔ Diverge cerca del equilibrio

## Predicción:

- ➔ Buena predicción con perfil de temperatura real
- ➔ Pobre predicción con modelo de reactor adiabático



# MODELO REACTOR POLITRÓPICO



## Polytropic reactor model:

- 👉 Aspen Plus (v.10)
- 👉 PFR in series
- 👉 Side feeds + Mixers
- 👉 Tuned up temperature profiles according to experimental measurements

# TO TAKE HOME

- Los combustibles del futuro serán **renovables** (o no serán)
- La tecnología para los **e-fuels** se está desarrollando ahora (metanol renovable, Power-to-Gas, etc)
- Los que no desarrollen tecnología ahora, serán “**consumidores de tecnología**” de otros en el futuro

- Foro Tecnológico-Empresarial
- **“Descarbonización industrial y tecnologías de captura, almacenamiento y usos del CO<sub>2</sub> (CAUC)”**

**Gracias por su tiempo!**

## **USO DE CO<sub>2</sub> EN LA PRODUCCIÓN DE E-FUELS**

***Miguel Menéndez***

***Grupo de Catálisis, Separaciones Moleculares e Ingeniería de Reactores  
-CREG-***

Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón (I3A)  
Universidad de Zaragoza (España)

***Miguel.menendez@unizar.es***