

CSIC BIORREFINA

Coordinador: M. López Granados (ICP)



- M. Jesús Martínez Hernández – J. Luis García López



- R. Murillo Villuendas
- I. Suelves Laiglesia - José Luis Pinilla Ibarz



- J. Miguel Campos Martín
- R. Mariscal López
- D. Martín Alonso
- S. Rojas Muñoz



- A. Martínez Feliú
- M. Domine
- A. Chica Lara

- **OBJETIVOS Y AMBICIÓN DE LA INICIATIVA CSIC-BIORREFINA**
- **BIOCOMBUSTIBLES SELECCIONADOS (TRANSPORTE MARÍTIMO Y AÉREO) Y JUSTIFICACIÓN**
 - ASF-AJF (Aviation Sustainable Fuel-Alcohol to Jet Fuel)
 - LIGNIN OIL
 - ASF-FT (Queroseno sintético Fischer-Tropsch)
 - DME
 - GREEN FUEL-HVO (Hydrotreated Vegetable Oil)
- **DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA BIORREFINERÍA**
 - BIORREFINERÍA DE RESIDUOS LIGNOCELULÓSICOS
 - BIORREFINERÍA DE RESIDUOS OLEAGINOSOS
- **IMPACTOS DE LA BIORREFINERÍA**
 - IMPACTO ECONÓMICO Y MEDIOAMBIENTAL
 - IMPACTO EN EL CSIC
- **ESTADO TRL ACTUAL DE LAS TECNOLOGÍAS EN CSIC-BIORREFINA**
- **EMPRESAS CONTACTADAS**

- **OBJETIVO:**

Demostrar a nivel TRL 6-7 las tecnologías necesarias para la producción desde residuos agrícolas o agroalimentarios de algunos de los biocombustibles más relevantes para el transporte marítimo y aviación.

- **AMBICIÓN:**

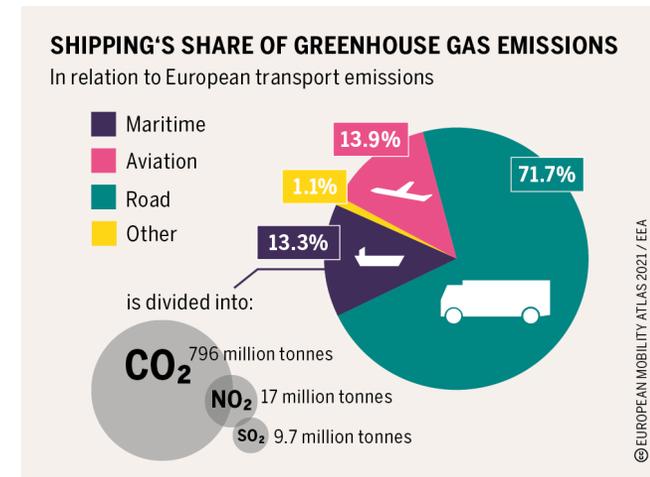
Construir las unidades requeridas para suministrar la cantidad suficiente de biocombustible necesaria para realizar las pruebas y ensayos de funcionamiento y calidad descritos en la normativa referente al biocombustible (del orden de unos 500 L).

BIOCOMBUSTIBLES SELECCIONADOS Y JUSTIFICACIÓN

▪ MARINOS Y DE AVIACIÓN

▪ JUSTIFICACIÓN

- ✓ Medio y largo plazo: coche eléctrico (pilas y/o baterías) para transporte terrestre
- ✓ Corto plazo: biodiesel y bioetanol (tecnologías de producción bien establecidas)
- ✓ Transporte marítimo y aéreo: 13 % y 14 % de emisiones de GEI en UE¹
- ✓ **Transporte marítimo.** Los combustibles renovables y bajos en carbono deberían representar entre el **6% y el 9% en 2030 y entre el 86% y el 88% para 2050²**
- ✓ **Transporte aéreo.** Los combustibles sostenibles deberían representar al menos el **5% para 2030 y el 63% para 2050³**



¹ European Mobility Atlas. Facts and Figures about Transport and Mobility in Europe. 2021

² Regulation of the European Parliament and of the Council on **the use of renewable and low-carbon fuels in maritime transport**

³ Regulation of the European Parliament and of the Council on ensuring a level playing field for **sustainable air transport**



BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS BIOCOMBUSTIBLES SELECCIONADOS (5+1)

BIOCOMBUSTIBLE	CARACTERÍSTICAS
<p>ASF-AJF “Aviation Sustainable Fuel – Alcohol to Jet Fuel”</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Transporte aéreo ▪ Mezcla de alcanos C₁₀-C₁₈ obtenida mediante la oligomerización de bio-etanol (puede mezclarse hasta un 50% con queroseno fósil, según la norma ASTM D7566 Annex A5)
<p>“Lignin Oil” (crudo de lignina)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Transporte marítimo ▪ Mezcla de hidrocarburos alquílicos y aromáticos (pesos moleculares entre 120 y 500) ▪ Propiedades (viscosidad, rangos de punto de ebullición, combustión, almacenamiento, etc.) cumplen con la norma ISO 8217 ASTM para combustibles marinos de tipo HFO (“Heavy Fuel Oil”) ▪ Pueden mezclarse con combustibles de uso marítimo (bunker fuels o HFO) ▪ Puede sustituir a combustible “ULSFO” (Ultra Low Sulfur Fuel Oil) de origen fósil y de uso marítimo por estar libre de compuestos de S y N



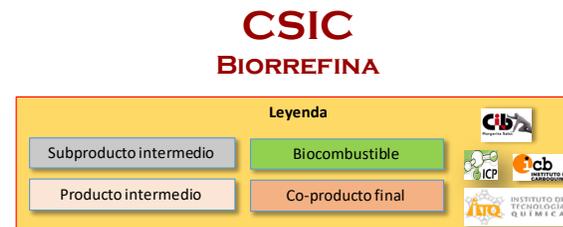
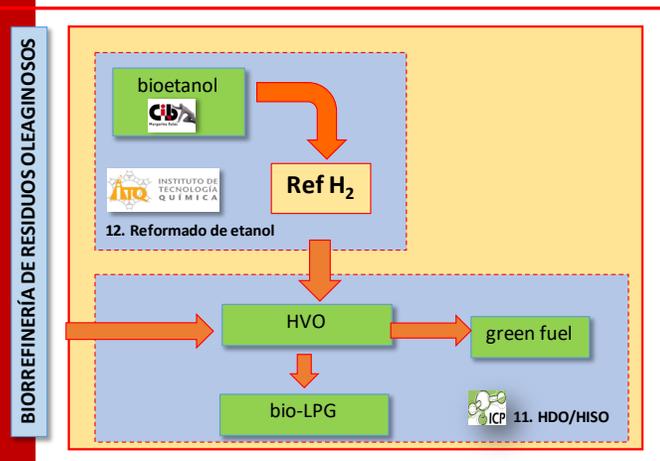
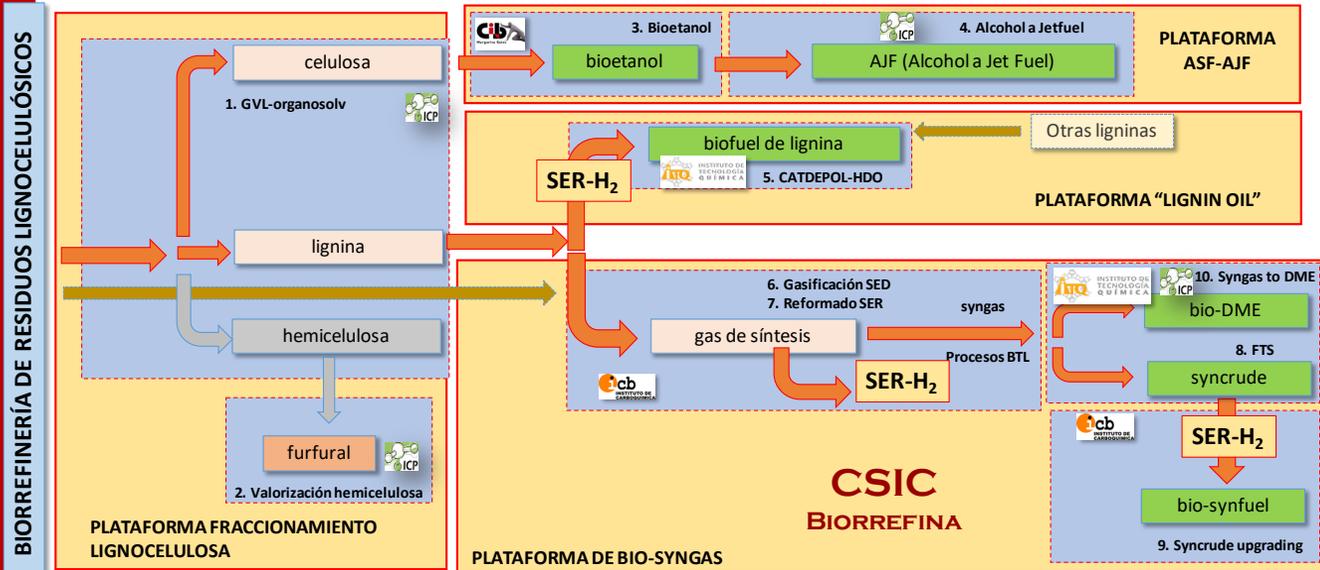
BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS BIOCOMBUSTIBLES SELECCIONADOS

BIOCOMBUSTIBLE	CARACTERÍSTICAS
Bioqueroseno sintético Fischer-Tropsch (ASF-FT “Aviation Sustainable Fuel-FT”)	<ul style="list-style-type: none">▪ El queroseno de Fischer-Tropsch (SAF-FT) está aprobado para su uso en aviación (como mezcla de hasta el 50%).▪ Se obtiene desde <i>bio-syngas</i> (gas de síntesis, $H_2+CO+CO_2$) obtenido por gasificación de biomasa (el proyecto incluye una etapa de gasificación de biomasa)▪ Alto índice de sostenibilidad con una reducción de emisiones de CO_2 frente al <i>jet fuel</i> tradicional del 85-94%
Bio-Dimetiléter (DME)	<ul style="list-style-type: none">▪ Uso para transporte marítimo DME (mezclas hasta del 40 % con motor diésel convencional)▪ Se obtiene también desde <i>bio-syngas</i> (gas de síntesis)▪ Probado para transporte terrestre (flotas de camiones o autobuses) y con otras aplicaciones como producto químico

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS BIOCOMBUSTIBLES SELECCIONADOS

BIOCOMBUSTIBLE	CARACTERÍSTICAS
Green Fuel-HVO ("hydrotreated vegetable oil")	<ul style="list-style-type: none">▪ Excelente combustible líquido en el rango del gasóleo (transporte marítimo) y el queroseno (transp. aéreo): elevado índice de cetano y ausencia de heteroátomos como N o S.▪ Mezcla de alcanos de cadena lineal en el rango C₉-C₂₀▪ El aprovechamiento del carbono de la biomasa es el más elevado de todas las tecnologías de obtención de biocombustibles
"Green H₂"	<ul style="list-style-type: none">▪ Uso en las diferentes unidades del proyecto (SER-H₂ ó Ref. H₂)▪ Apto para uso en pilas de combustibles y otras como combustible

DESCRIPCIÓN GENERAL DE CSIC-BIORREFINA



■ Dos biorrefinerías

- ✓ Residuos lignocelulósicos constituidas varias plataformas
- ✓ Residuos oleaginosos

■ Instalación integral pero modular y flexible

- ✓ Funcionamiento integrado o independiente de las diferentes unidades
- ✓ Construcción independiente de las unidades

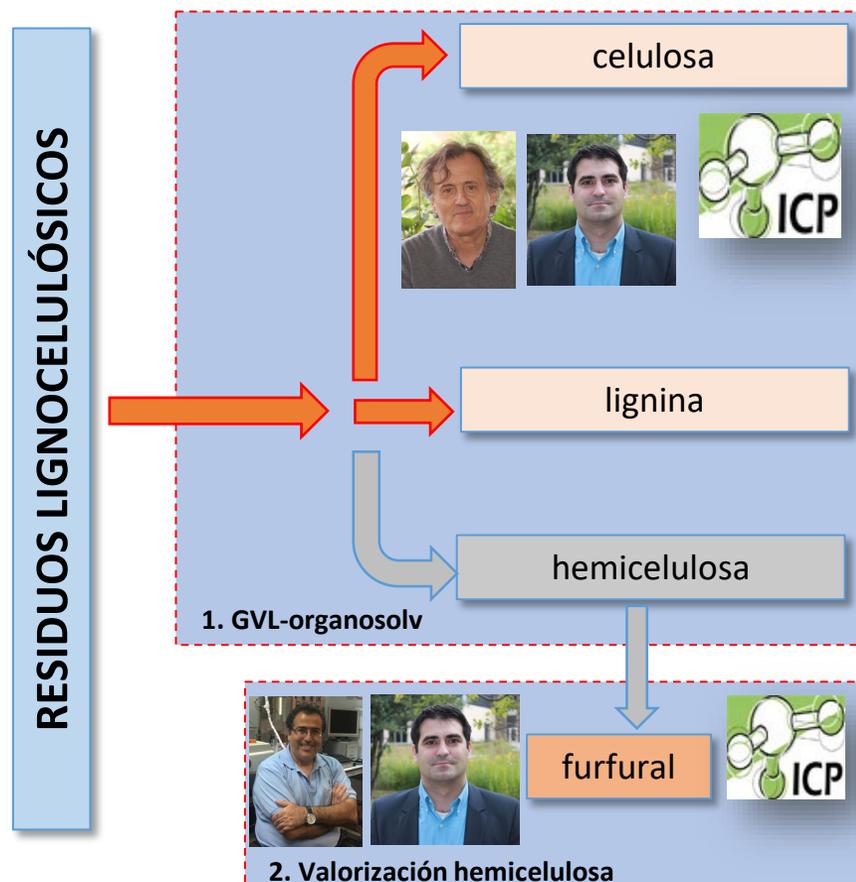
■ Aprovechamiento integral de los residuos

- ✓ Lignocelulósicos: transformación de la celulosa, lignina y hemicelulosa
- ✓ Oleaginosos: producción de Green Fuel (ácidos grasos) y propano (glicerina)

■ Autosuficiente en H₂

- ✓ Sin aporte externo de H₂ (SER-H₂ y REF-H₂)

PLATAFORMA FRACCIONAMIENTO DE LIGNOCELULOSA

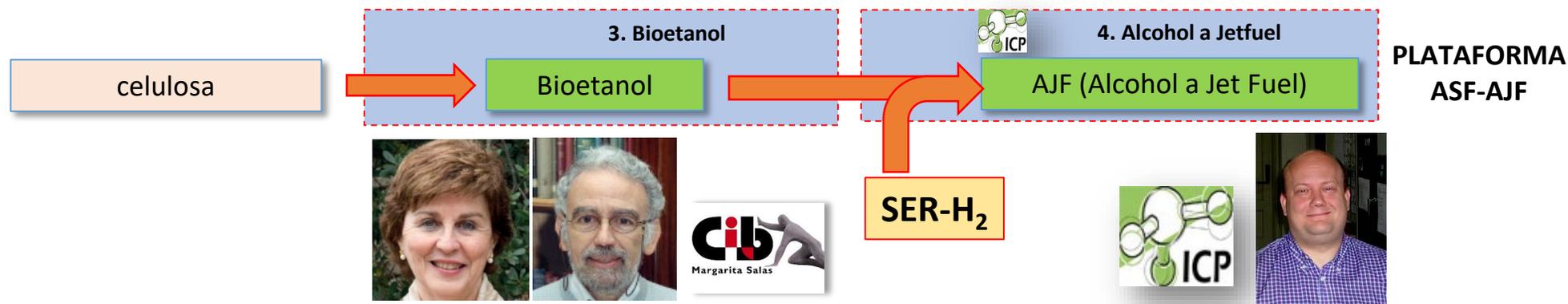


PLATAFORMA FRACCIONAMIENTO LIGNOCELULOSA

- **Unidad 1: Fraccionamiento de la lignocelulosa (ICP)**
 - ✓ Responsables: M. López Granados y D. Martín Alonso
 - ✓ Basado en proceso GVL*-organosolv
 - ✓ Genera tres corrientes separadas y valorizables: celulosa, lignina y hemicelulosa
- **Unidad 2: Valorización residuo hemicelulósico (ICP)**
 - ✓ Responsables: R. Mariscal López-D. Martín Alonso
 - ✓ Furfural: producto “commodity” con múltiples aplicaciones comerciales (1000-3000 \$/Ton, 300.000 Ton/año)
- **Principal desafío**
 - ✓ Recuperación del disolvente GVL

*GVL: γ -valerolactona (disolvente renovable)

PLATAFORMA ASF-AJT (ALCOHOL TO JET FUEL)



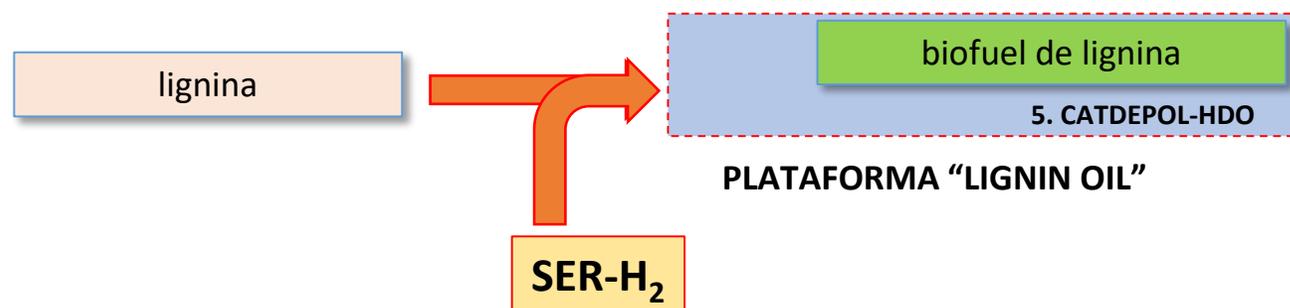
■ Unidad 3: Producción de bioetanol (CIB)

- ✓ **Responsables:** M. Jesús Martínez Hernández y J. Luis García López
- ✓ Cuatro etapas básicas: sacarificación, fermentación, destilación y secado.
- ✓ Flexible: puede operar con cualquier tipo de celulosa y producir bioetanol para automoción

■ Unidad 4: Alcohol a Jet Fuel (ICP)

- ✓ **Responsable:** J. Miguel Campos Martín
- ✓ Tres etapas: (1) transformación de bioetanol a etileno, (2) oligomerización de etileno a olefinas C₁₂-C₂₀, (3) hidrogenación a una mezcla de hidrocarburos isoparafínicos y (4) destilación a queroseno.
- ✓ Flexible: la unidad podría ser mejorada para obtener el combustible de aviación “Alcohol-to-Jet Synthetic Kerosene with Aromatics (ATJ-SKA)” en proceso de homologación por la norma D7566

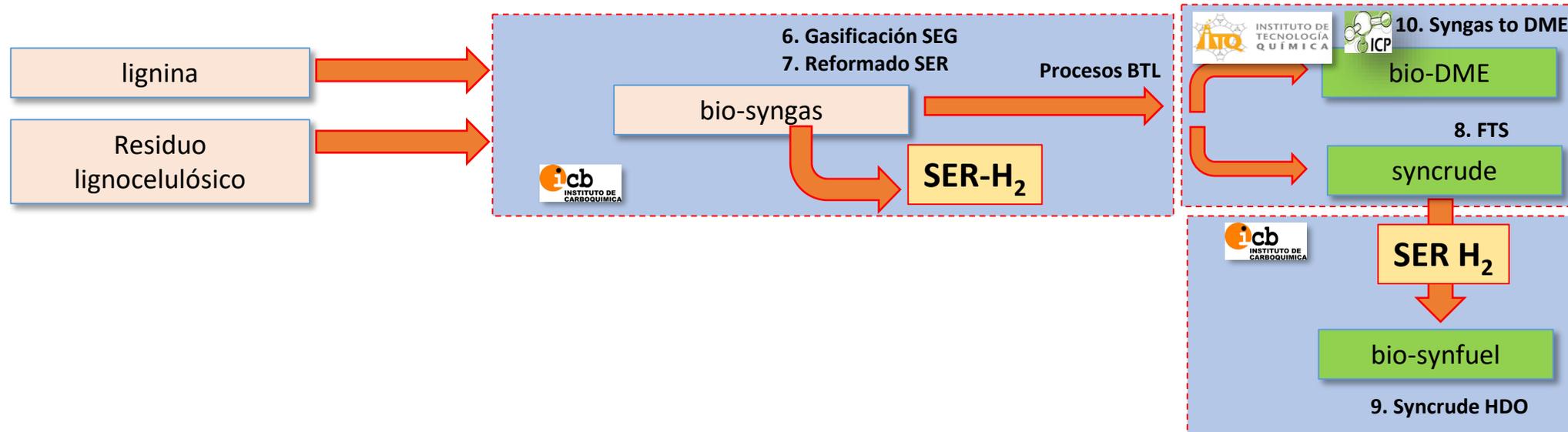
PLATAFORMA “LIGNIN OIL”



■ Unidad 5: CATDEPOL-HDO (CATalytic DEPOLymerisation HydroDeOxygenation) (ITQ)

- ✓ **Responsable: M. Domine**
- ✓ Procesos de despolimerización de la lignina y de disminución del contenido de oxígeno produciéndose una mezcla de hidrocarburos y compuestos aromáticos en el rango de C₉-C₃₀
- ✓ Flexible: puede operar con cualquier tipo de lignina

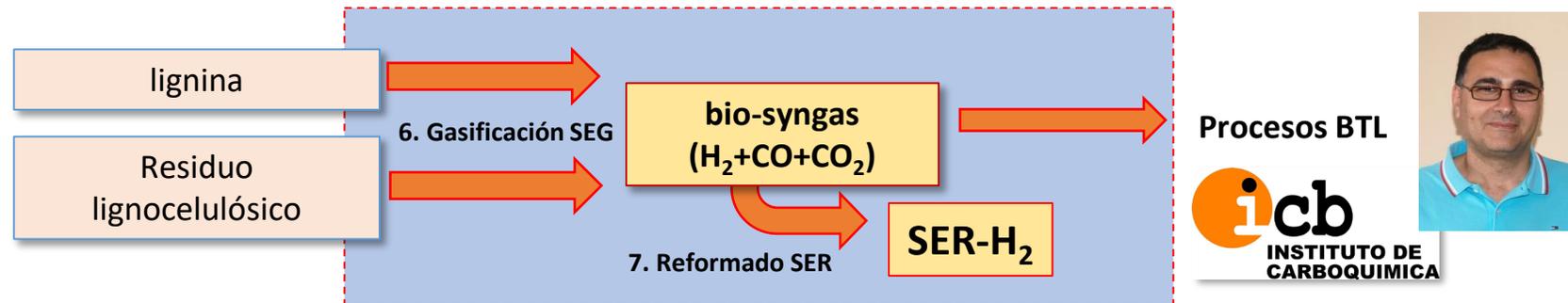
PLATAFORMA DE “BIO-SYNGAS”



Plataforma de bio-syngas

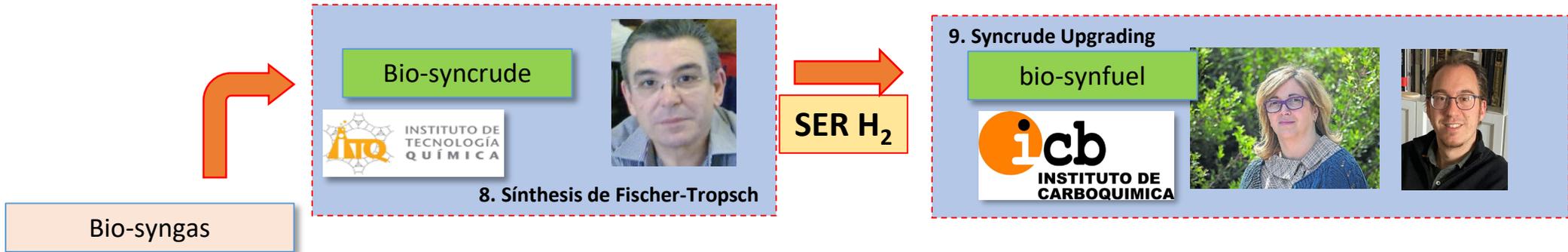
- ✓ Formada por cinco unidades: gasificación, reformado, síntesis Fischer-Tropsch, HDO y bio-syngas a DME
- ✓ Produce 2 tipos de combustibles (bio-synfuel y bio-DME) y el H₂ necesario (SER-H₂) para toda la biorrefinería lignocelulósica
- ✓ Flexible: puede operar directamente con la biomasa lignocelulósica o con la lignina procedente de la unidad de fraccionamiento (o de cualquier otra procedencia)

PLATAFORMA DE “BIO-SYNGAS”: UNIDADES DE GASIFICACIÓN Y REFORMADO



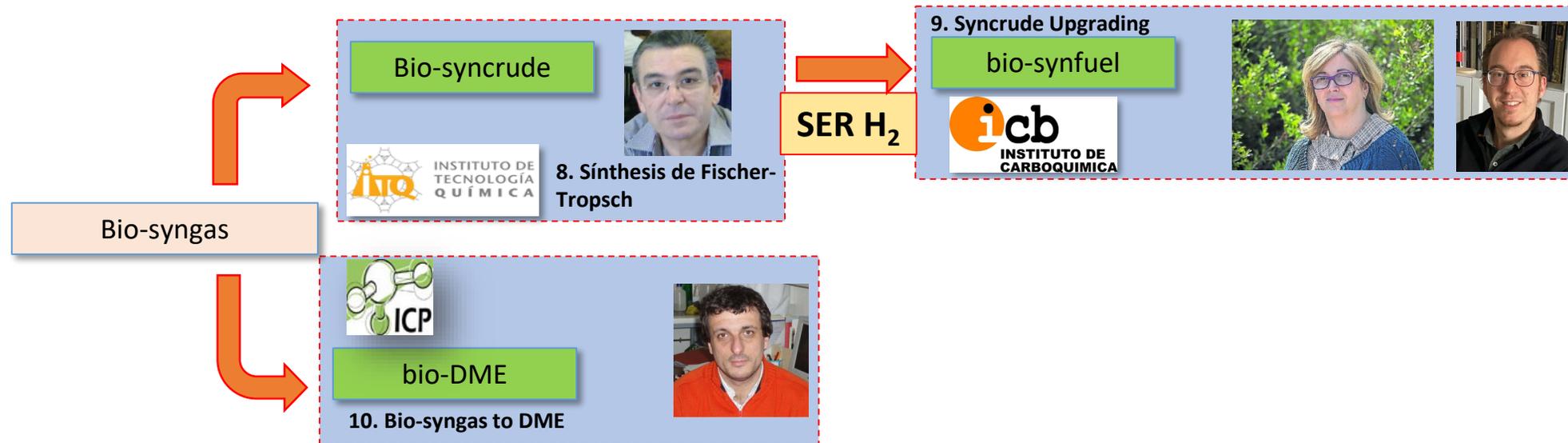
- **Unidad 6. Gasificación mejorada (SEG, Sorption Enhanced Gasification) de biomasa para producir *bio-syngas***
 - ✓ Obtención de bio-syngas mediante gasificación con vapor de agua usando CaO como absorbente de CO₂
 - ✓ Bio-syngas con un módulo (CO+H₂)/(CO+CO₂) adaptable a las necesidades de los procesos posteriores de producción de biocombustibles
- **Unidad 7. Reformado mejorado (SER, Sorption Enhanced Reforming)**
 - ✓ Suministro de H₂ (SER-H₂) a la biorrefinería lignocelulósica
 - ✓ Realiza de forma simultánea el reformado del CO y del metano generado durante la gasificación anterior y la captura del CO₂ con CaO dando lugar a una corriente de H₂ de aproximadamente el 95% en volumen. El CaO se regenera acoplado la descarbonatación con la reducción exotérmica de CuO a Cu
- **Unidades flexibles:** pueden procesar lignina procedente del fraccionamiento o directamente residuos biomásicos
- **Responsable (de las dos unidades) : Ramón Murillo Villuendas**

PLATAFORMA DE “BIO-SYNGAS”: BIOSYNCRUDE, SYNCRUDE HDO Y SYNGAS A DME



- **Unidad 8. Síntesis de “bio-syncrude” (síntesis de Fischer-Tropsch)**
 - ✓ **Responsable: Agustín Martínez Feliú**
 - ✓ Se produce una mezcla de hidrocarburos (C₁-C₆₀₊) principalmente lineal y parafínica (*bio-syncrude*)
 - ✓ Operará en condiciones que maximicen la selectividad a ceras (C₂₁₊)
- **Unidad 9. “Up-grading” del bio-syncrude**
 - ✓ **Responsables: I. Suelves Laiglesia y J. Luis Pinilla Ibarz**
 - ✓ La fracción (C₈-C₁₆) se someterá a un proceso de hidroisomerización para ajustar sus propiedades en frío para su uso como *jet fuel*
 - ✓ La fracción C₂₁₊ se someterán a un proceso de hidrocrqueo e hidroisomerización para obtener directamente hidrocarburos en el rango del combustible de aviación o *jet fuel* (C₈-C₁₆ para Jet A y Jet A-1)

PLATAFORMA DE “BIO-SYNGAS”: BIOSYNCRUDE, SYNCRUDE HDO Y SYNGAS A DME

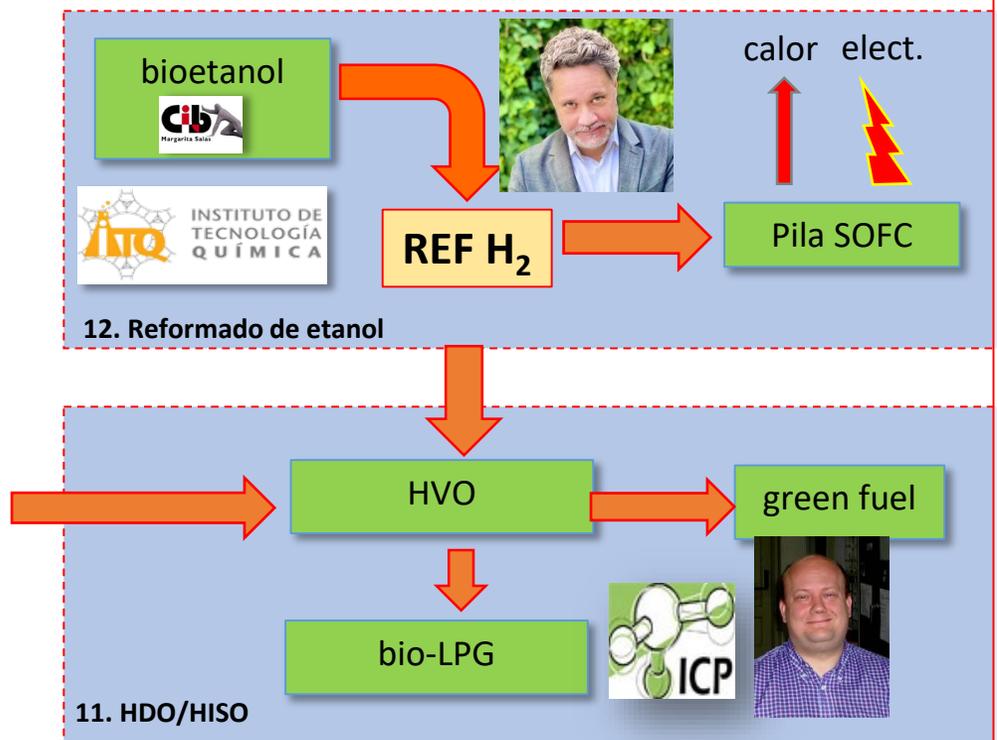


Unidad 10. Bio-syngas a DME

- ✓ **Responsable: S. Rojas Muñoz**
- ✓ Síntesis indirecta: Primero se produce metanol desde el gas de síntesis que es posteriormente deshidratado a DME
- ✓ Síntesis directa: El gas de síntesis se transforma en DME en un único reactor usando catalizadores bifuncionales, o dobles lechos catalíticos

BIORREFINERÍA DE RESIDUOS OLEAGINOSOS

BIORREFINERÍA DE RESIDUOS OLEAGINOSOS



Unidad 11. Hidrotratamientos HDO/HISO de residuos oleaginosos

- ✓ **Responsable: J. Miguel Campos Martín**
- ✓ 1ª etapa de hidrodeseoxigenación (HDO) de la grasa para producir propano, hidrocarburos lineales (C₁₂-C₂₀) y CO_x
- ✓ 2ª etapa: hidroisomerización (HISO) de la fase líquida anterior
- ✓ Se producen tres tipos de combustibles: i) **gas propano** (procedente de la glicerina), ii) Hidrocarburos (HC) en el rango de **gasolina o queroseno** iii) HC en el rango del **Diésel**.

Unidad 12. Reformado de etanol para producir H₂ (H₂-REF)

- ✓ **Responsable: A. Chica Lara**
- ✓ Reformado de bioetanol con vapor de agua generará el H₂ necesario para la unidad 11 (HDO/HISO).
- ✓ REF-H₂ también será usado para alimentar una pila de alta temperatura (SOFC) para producir electricidad y calor
- ✓ **Flexible:** uso de bioetanol de Unidad 3 o residuos de la industria vitivinícola o destilera.

IMPACTOS DE LA INICIATIVA

ECONÓMICO-SOCIALES

- Industria de biocombustibles y Bio-economía
- Agro-industrias y agro-alimentarias
- Alineamiento con Directivas e Iniciativas Españolas y de la UE (Green Deal, Economía circular, RED-II, etc).

MEDIOAMBIENTALES

- Valorización de residuos agrícolas y agroalimentarios
- Disminución de emisiones de gases de efecto invernadero
- Análisis de Ciclo de Vida (ACV)

EN EL CSIC

- Posicionamiento en convocatorias de proyectos con TRL altos (Horizon Europe y BBI-JU)
- Atracción de empresas del sector de biocombustibles

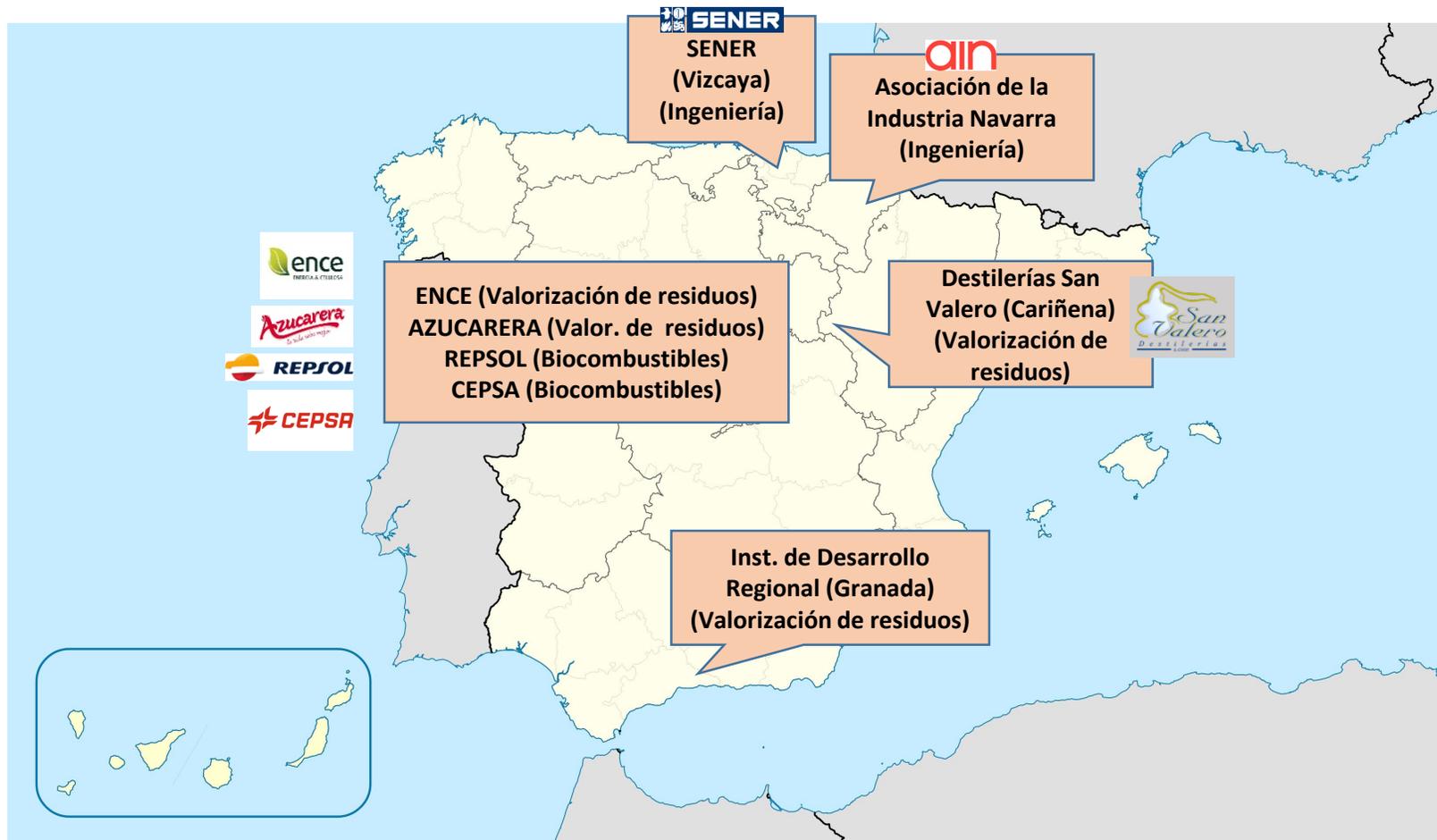


TRL ACTUAL DE LAS TECNOLOGÍAS EN LA INICIATIVA

Unidad	Capacidad TRL actual
Unidad 1. Fraccionamiento	TRL 5
Unidad 2. Valorización hemicelulosa	TRL 5
Unidad 3. Bioetanol	TRL 6
Unidad 4. Oligomerización de bietanol a ASF-AJF	TRL5
Unidad 5. CATDEPOL (lignin oil)	TRL 5
Unidad 6. Gasificación SEG de biomasa a bio-syngas	TRL 7
Unidad 7. Reformado SER para producir SER-H ₂	TRL 7
Unidad 8. Síntesis de “bio-syncrude” (síntesis FT)	TRL 5
Unidad 9. “Up-grading” del bio-syncrude	TRL 5
Unidad 10. Bio-syngas a DME	TRL 5
Unidad 11. Hidrotratamientos HDO/HISO de residuos oleaginosos	TRL 5
Unidad 12. Reformado de etanol para producir H ₂ -REF	TRL 7



EMPRESAS E INSTITUCIONES CON INTERÉS EN LA INICIATIVA





MINISTERIO
DE CIENCIA
E INNOVACIÓN



FINANCIADO POR LA
UNIÓN EUROPEA
Next Generation EU



CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS



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

MUCHAS GRACIAS POR LA ATENCIÓN
BIORREFINA

