

INNOVACIÓN EN LA VALORIZACIÓN TERMOQUÍMICA DE RESIDUOS

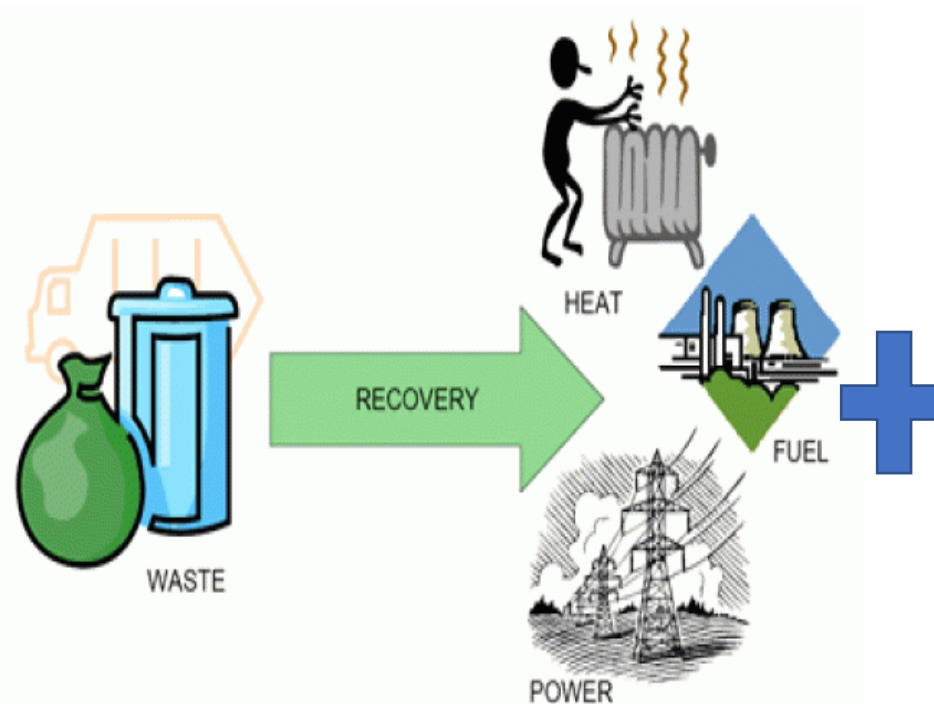
**Curso de verano: “Transición hacia una economía circular:
retos y oportunidades en la gestión de residuos”
Fuenlabrada, 27-29 Junio 2023**

José María Sánchez Hervás
CIEMAT
josemaria.sanchez@ciemat.es

Índice

- Valorización Termoquímica de Residuos: Evolución en el marco de la Gestión de Residuos y Economía Circular
- Casos de proyectos CIEMAT
- Mensaje final

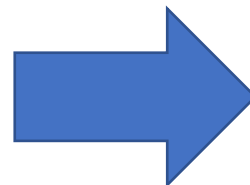
Valorización Energética (Termoquímica) de los Residuos



Transformación de la **fracción no reciclable** del residuo en **calor útil, energía eléctrica, bio-combustibles, bioproductos**

(y además posibilidad de **recuperación de elementos valiosos** de las **cenizas**,...)

RESIDUOS



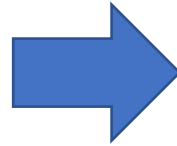
RECURSOS

Valorización Energética/Termoquímica

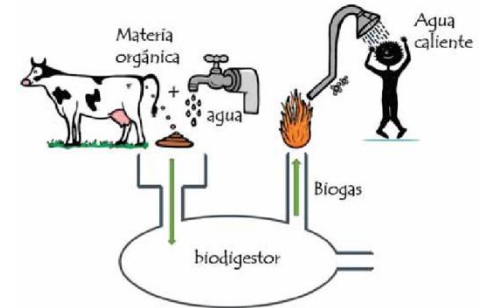
PROCESOS DE
CONVERSIÓN



BIOQUÍMICOS



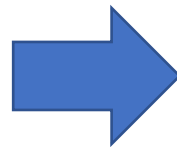
COMPOSTAJE
(DIGESTIÓN
AEROBIA)



DIGESTIÓN
ANAEROBIA



TERMOQUÍMICOS



COMBUSTIÓN

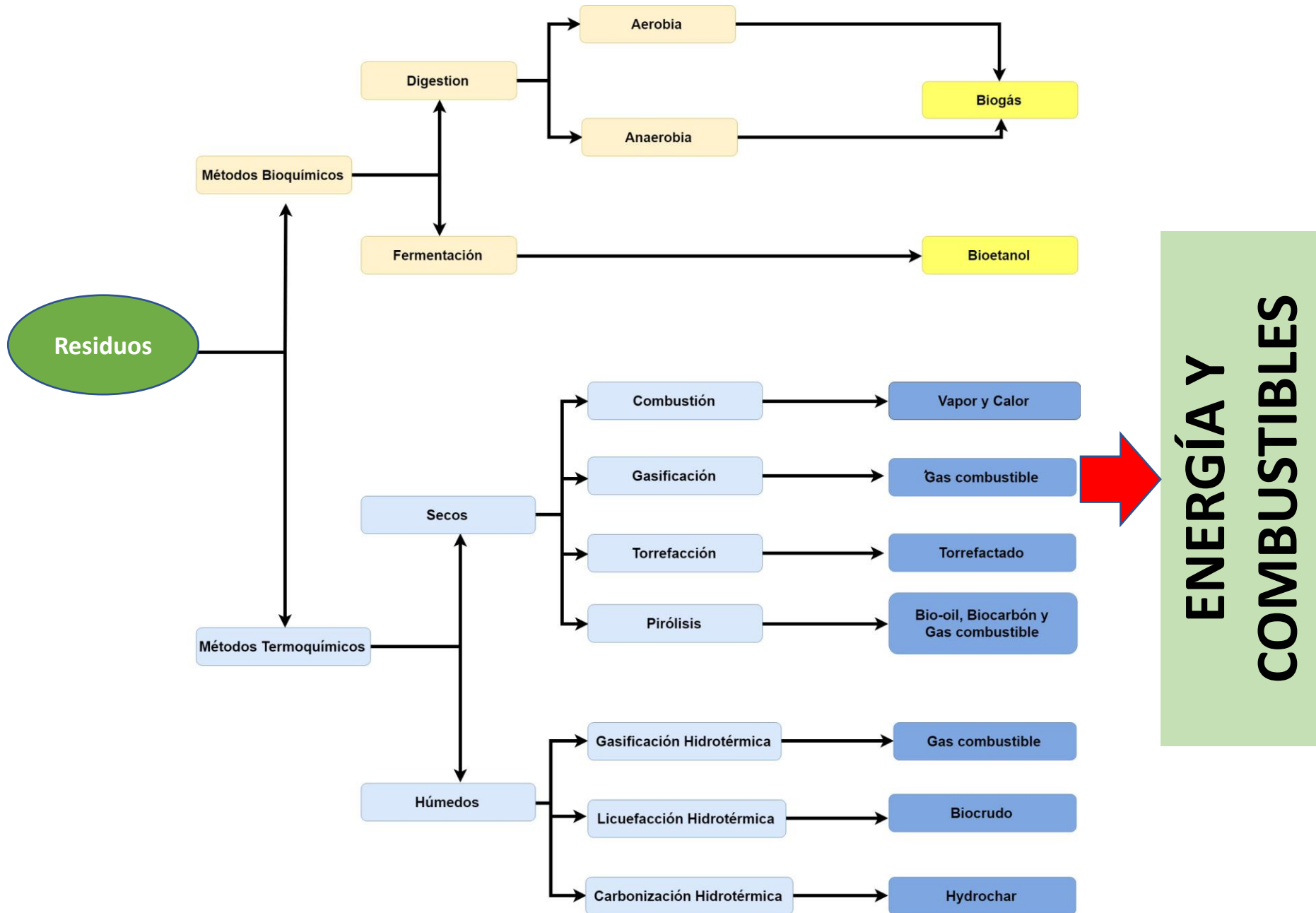


PIRÓLISIS

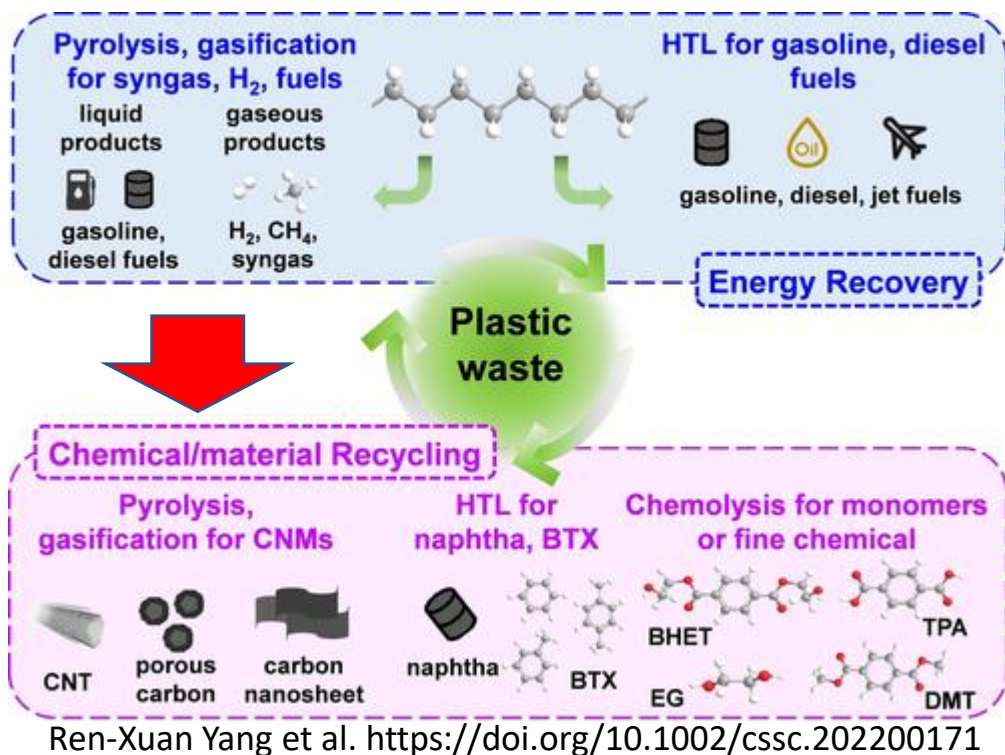
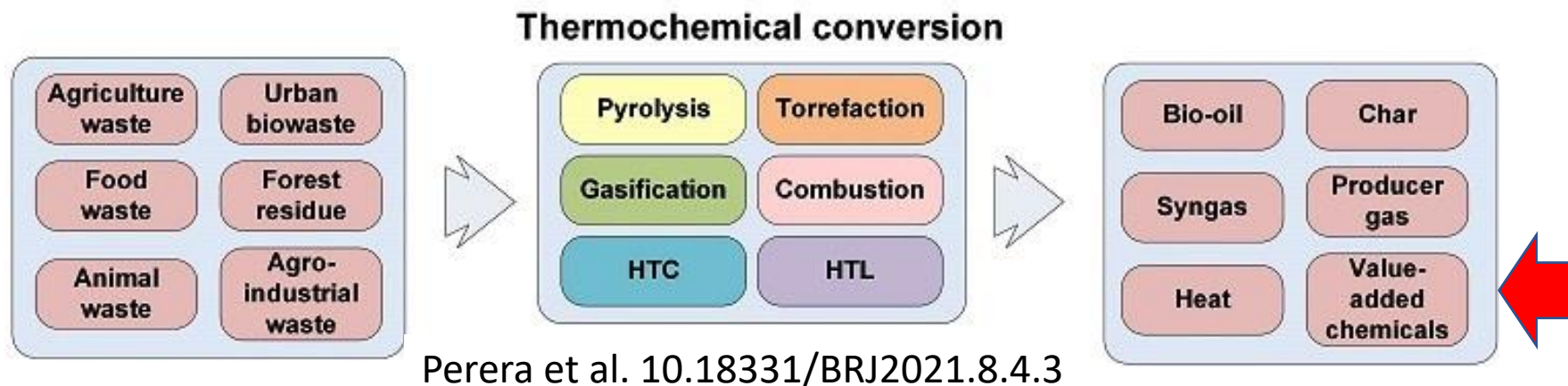


GASIFICACIÓN

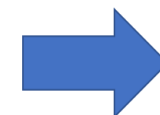
Ampliación Tecnologías de Valorización



Ampliacion Objetivos de Valorización



RESIDUOS

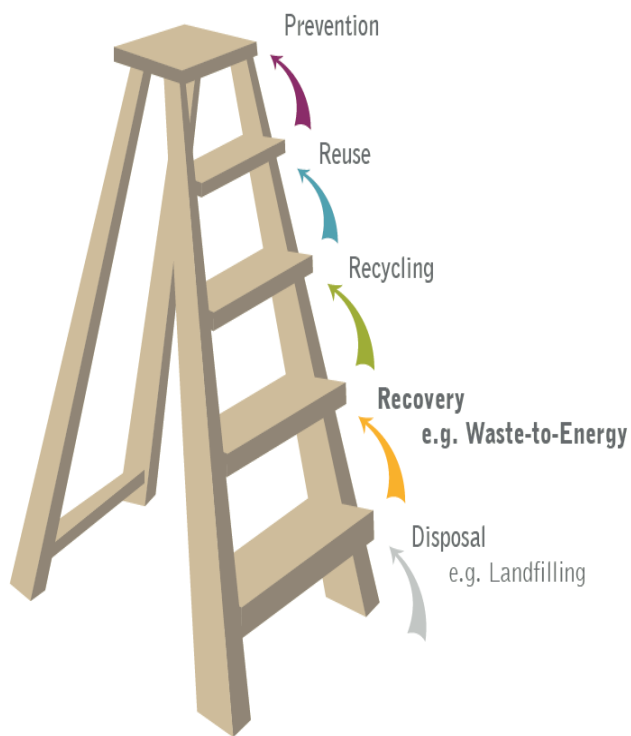


RECURSOS

ENERGÍA
COMBUSTIBLES
MATERIAS PRIMAS SECUNDARIAS
PRODUCTOS VALOR AÑADIDO
QUÍMICOS
RECICLADO CARBONO

Las principales tecnologías termoquímicas en el marco de la gestión de residuos

The waste hierarchy



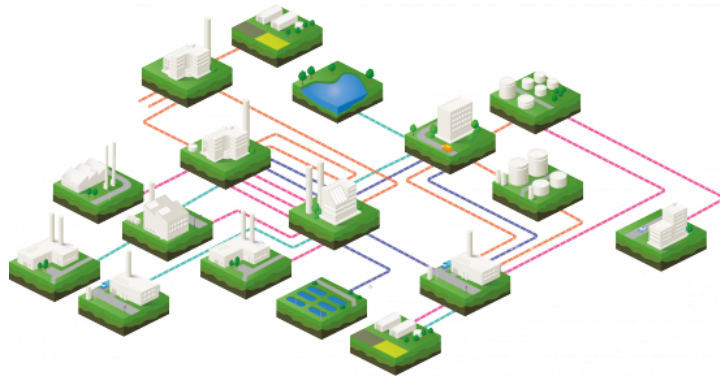
- **Combustión-Incineración** →
RECUPERACIÓN (VALORIZACIÓN) ó
ELIMINACIÓN
- **Gasificación y Pirólisis** a combustibles o componentes de combustibles →
RECUPERACIÓN (VALORIZACIÓN)
- **Gasificación o pirólisis** a síntesis química (por ejemplo transformación de plásticos poliméricos para obtención del correspondiente monómero) → **RECICLADO**

Directiva Residuos y Paquete Economía Circular (PEC)

	España 2021	Suecia 2021	UE-27 2021	Ley Residuos 2025	PEC 2030	PEC 2035
Reciclado	33%	47%	46%	55%	60%	65%
Valorización Energética	13%	53%				
Vertedero	54%		29%	35%		10%

NUEVAS OBLIGACIONES, NUEVAS OPORTUNIDADES!!!!

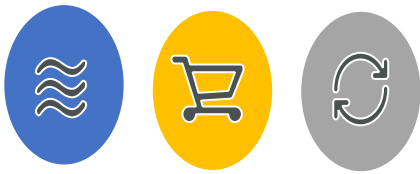
Objetivo: Economía circular



Impulsar el desarrollo industrial sostenible en la CM y estimular la generación de nuevas oportunidades de negocio, mediante el aprovechamiento innovador de corrientes residuales, el desarrollo de tecnologías emergentes y una óptima gestión de la información.



Actividad de CIEMAT en el proyecto Evaluación viabilidad de aprovechamiento energético de residuos empresas CM



RESULTADOS

Caracterización termoquímica residuos

	Pellets de pino	Bagazo de cerveza	MOTBE	Harina de granilla	Hollejo de uva	Raspón de uva	Piel de naranja
HUMEDAD (%)	6,8	74,4	10,8	11,3	6,4	15,9	12,2
VOLÁTILES (% b.s)	81,6	78,7	53,9	67	66	72,6	76,3
CENIZAS (% b.s)	0,8	3,1	42	4	8,5	5,7	5,9
N (% b.s)	0,19	3,51	1,81	2,09	2,01	1,14	1,05
S (% b.s)	0,02	0,26	0,55	0,16	0,21	0,15	0,09
Cl (% b.s)	0,01	0,04	0,92	0,03	0,03	0,02	0,06
PCS (MJ/Kg b.s)	20,42	20,62	13,46	21	21,24	19,23	17,39
PCI (MJ/Kg b.s)	19,10	19,15	12,55	19,76	19,98	18,01	16,08

Catálogo Residuos

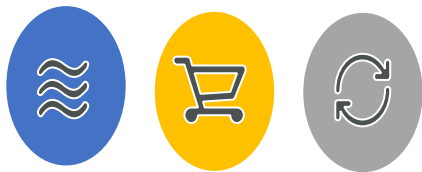


BAGAZO DE CERVEZA	
Tipo de residuo	Residuo industrial
Origen	Industria cervecera
Características fisicoquímicas	
Poder calorífico superior (b.s.) [MJ/kg]	20,62
Poder calorífico inferior (b.s.) [MJ/kg]	19,15
Densidad de pila [kg/m ³]	n.d*
Humedad [wt%]	74,4
Cenizas [wt%]	3,1
Cloro [wt%]	0,04
Azufre [wt%]	0,26
Nitrógeno [wt%]	3,51
Mercurio [ppm]	0,0051
Potencial como combustible	
Necesidad de pretreatmento S/N	S/ Secado
S/ Tipo de tratamiento	
Potencial como combustible para valorización termoquímica	Medio
Alto/Medio/Bajo	
Riesgo de sinterización cenizas	Medio
Alto/Medio/Bajo	
Probabilidad de corrosión	Bajo
Alto/Medio/Bajo	
*sin determinar	



Definición Estrategias:

"Strategy for the design of waste to energy processes based on physicochemical characterisation" Waste and Biomass Valorization, (2019) <https://doi.org/10.1007/s12649-019-00631-y>



RESULTADOS

Preparación del combustible



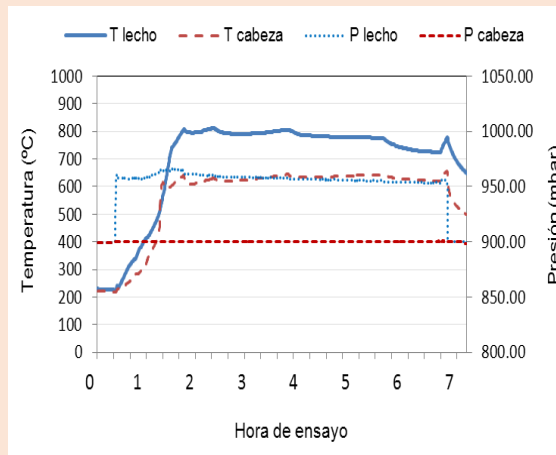
Valorización Termoquímica GASIFICACIÓN



Gasificador LFB, 100 kg/h

Producción Gas de Síntesis

Bagazo de cerveza (Pélets)



$PCI_{gas} = 2,7-8,1 \text{ MJ/Nm}^3$
Alquitranes = 13-20 g/Nm³

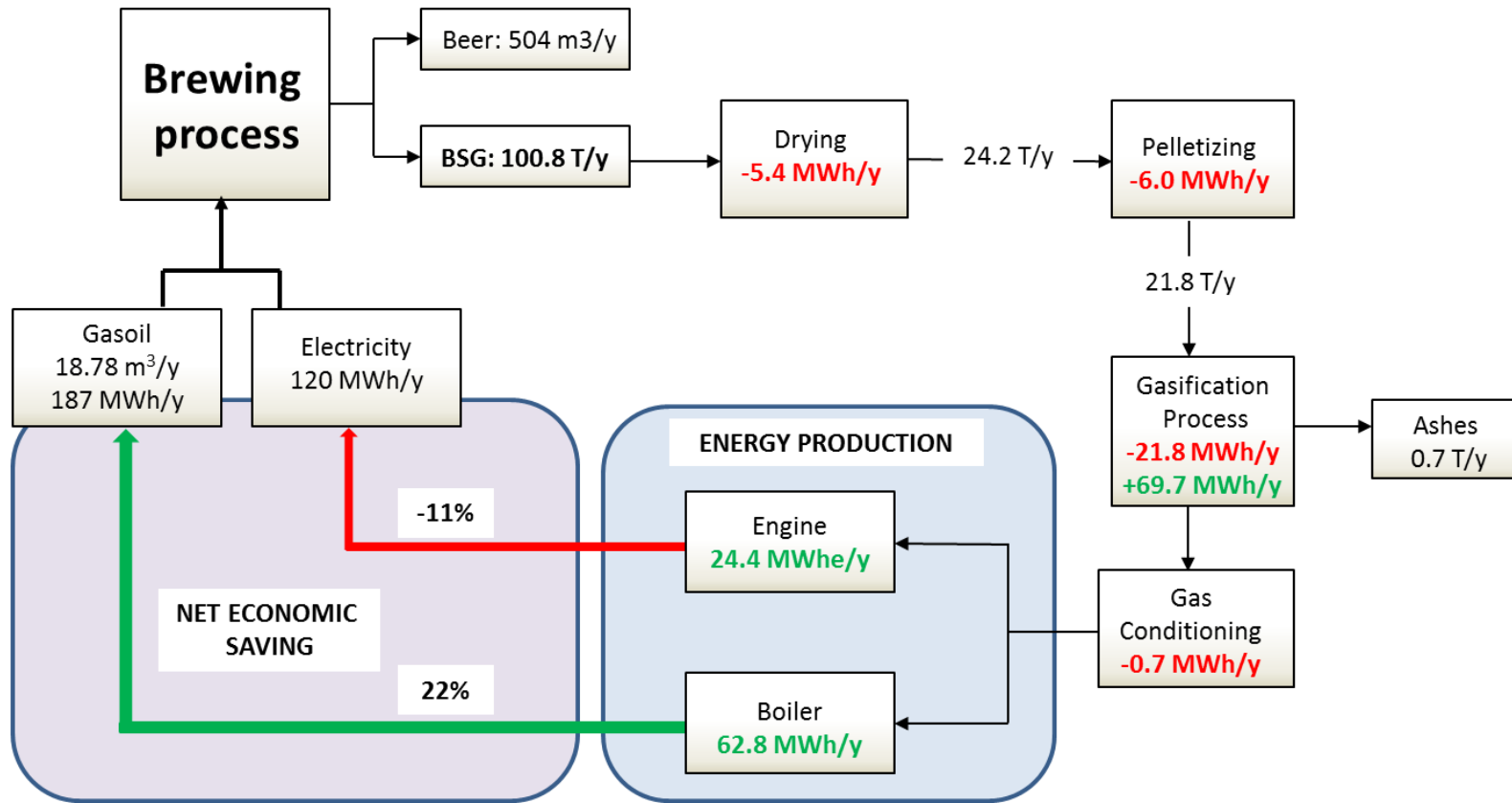


Producción
Sostenible

"A Feasible Application of Circular Economy: Spent Grain Energy Recovery in the Beer Industry"; Waste and Biomass Valorization, 2019, <https://doi.org/10.1007/s12649-019-00677-y>

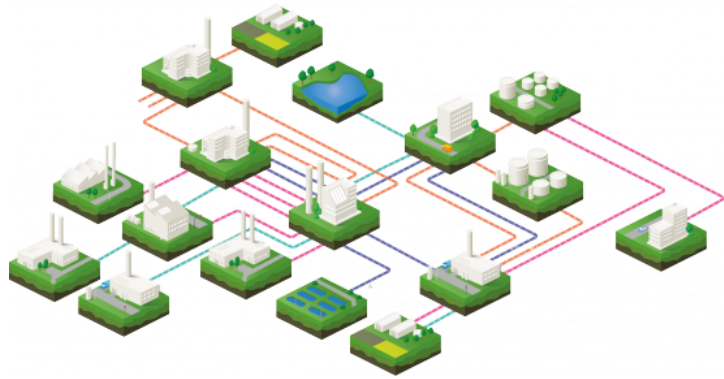


INTEGRACIÓN DE LA RECUPERACION DE ENERGIA EN PROCESOS INDUSTRIALES



"A Feasible Application of Circular Economy: Spent Grain Energy Recovery in the Beer Industry"; Waste and Biomass Valorization, 2019, <https://doi.org/10.1007/s12649-019-00677-y>

PROGRAMA RETO-PROSOST2-CM (P2018/EMT4459) 2019-2023 FASE 2



Promover la producción sostenible en la CM mediante la simbiosis industrial, transformando desechos industriales en productos de valor, como nutracéuticos, biocombustibles, fibras textiles, embalajes, sustratos prebióticos para cultivos o biodispersantes

Palabras Clave

Producción Sostenible

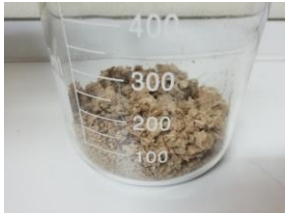
Simbiosis Industrial

Economía Circular y Materias Primas Secundarias



<https://www.ucm.es/retoprosost2/>

PROGRAMA RETO-PROSOST2-CM (P2018/EMT4459) 2019-2023 FASE 2



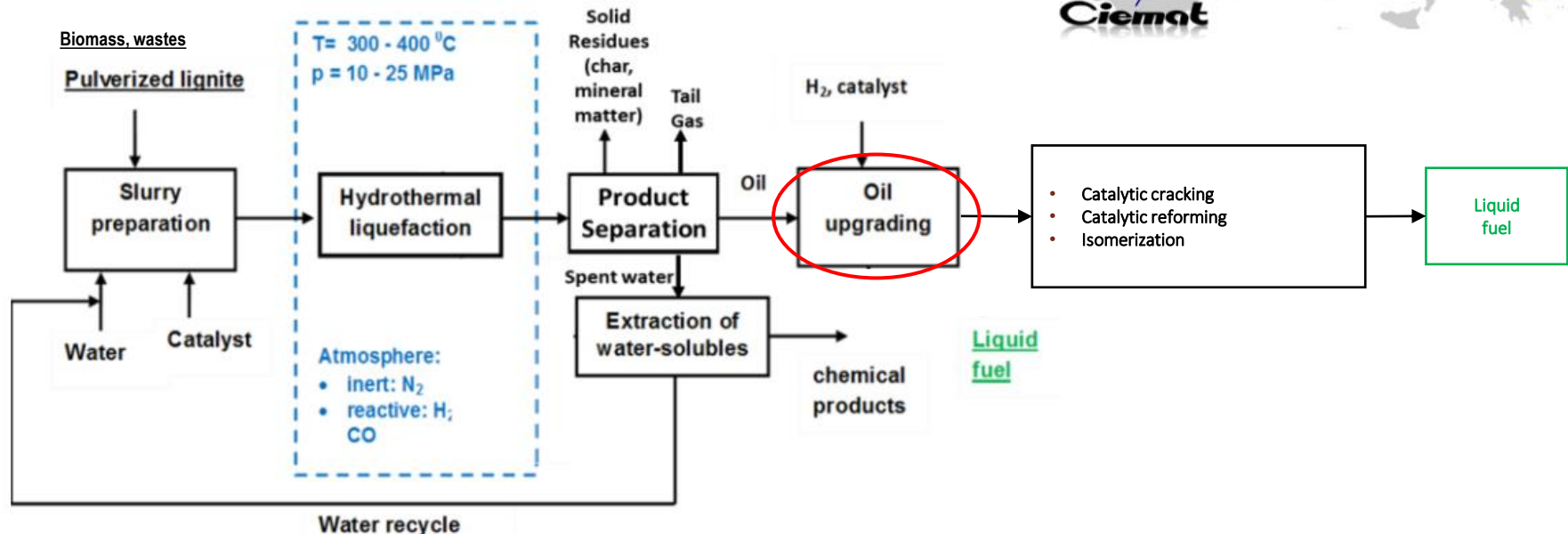
ACTIVIDAD CIEMAT: PIROLISIS



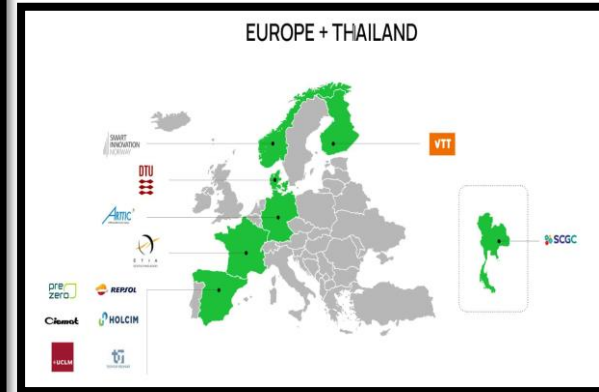
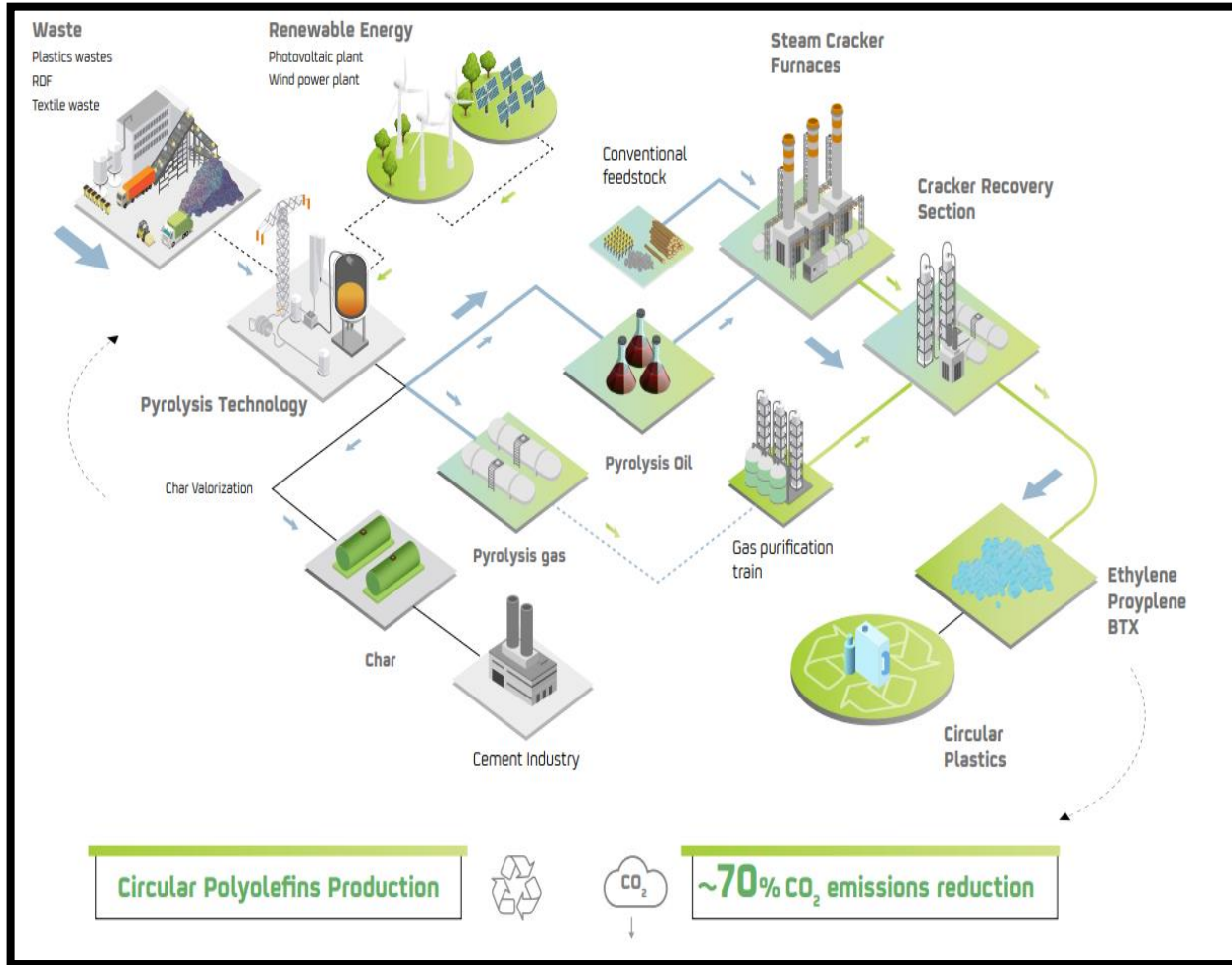
LOGROS

- Transformación de residuos en recursos y materias primas secundarias, mediante la tecnología de pirólisis
- Específicamente se han obtenido moléculas de valor añadido contenidas en la fracción líquida (bioaceite) y carbones activados en la fase sólida para captura de CO₂ (y otros potenciales usos)
- Separación, upgrading de los productos y ACV, para futuro el escalado de los procesos
- *Comparación con logros RETOPROSOST-CM: Gasificación*

The **HyCon** project aims to make significant advances beyond “state of the art” and evaluate the potential of biomass and low-grade and high-moisture lignites for the production of synthetic liquid fuels and value added chemicals through a hydrothermal liquefaction process (HTL).



Recycling plastic waste into high-value materials. Closing the Loop



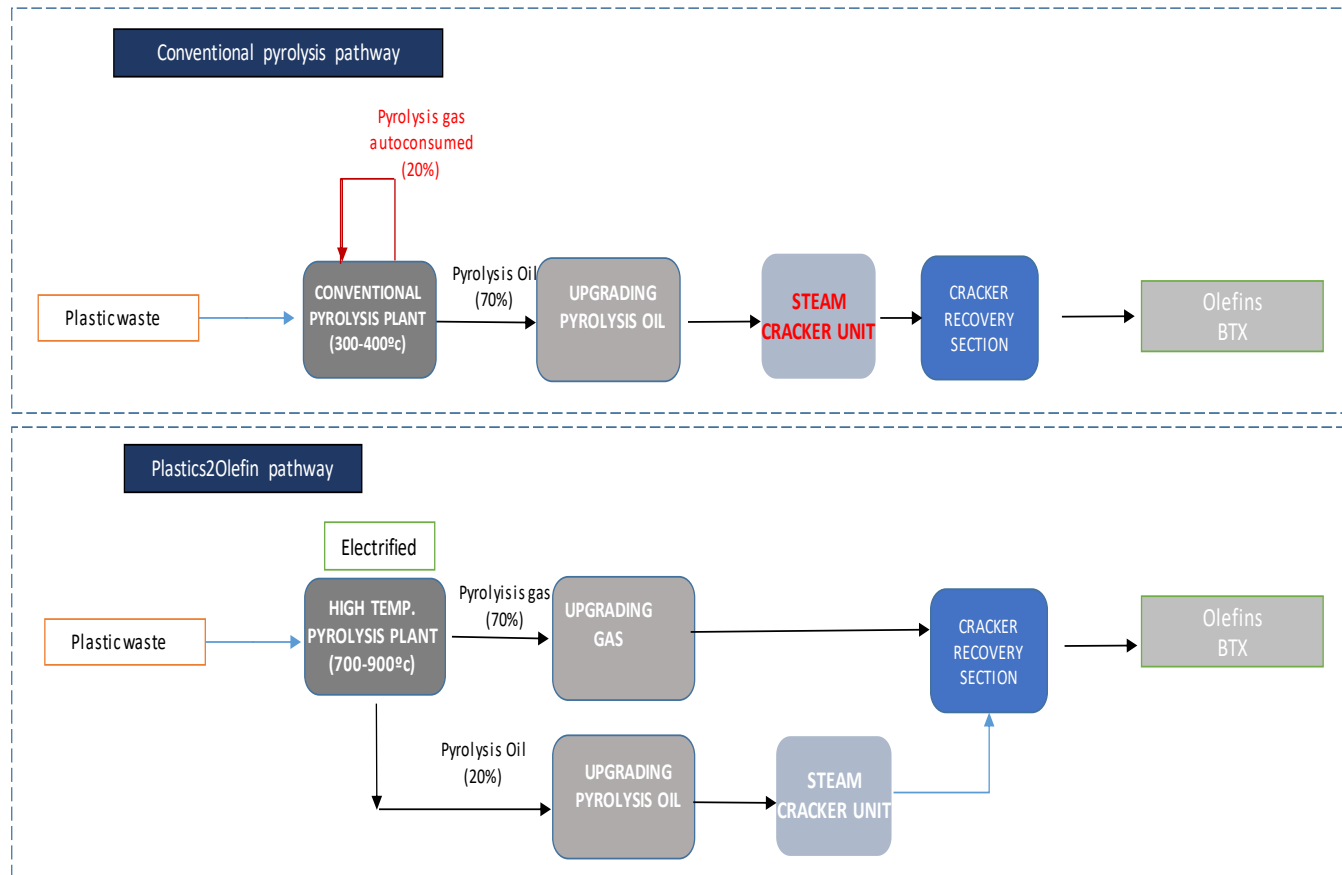
DURATION: June 2022 to May 2027

- ✓ Budget: 28 M€
- ✓ Repsol budget: 50% of total
- ✓ Requested grant 18 M€

EUROPEAN PROJECT: HORIZON-CL4-2021-TWIN-TRANSITION-01-17.

<https://plastics2olefins.eu/>

Plastic pyrolysis





BIOMASS AND WASTE AS PRECURSORS OF THE COUPLED PRODUCTION OF HYDROGEN AND METHANE IN THE NEW INDUSTRIAL ENERGY TRANSITION SCENARIO

PLEC2022-009349, Enero 2023-Dic 2025

<https://www.cartif.es/all-to-gas/>

CENTRO
TECNOLOGICO

CARTIF

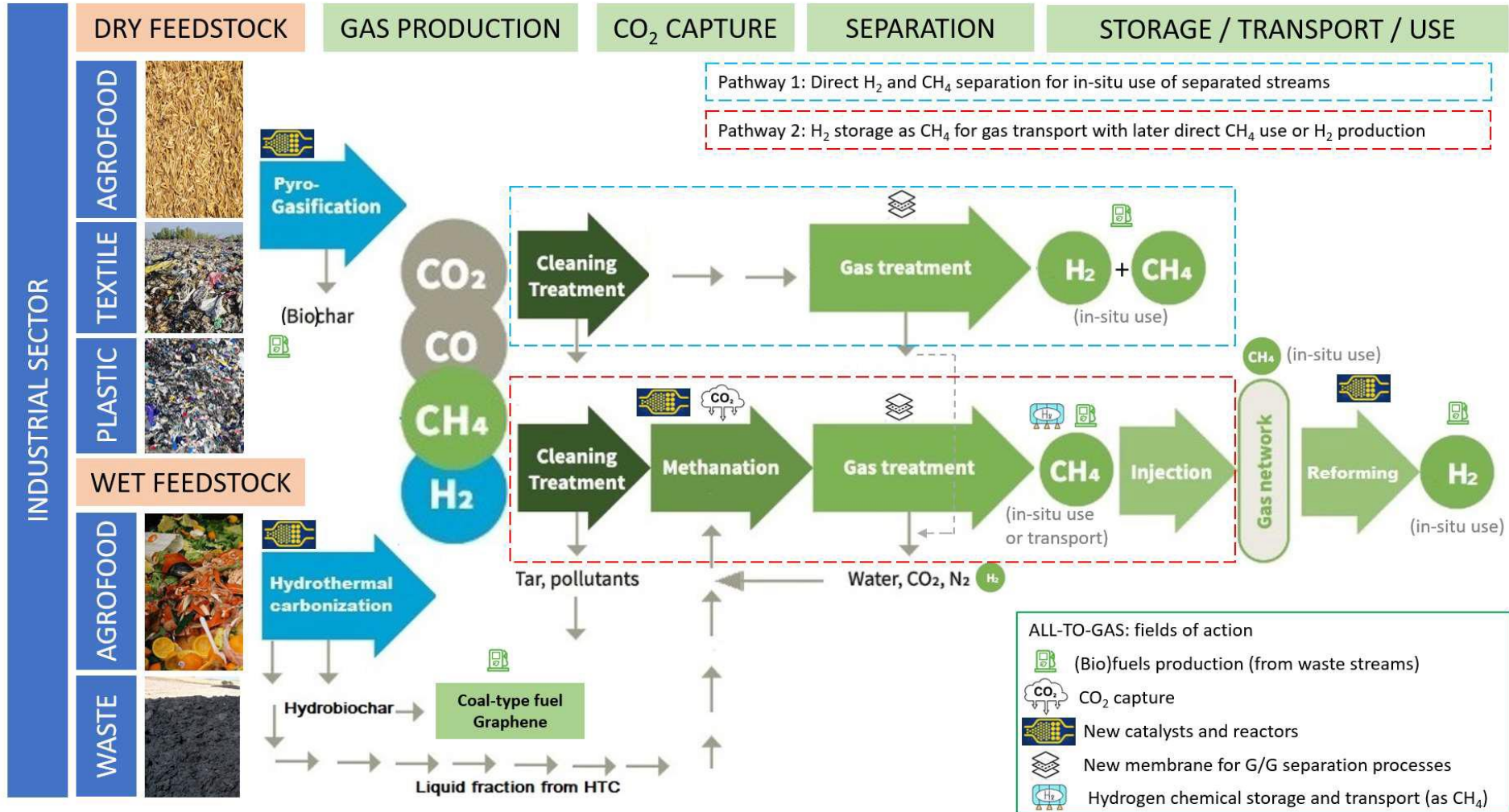
Ciemat
Centro de Investigaciones
Energéticas, Medioambientales
y Tecnológicas



Universidad de Valladolid



edifesa





Investigación de nuevas tecnologías para la generación, almacenamiento y uso de H₂ renovable mediante la valorización de biorresiduos

PR-H2CVL4-C1-2022-0096



Hidrógeno renovable
Cadena de valor



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

eurecat!

soriguē

Recogida y caracterización de residuos

Residuos agrícolas/materia orgánica/poda

Uso del H₂ en camiones de recogida y en planta de tratamiento de residuos

Pila de combustible electricidad/H₂

soriguē

Ciemat

Producción de H₂

H₂



Subproductos (biochar, cenizas)

Uso en agricultura (dependiendo del residuo)

eurecat! soriguē



Almacenamiento de H₂

Estudios de T, P y D



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Pirólisis/gasificación
Microondas
+fermentación
+reformado catalítico

Purificación y análisis de H₂

Sorption enhanced/Membrane gas-shift reactor

Ciemat

IREC^R eurecat!

IREC^R
Shaping Energy for a Sustainable Future

eurecat!



Mensaje final

- La Valorización Termoquímica seguirá teniendo su papel en la Gestión de Residuos para evitar su envío a vertedero y disminuir consumo de materias primas
- La recuperación energética debería seguir considerándose
- La innovación se dirige hacia subir en la escalera en la gestión, avanzando hacia el reciclado
- Producción de materias primas secundarias, recuperación de monómeros, carbono y reincorporación química circular
- Incorporación de nuevas tecnologías termoquímicas (e.g. HTL, HTC) o re-orientación objetivo (pirólisis)
- Ejemplos de proyectos en ejecución por CIEMAT

José María Sánchez Hervás
CIEMAT
División Combustión y Gasificación
Unidad de Valorización Termoquímica Sostenible
josemaria.sanchez@ciemat.es

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

Gracias.

