GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE CIENCIA, INNOVACIÓN Y UNIVERSIDADES

Ciemat
Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas

Unidad de Valorización Termoquímica Sostenible

CONGRESO INTERNACIONAL BIOENERGÍA
VALLADOLID 1-2.OCT.2025

ORGANIZA
aveBiom
Asociación Española de la Biomasa

PARTNER TECNOLÓGICO
aebig

Upgrading de biogas y syngas mediante bioadsorbentes obtenidos por pirólisis de biomasa y residuos

I. Ortiz, A. Márquez, V. Martí, J.M. Sanchez-Hervas

José María Sánchez Hervás

Responsable División de Combustión y Gasificación

CIEMAT

Biometano y otros gases renovables:
El camino hacia una economía sostenible y competitiva.

Ciemat
Unidad de Valorización Termoquímica Sostenible

DESCARTES-CIRCLEWASTE, "Development of water and biogas purification materials from waste pyrolysis"
MICIN, TED2021-130147B-C22, 2023-2025

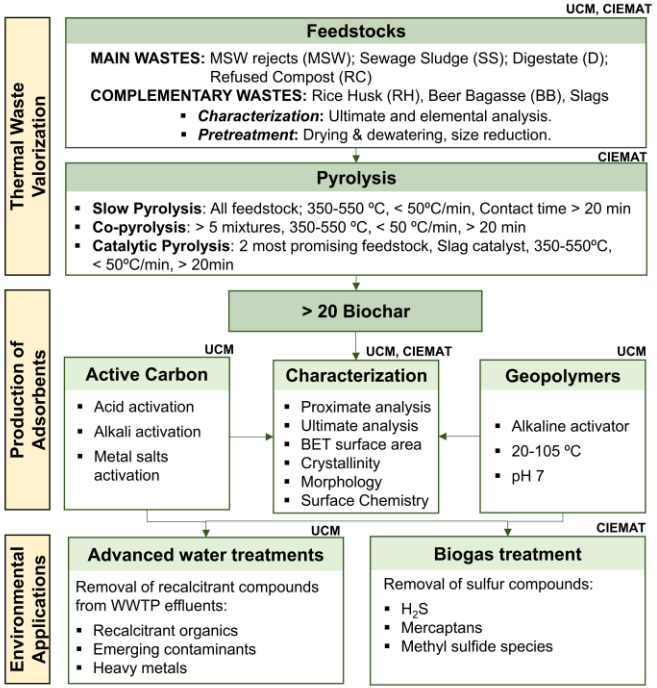
Universidad Complutense Madrid
UCM INGENIERÍA QUÍMICA

Ciemat
Unidad de Valorización Termoquímica Sostenible

- Desarrollo de materiales novedosos, renovables y sostenibles para tratamiento de agua y biogás.
- Pirólisis de residuos y uso del biocarbón para fabricar geopolímeros y carbones activados para purificación del biogás y microcontaminantes en aguas

DESCARTES-CIRCLEWASTE, "Development of water and biogas purification materials from waste pyrolysis"
MICIN, TED2021-130147B-C22, 2023-2025

- Desarrollo de materiales novedosos, renovables y sostenibles para tratamiento de aguas y biogás.
- Pirólisis de residuos y uso del biocarbón para fabricar geopolímeros y carbones activados para purificación del biogás y microcontaminantes en aguas



Procedimiento e Instalaciones

Ciemat
Unidad de Valorización Termoquímica Sostenible

Subproducto biogénico → Obtención biochar pirólisis → Activación biochar → Captura de CO_2 y desulfuración

Cáscara de pistacho

RSU Fracción Resto

Pyrolab CIEMAT

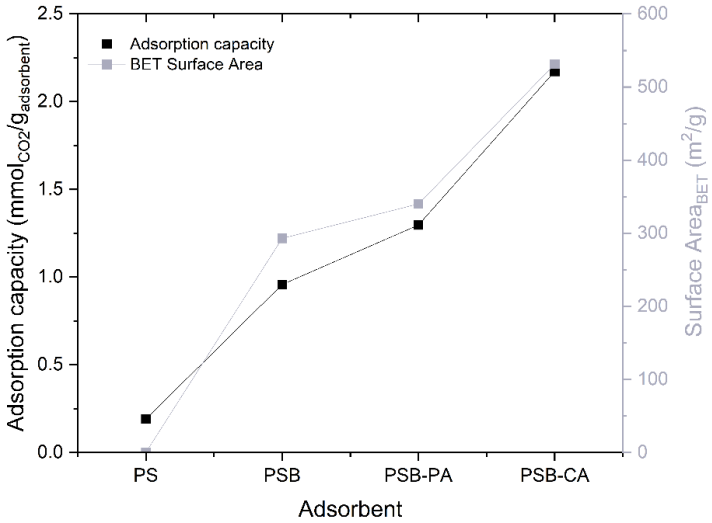
Pirolizador piloto SOLINTED

Activación física y química

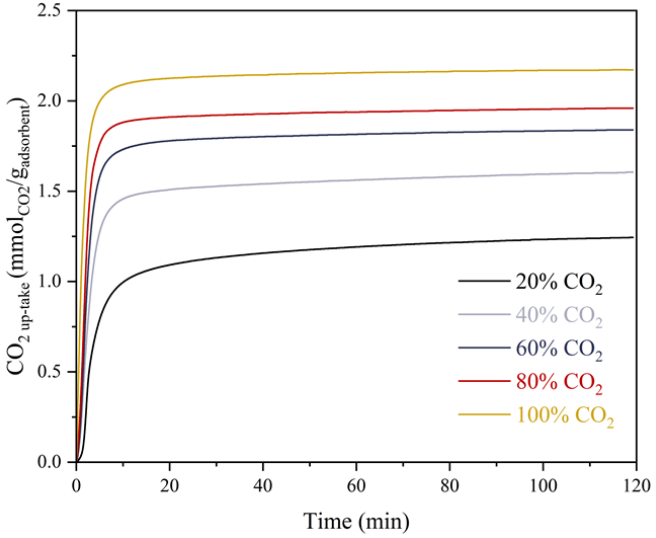
CO_2 captura estática TGA

H_2S captura dinámica Microactivity Unit

Resultados: Captura de CO_2, biochar de pirólisis de cáscara de pistacho



Correlación entre capacidad de adsorción de CO_2 y área BET de los adsorbentes sintetizados

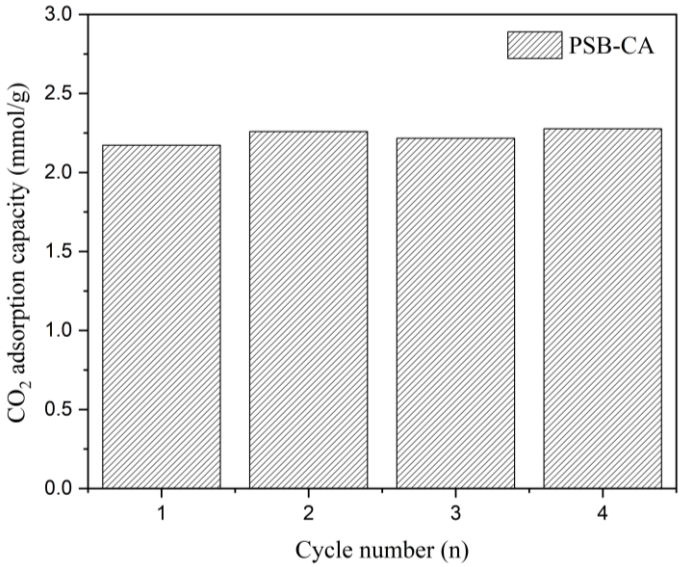


Curvas de adsorción del material PSB-CA; CO_2 (20, 40, 60, 80 y 100% v/v)

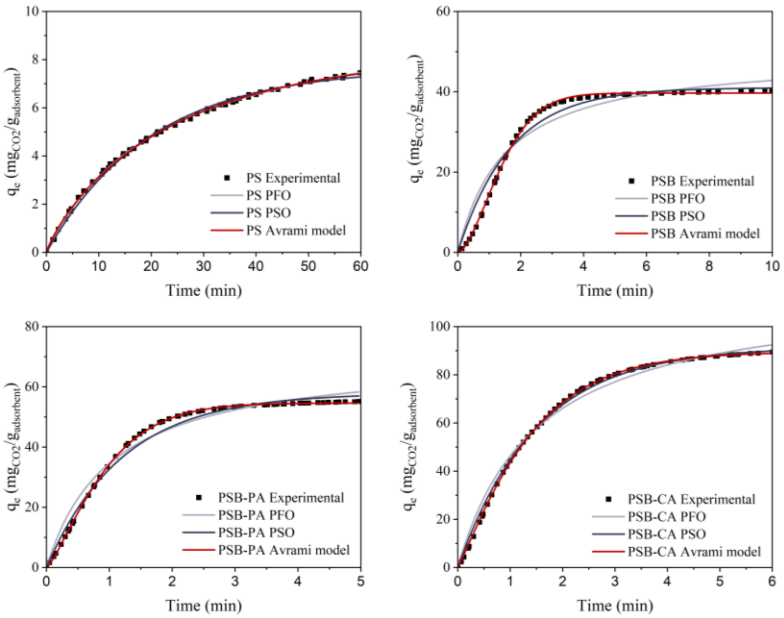
Marquez A. et al. "Development of pistachio shell-based bioadsorbents through pyrolysis for CO_2 capture and H_2S removal". Molecules 2025, 30, 1501, March 2025, https://www.mdpi.com/1420-3049/30/7/1501#

Resultados: Captura de CO_2, biochar de pirólisis de cáscara de pistacho

Ciemat
Unidad de Valorización Termoquímica Sostenible



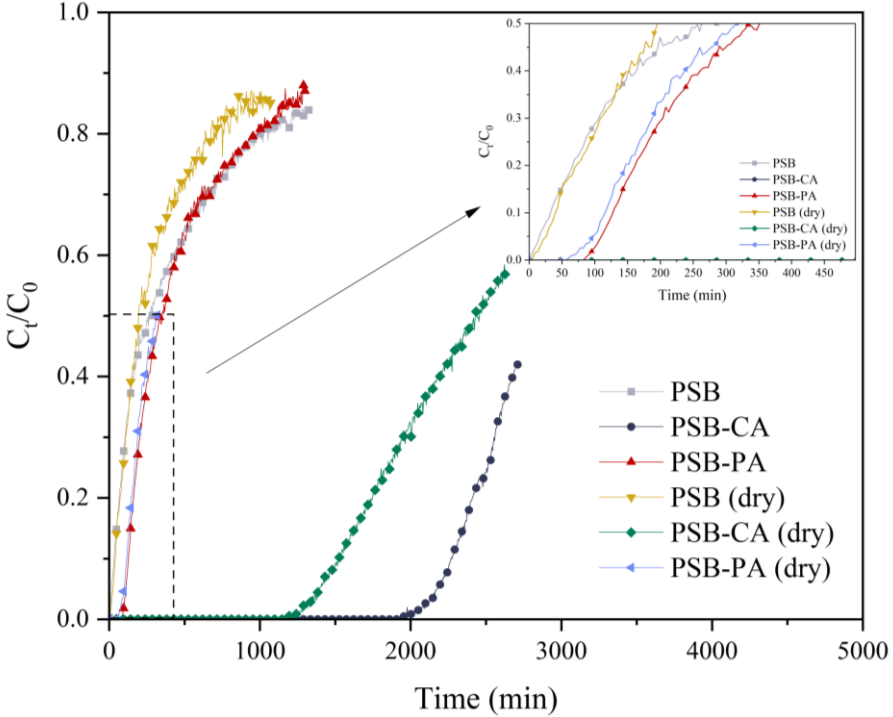
Capacidad de captura de CO_2 del bioadsorbente PSB-CA en ciclos adsorción-desorción



Modelos cinéticos de adsorción mediante ajuste no lineal para los bioadsorbentes sintetizados

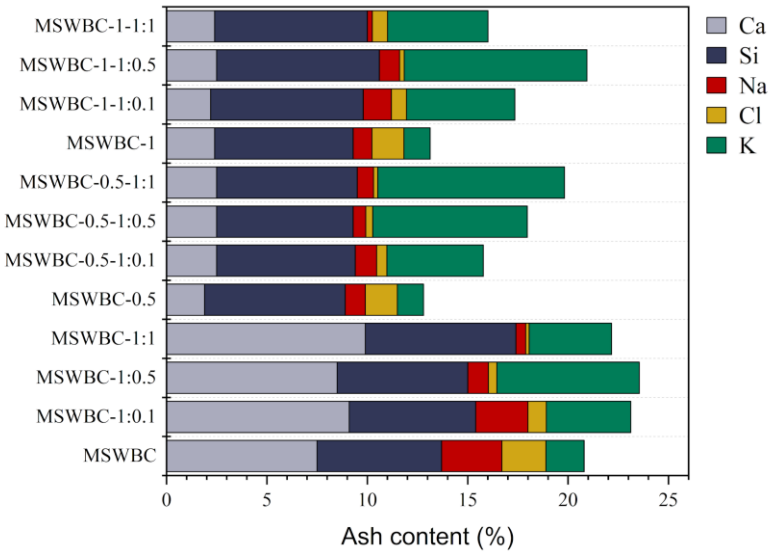
Marquez A. et al. "Development of pistachio shell-based bioadsorbents through pyrolysis for CO_2 capture and H_2S removal". Molecules 2025, 30, 1501, March 2025, https://www.mdpi.com/1420-3049/30/7/1501#

Resultados: Eliminación de H_2S, biochar de pirólisis de cáscara de pistacho

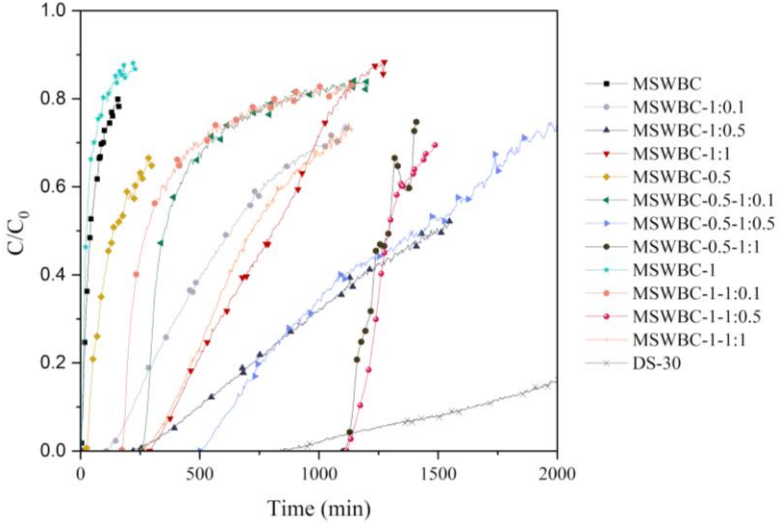


Marquez A. et al. "Development of pistachio shell-based bioadsorbents through pyrolysis for CO_2 capture and H_2S removal". Molecules 2025, 30, 1501, March 2025, https://www.mdpi.com/1420-3049/30/7/1501#

Resultados: Eliminación de H_2S, biochar de pirólisis de RSU



Análisis metales, XRF, contenidos en el biochar de pirólisis de RSU (lavado con HCl y activación KOH)

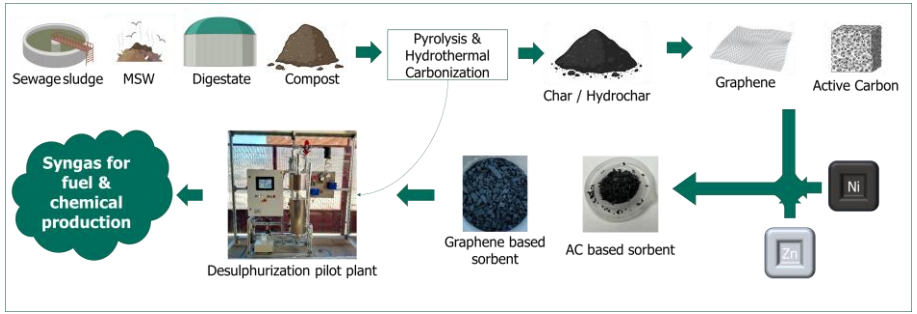


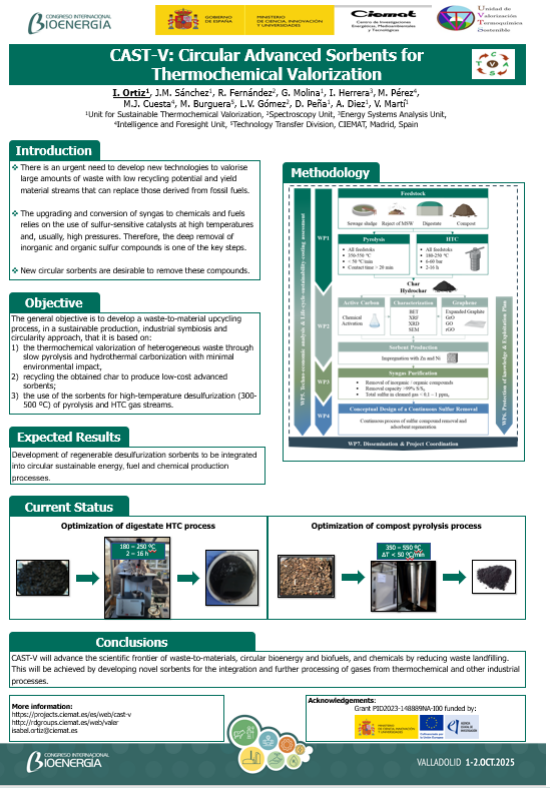
Curvas de ruptura H_2S, biochar de RSU y adsorbente comercial (DS-30) (T adsorción 30 °C, 100 ppmv H_2S en N_2, GHSV=1000 h^{-1}).

Ciemat

Unidad de Valorización Termoquímica Sostenible

CAST-V: Adsorbentes Circulares Avanzados para Valorización Termoquímica, MICIU-AEI, Retos Generación del Conocimiento 2023, PID2023-148889NA-I00, 1 Sept 2024- 31 Ag 2027





CONGRESO INTERNACIONAL BIOENERGÍA

CAST-V: Circular Advanced Sorbents for Thermochemical Valorization

I. Ortiz[1], J.M. Sánchez[1], R. Fernández[2], G. Molina[1], I. Herrera[3], M. Pérez[4], M.J. Cuesta[1], M. Burguera[2], L.V. Gómez[2], D. Peña[1], A. Diez[1], V. Martí[1]
[1]Unit for Sustainable Thermochemical Valorization, [2]Spectroscopy Unit, [3]Energy Systems Analysis Unit, [4]Intelligence and Foresight Unit, [5]Technology Transfer Division, CIEMAT, Madrid, Spain

Introduction

- There is an urgent need to develop new technologies to valorise large amounts of waste with low recycling potential and yield material streams that can replace those derived from fossil fuels.
- The upgrading and conversion of syngas to chemicals and fuels relies on the use of sulfur-sensitive catalysts at high temperatures and, usually, high pressures. Therefore, the deep removal of inorganic and organic sulfur compounds is one of the key steps.
- New circular sorbents are desirable to remove these compounds.

Methodology

Objective

The general objective is to develop a waste-to-material upcycling process, in a sustainable production, industrial symbiosis and circularity approach, that it is based on:

1) the thermochemical valorization of heterogeneous waste through slow pyrolysis and hydrothermal carbonization with minimal environmental impact,
2) recycling the obtained char to produce low-cost advanced sorbents;
3) the use of the sorbents for high-temperature desulfurization (300-500 ºC) of pyrolysis and HTC gas streams.

Expected Results

Development of regenerable desulfurization sorbents to be integrated into circular sustainable energy, fuel and chemical production processes.

Current Status

Optimization of digestate HTC process

Optimization of compost pyrolysis process

Conclusions

CAST-V will advance the scientific frontier of waste-to-materials, circular bioenergy and biofuels, and chemicals by reducing waste landfilling. This will be achieved by developing novel sorbents for the integration and further processing of gases from thermochemical and other industrial processes.

More information:
https://projects.ciemat.es/es/web/cast-v
https://rdgroups.ciemat.es/web/valor
isabel.ortiz@ciemat.es

Acknowledgements:
Grant PID2023-148889NA-I00 funded by:

VALLADOLID 1-2.OCT.2025

Póster N-94

CENTRO DE INVESTIGACIONES ENERGÉTICAS MEDIOAMBIENTALES Y TECNOLÓGICAS

Organismo Público de Investigación adscrito al Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, a través de la Secretaría General de Investigación

Departamento Energía CIEMAT

División Combustión & Gasificación
José Maria Sanchez Hervas

- Unidad de Valorización Termoquimica Sostenible José Mª Sánchez
- Unidad de Conversión Electroquímica Energía-H_2
- Unidad de Modelización de Procesos
- Unidad de Materiales Funcionales para Tecnologías de H_2

AREAS CIENTIFICAS ESTRATÉGICAS

- Bioenergía
- Almacenamiento Energía
- Tecnologías Hidrógeno

Conclusiones. Trabajo Futuro

Ciemat
Unidad de Valorización Termoquímica Sostenible

- La Unidad de Valorización Termoquímica Sostenible de CIEMAT realiza desarrollos exitosos propios de adsorbentes de captura de CO_2 y eliminación de H_2S en biogás, y aplicables a otras tecnologías de conversión termoquímica (gasificación, pirólisis, procesos hidrotermales)
- Este trabajo ha presentado resultados con biochar producido a partir de pirólisis de residuos biogénicos (cáscara de pistacho y RSU) y activado por vía física y química
- Disponemos de instalaciones disponibles a escala de laboratorio y piloto para ejecutar dichos estudios
- Seguimos avanzando en nuestros desarrollos y aplicaciones en proyectos en marcha: CAST-V, (visita nuestro póster N94), BioenH2, INTEGRA2H2
- Abiertos a colaboraciones

Ciemat
Unidad de Valorización Termoquímica Sostenible

Agradecimientos

El estudio presentado se ha realizado con financiación del proyecto DESCARTES-CIRCLEWASTE, “Development of water and biogas purification materials from waste pyrolysis” MICIN, TED2021-130147B-C22.

Se va a seguir profundizando en el desarrollo y evaluación de adsorbentes a partir de residuos en el proyecto CAST-V, “Circular Advanced Sorbents for Thermochemical Valorization”, MICIU-AEI, PID2023-148889NA-I00.

Se agradece a SOLINTED la posibilidad de participar en los estudios de pirólisis a escala piloto y el uso de muestras de biochar para el desarrollo de adsorbentes

CONGRESO INTERNACIONAL BIOENERGÍA
VALLADOLID 1-2.OCT.2025

Ciemat
Unidad de Valorización Termoquímica Sostenible

José María Sánchez Hervás

Responsable División Combustión y Gasificación

Responsable Unidad de Valorización Termoquímica Sostenible

CIEMAT

josemaria.sanchez@ciemat.es

https://rdgroups.ciemat.es/web/valer

Biometano y otros gases renovables: El camino hacia una economía sostenible y competitiva.