

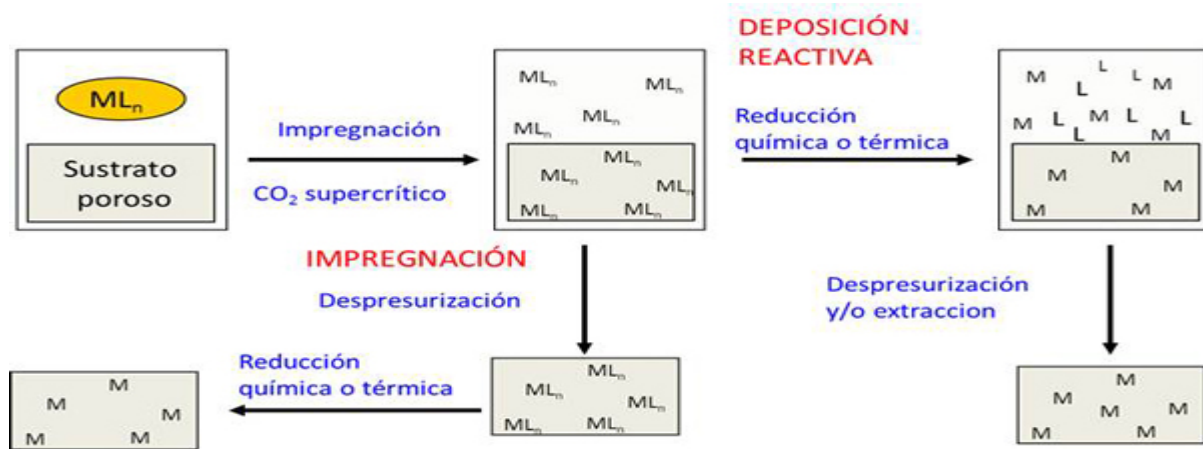
## DEPOSICIÓN DE NANOPARTÍCULAS METÁLICAS Y ÓXIDOS METÁLICOS EN MATERIALES POROSOS UTILIZANDO CO<sub>2</sub> SUPERCRÍTICO

### Descripción

Se propone una tecnología sostenible para depositar nanopartículas de metales y óxidos metálicos sobre soportes porosos o planos con estructuras complejas utilizando CO<sub>2</sub> supercrítico.

La deposición de nanopartículas metálicas u óxidos metálicos sobre soportes porosos presenta mucho interés por el gran número de aplicaciones de estos materiales compuestos. Se utilizan en catálisis heterogénea, células de combustible, en medicina (como agentes de contraste o en liberación de fármacos), como sensores, para reforzar fibras, materiales para almacenamiento de H<sub>2</sub>, en microelectrónica.

El soporte poroso permite estabilizar las nanopartículas inhibiendo su crecimiento y su agregación, a la vez que preserva las propiedades de las nanopartículas. Por otro lado, las nanopartículas depositadas en el soporte crean sitios activos en el material pudiendo mejorar las propiedades de los soportes y las nanopartículas por separado.



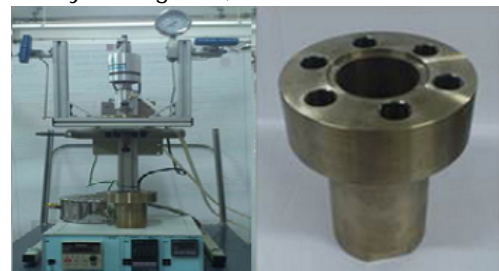
Esquema del método de deposición de materiales utilizando CO<sub>2</sub> supercrítico.

### Cómo funciona

Cuando el CO<sub>2</sub> se calienta por encima de 31 °C a una presión superior a 7,4 MPa se convierte en fluido supercrítico. El CO<sub>2</sub> supercrítico tiene densidades intermedias entre las de los líquidos y los gases, pero propiedades de transporte (difusividad, viscosidad) similares a las de los gases. Todas estas propiedades, junto a la baja tensión superficial del CO<sub>2</sub> con superficies sólidas, permiten introducir precursores metálicos disueltos en él en el interior de materiales porosos. Además, las propiedades del CO<sub>2</sub> pueden modularse con pequeños cambios de presión o temperatura, lo que permite cambiar las propiedades del material final.

Un esquema del procedimiento utilizado se muestra en la figura 1. El precursor metálico disuelto en CO<sub>2</sub> supercrítico impregna el soporte y luego es descompuesto química o térmicamente. La descomposición puede llevarse a cabo tras la despresurización o en condiciones supercríticas. Si la descomposición se realiza tras la despresurización se obtienen nanopartículas metálicas dispersas por el soporte de manera muy homogénea; si la reducción se realiza en condiciones supercríticas se obtienen partículas de mayor tamaño, nanohilos o películas continuas.

Con esta técnica ya hemos depositado nanopartículas de Pd, Pt, Ru, Ni y algunos óxidos metálicos sobre sílice mesoporosa ordenada, carbones mesoporosos y óxido de grafeno reducido. Los experimentos se han realizado utilizando reactores agitados de alta presión (figura 2). En el caso de los materiales de Pd, Pt y Ru soportados, se ha demostrado la elevada actividad catalítica y selectividad de los mismos en reacciones de hidrogenación modelo.



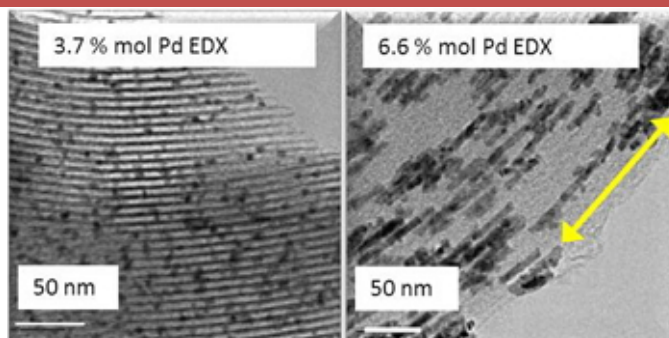
Reactor agitado de alta presión.

La caracterización estructural de los materiales obtenidos se lleva a cabo por rayos X (ángulo bajo y alto), análisis térmico (TGA, DTA), adsorción de  $N_2$ , espectroscopia FTIR y UV-vis, microscopia electrónica (SEM y TEM), análisis de la composición por EDX e ICP-OES.

## Ventajas

Utilizando  $CO_2$  supercrítico como disolvente y medio de reacción en la síntesis de materiales compuestos se pueden introducir precursores metálicos en el interior de los micro y mesoporos de distintos sustratos porosos de manera más eficiente que con los métodos convencionales (en medio líquido o en fase gas). Los materiales producidos son muy homogéneos a nivel microscópico y las nanopartículas presentan una forma y tamaño regular con una distribución estrecha de tamaños a la vez que están dispersas uniformemente en el material (figura 3). El proceso de impregnación en  $CO_2$  mantiene íntegra la estructura del soporte.

El  $CO_2$  es considerado como un disolvente sostenible al tener parámetros críticos moderados, ser barato, inocuo, incombustible y poder ser reciclado. Además, el  $CO_2$  es un gas en condiciones atmosféricas que se elimina fácilmente del material por simple despresurización y no deja residuos.



*Nanopartículas y nanohilos de Pd depositados en el interior de los mesoporos de  $SiO_2$  SBA-15 utilizando  $CO_2$  supercrítico.*

## ¿Dónde se ha desarrollado?

La técnica se ha desarrollado en el **Laboratorio de Equilibrio de Fases y Fluidos Supercríticos de la Facultad de Ciencias Químicas** por el grupo de investigación "Preparación y Actividad de materiales multifuncionales y procesos Físicoquímicos en Química Sostenible" que trabaja en la preparación de materiales utilizando fluidos supercríticos como alternativa a los disolventes comunes más contaminantes. Además de tratarse de procesos más sostenibles, los materiales que se obtienen presentan mejores propiedades que los obtenidos por métodos convencionales. El grupo tiene amplia experiencia en el área de fluidos supercríticos, tanto desde un punto de vista fundamental como aplicado y presenta varias ofertas tecnológicas.

## Y además

El grupo pertenece a la RSEQ, la asociación española de fluidos comprimidos (FLUCOMP), la "International Society for the Advancement of Supercritical Fluids" (ISSASF) y la Red de Química Sostenible.

Se ofrece iniciar colaboraciones con empresas y/u otros grupos de investigación con el objetivo de utilizar esta técnica en aquellos casos en los que las técnicas convencionales no produzcan resultados satisfactorios, con el fin de obtener productos de alto valor añadido. El grupo dispone de reactores y equipos de alta presión para llevar a cabo experimentos de metalización a escala de laboratorio, así como de equipos de caracterización de los materiales producidos.

## Investigadora responsable

**Albertina Cabañas Poveda:** [a.cabanas@quim.ucm.es](mailto:a.cabanas@quim.ucm.es)

**Departamento:** Departamento de Química-Física I

**Facultad:** Facultad de Ciencias Químicas