

## Recursos materiales disponibles para doctorandos y doctorandas

### Programa de Doctorado en Ingeniería Química

Los Centros integrantes del Programa de Doctorado en Ingeniería Química - Facultad de Ciencias (Departamento de Ingeniería Química) y los Institutos ICP, ICV, ICMM - disponen de los siguientes recursos comunes que ponen a disposición de los estudiantes inscritos en el Programa de Doctorado, con el fin de facilitar al máximo la realización de las investigaciones previstas en los respectivos proyectos de tesis.



En concreto, disponen de:

- Salas de seminarios con equipo de proyección completo.
- Sala de reuniones para grupos equipada con pizarra, sillas/mesas y equipo de proyección completo.
- Aulas equipadas con pizarras, sillas/mesas, cañón de proyección y pantalla.

Para el trabajo experimental, se dispone de laboratorios equipados con todos los suministros básicos (agua, aire comprimido, electricidad, aire acondicionado, etc.), así como de equipos de medida y análisis comunes.

En conjunto, cuentan con los medios materiales y servicios adecuados para garantizar el correcto desarrollo de las actividades formativas e investigadoras del doctorado, observándose los criterios de accesibilidad universal y diseño para todos.

A continuación se detallan los recursos materiales y los servicios a disposición de los estudiantes del programa de doctorado en cada uno de los diferentes Centros involucrados:

#### UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID

**Biblioteca.** La biblioteca de la Facultad de Ciencias cuenta con un edificio propio de 8700 metros cuadrados, que incluye 991 puestos de lectura en biblioteca, 243 puestos de lectura en hemeroteca, 290 puestos de estudio en una sala 24 horas, un puesto de consulta para personas con discapacidad, un aula de informática, un aula multimedia y diez salas para trabajo en grupo. Esta biblioteca dispone de unos 10.000 títulos de revistas electrónicas, 67 bases de datos en el área de Ciencias, 29 series de Springer en libros electrónicos y un fondo bibliográfico con 83.100 monografías, 2.000 títulos de revistas en papel y 5.200 tesis doctorales. La Universidad proporciona asimismo acceso al ISI Web of Knowledge para la investigación documental y bibliográfica a través del enlace ofrecido por la Fundación Española para la Ciencia y Tecnología (FECYT, <http://www.fecyt.es/>). Todos los investigadores en formación adscritos a los programas de doctorado tienen acceso completo a estos recursos.

**Servicio Interdepartamental de Investigación - Sidi,** <https://www.uam.es/uam/sidi>. Este servicio ofrece diversas técnicas experimentales de caracterización de uso general en la investigación, como son: Análisis Elemental, Rayos X, Espectroscopía de Masas, Microscopía, Espectroscopía Molecular, Cromatografía, Citometría de Flujo, Análisis Térmico y Genómica (asociada esta última al Parque Científico de Madrid). A su vez, cuenta con una unidad de Tratamiento Digital de Imagen. Da servicio a los diferentes departamentos e institutos de la UAM, así como otros organismos públicos o privados que lo soliciten. El Sidi cuenta con personal técnico responsable de dichas técnicas.

**Servicios Generales de Apoyo a la Investigación Experimental SEGAINVEX,** los cuales ofrecen soporte técnico a las diferentes líneas de investigación, así como la construcción de prototipos necesarios para la investigación. Cuentan con los siguientes servicios: oficina técnica y talleres de mecánica, electrónica, vidrio y cuarzo, soldadura y criogenia.

**Centro de Computación Científica de la UAM - CCC**, <https://www.ccc.uam.es/>, que ofrece servicios informáticos y de computación destinados a la investigación. Dispone de servidores multiprocesador para realizar cálculos científicos de alto rendimiento al que los usuarios acceden a través de la red. Además, el CCC dispone de un laboratorio de simulación donde se pueden realizar cursos para estudiantes de tercer ciclo o equivalentes, median- te la reserva del mismo.

**Centro de Microanálisis de Materiales - CMAM**, <http://www.cmam.uam.es/>, que gestiona el acceso y utilización de un acelerador electrostático de iones, con una tensión máxima de terminal de 5 MW, así como a las diversas técnicas experimentales asociadas a este instrumento dedicado al análisis y modificación de materiales.

**Medios informáticos.** Junto a las aulas de informática ubicadas en la Facultad de Ciencias, los estudiantes del Programa de Doctorado tienen a su disposición la herramienta PC Virtual que permite, previa autenticación, acceder de manera remota a los programas disponibles en las aulas de informática. Así, se puede acceder a programas de diseño gráfico (AutoCAD, Microsoft Visio), cálculo numérico y programación (MatLAB), representación y ajuste de datos (Microsoft Origin, Micromath Scientist) y simuladores (Aspen One, Aspen Hysys, Turbomole, COSMOtherm, COMSOL multiphysics).

Asimismo, dentro del contexto del Campus de Excelencia Internacional CSIC-UAM, la Universidad Autónoma añade, a las funciones de investigación y docencia, la transferencia de conocimiento a través del **Centro de Apoyo y Transferencia de Conocimiento** (<https://www.fuam.es/caitec/>), que tiene la doble misión de informar, asesorar y apoyar en la gestión de la I+D+I al colectivo universitario y a las empresas e instituciones vinculadas con la UAM y de servir de enlace entre la universidad y su entorno (empresas e instituciones).

**EL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA de la UAM** dispone de cuatro laboratorios, ubicados en la Facultad de Ciencias y en el Edificio de Ingeniería Química y Tecnología de los Alimentos del Campus de Cantoblanco, en el que además se cuenta con una planta piloto de 400 m<sup>2</sup>. En estos laboratorios se ubican las instalaciones, equipos de medida y análisis y reactores utilizados para el desarrollo de las diferentes líneas de investigación del departamento. Algunas de las técnicas y equipos disponibles son: Cromatografía líquida, iónica y de gases con varios tipos de detectores, Electro- forésis, Espectrofotometría UV-Vis para muestras líquidas y sólidas, Espectroscopía ATR-FTIR, Espectrometría de masas, Análisis térmico e impresión 3D. Entre los equipos de análisis se dispone de: equipos de análisis TPD, TPO, adsorción-desorción de N<sub>2</sub>, analizador de CO y CO<sub>2</sub>, analizador de COT y NT y absorción atómica. Además, se cuenta con reactores de diversos tipos: reactores biológicos, fermentadores, reactores de fotocatalisis so- lar, reactores de lecho fijo, tipo cesta, reactores de pirólisis y carbonización hidrotermal, reactores a alta presión, etc.

#### **INSTITUTO DE CATÁLISIS Y PETROLEOQUÍMICA (ICP-CSIC)**

Biblioteca. La biblioteca del Instituto de Catálisis y Petroleoquímica está integrada en la Biblioteca Salvador de Aza, junto al Instituto de Cerámica y Vidrio (ICV) y el Instituto de Ciencias de Materiales de Madrid (ICMM). Pertenecce a la Red de Bibliotecas y Archivos del CSIC y ofrece servicios de información especializada a los tres institutos. Su función es asesorar al personal científico y de administración y servicios en el Área Global Materia, orientada al desarrollo de la ciencia y la tecnología, así como facilitar el acceso a información científica de calidad.

Servicios Científico-Técnicos (SCTs). El ICP dispone de diversos SCTs con técnicas analíticas para la caracterización físico-química, morfológica y estructural de catalizadores y materiales en general. Estos SCTs dan servicio tanto a usuarios internos del ICP como a usuarios externos (OPIs, Universidades, Empresas, etc.). La oferta completa está detallada tanto en la página web del Instituto (<https://icp.csic.es/es/servicios/servicios-de-apoyo-a-la-investigacion/>) como en el Catálogo de servicios científico-técnicos del CSIC (<https://www.csic.es/es/investigacion/catalogo-de-servicios-cientifico-tecnico>). Varios de estos Servicios pertenecen a la Red de Laboratorios de la Comunidad de Madrid (REDLAB):

Unidad de apoyo a la Investigación (UAI). Es el Servicio General más consolidado del Instituto. Da apoyo analítico a toda la actividad investigadora que se desarrolla en el centro y a numerosos Organismos externos y empresas. Cuenta con un amplio espectro de técnicas de uso habitual en la caracterización estructural de materiales: Difracción de RX, Espectroscopía UV-Vis-NIR, Espectroscopía FT-IR, Espectroscopía de emisión (ICP-OES), BET, Análisis de área superficial y distribución de tamaño de poro mediante adsorción de gases, Porosimetría de intrusión de mercurio, Quimisorción, Microscopía electrónica de barrido, etc.

Servicio de Espectroscopía Fotoelectrónica (XPS). Las técnicas espectroscópicas fotoelectrónicas de análisis de superficies, están basadas en el estudio de la energía de los electrones emitidos por el sólido cuando es irradiado con fotones de rayos X o ultravioleta. Estas técnicas permiten la identificación de los elementos y proporcionan información detallada sobre el estado de los enlaces químicos y la concentración de los átomos de la superficie.

Servicio de Microscopía Electrónica de Transmisión (TEM). Equipado con un TEM/STEM que opera a 200KV con filamento de emisión de campo, obteniendo una resolución teórica de punto de 0.19nm. Tiene acoplado un detector EDX, lo que permite la posibilidad de realizar análisis químicos semi-cuantitativos. La unidad STEM-HAADF permite la realización de imágenes de contraste Z, siendo posible también la caracterización química de áreas de pocos nanómetros. Se dispone también de un laboratorio de preparación de muestras.

Servicio de Microscopía de Fuerzas Atómicas (AFM) y Microscopía de Efecto Túnel (STM). Equipado con un microscopio de sonda de barrido Agilent 5500# de alta resolución. Permite la adquisición/registro de imágenes en contacto o en modo acústico (AFM o ACAFM) para superficies no conductoras y técnicas de tunelado de barrido para la realización de muestras, siendo un instrumento muy versátil, ya que dispone de los accesorios necesarios para realizar mediciones en diferentes condiciones: superficies expuestas al aire o sumergidas en una solución líquida; control de temperatura; atmósfera controlada; AFM / STM combinado con estudios electroquímicos.

Servicio de Análisis Térmico Gravimétrico. Equipado con una termobalanza Perkin Elmer de alta precisión, que permite determinar las pérdidas de peso en condiciones controladas de temperatura de los catalizadores.

Otros equipamientos. Adicionalmente, el Instituto, para el desarrollo de sus líneas de investigación, cuenta con distintos medios y técnicas de análisis y caracterización de materiales disponibles por los distintos grupos de investigación y accesibles tanto a usuarios internos como externos mediante distintas modalidades de colaboración: reactores y autoclaves para preparaciones/síntesis solvotérmicas/hidrotermales; reactores para el tratamiento de muestras en distintas atmósferas de trabajo y condiciones de presión y temperatura; reactores de tanque agitado; líneas de vacío para tratamiento de muestras en condiciones de presión reducida; Equipos de FTIR con detector MCT y celdas DRIFTS; espectrómetros de UV/Vis/IR cercano; espectrómetros Raman; equipo EPR Bruker ER200D (banda X) con capacidades para irradiación in situ con fibra óptica y una cavidad de gran diámetro para muestras grandes; reactores térmicos y fotocatalíticos para reacciones en fase gas o en fase líquida; analizador de estabilidad oxidativa RANCIMAT; analizador de humedad por Karl Fisher cromatógrafos de gases con detectores FID, TCD y MS; sistemas de cromatografía (analítica y semipreparativa); cromatógrafos de líquidos con detectores UV-VisELSD, DAD, IR, etc.; espectrómetros de masas (Omnistar 300) para medir las concentraciones de reactivos y productos en caso de técnicas de detección complementarias.

#### INSTITUTO DE CERÁMICA Y VIDRIO (ICV-CSIC)

Servicio Científico-Técnico del ICV - SC&T@ICV. El SC&T@ICV agrupa aquellas técnicas de caracterización de materiales cerámicos y vidrios disponibles en el ICV, dando respuesta a la demanda del personal científico del ICV así como de usuarios externos. El servicio cuenta con personal técnico responsable de dichas técnicas. El SC&T@ICV garantiza que se consiguen los mejores parámetros de funcionamiento de las diferentes técnicas y equipos, entre los que se encuentran: Microscopía, Difracción de Rayos X, Laboratorio de Caracterización de Polvos Cerámicos y Materiales en Verde, Laboratorio de Análisis Térmico, Laboratorio de Análisis Químico, Spark Plasma Sintering, Espectroscopia UV-VIS, Laboratorio de corte y preparación metalográfica, Laboratorio de Caracterización Mecánica, Viscosímetro de alta temperatura y Laboratorio de caracterización eléctrica.

Biblioteca. El Instituto de Cerámica y Vidrio cuenta con una biblioteca especializada en materiales cerámicos y vidrios (<http://www.icv.csic.es/biblioteca>) integrada en la Biblioteca Salvador de Aza, tal y como se ha comentado en el punto anterior. En la biblioteca del ICV se encuentran en depósito los fondos de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio.

Servicio de Asistencia Técnica a la Industria (ATI). Este servicio está concebido como una actividad paralela a la investigación propiamente dicha del Centro. Su objetivo fundamental es colaborar, por un lado, con los sectores industriales de cerámica y vidrio en la resolución de problemas que se presentan en los procesos productivos y, por otro, con los laboratorios, centros tecnológicos y departamentos de investigación en la caracterización y estudio de nuevos materiales. El servicio realiza tareas

de control de calidad tanto de materias primas como de producto acabado mediante ensayos normalizados, bajo normas europeas. También se reproducen, a escala de laboratorio, determinados procesos productivos.

El GRUPO DE CERÁMICA TÉCNICA DEL ICV-CSIC, dispone de varios espacios que cuentan con el siguiente equipamiento: i) laboratorio de procesamiento de materiales que incluyen molinos de bolas y atrición, mezcladores, extrusora, rotavapor, baños de ultrasonidos, liofilizador, cajas de guantes, máquinas de corte y rectificado, equipo de electrohilado; ii) laboratorio de impresión 3D que dispone de reómetro, equipo de robocasting o impresión directa de tintas, equipo de fusión de filamento fundido; iii) laboratorio de sinterización que cuenta con varios hornos de alta temperatura en atmósfera de aire y controlada y un equipo de prensado en caliente; iv) laboratorio de ensayos mecánicos con un equipo para ensayos de compresión y otro de ensayos instrumentalizados de indentación macro para medidas elásticas y dureza; v) cámara termográfica de alta resolución; vi) herramientas de elementos finitos.

Por su parte, el GRUPO DE SUPERFICIES Y PROCESOS AVANZADOS DEL ICV-CSIC dispone de varios espacios que cuentan con el siguiente equipamiento: i) Laboratorio de síntesis por vía química (sol-gel, reactores de síntesis hidrotermal) y síntesis cerámica (molinos de bolas). ii) Laboratorio de pirólisis y sinterización (muflas y hornos con diferentes atmósferas). iii) Laboratorio de caracterización: Adsorción-desorción de N<sub>2</sub>, porosimetría de Hg, IR, ATD-TG, analizador de C, N y S, espectroscopía Raman, Cromatógrafos de gases, analizador de impedancias. Además, cuenta con acceso a un espectrofluorímetro.

#### **INSTITUTO DE CIENCIA DE MATERIALES DE MADRID (ICMM-CSIC)**

El instituto dispone de un edificio de cuatro plantas en el que trabajan cerca de 250 personas equipado con una gran variedad de laboratorios dedicados a la síntesis, procesamiento y caracterización de materiales. Gestiona dos grandes instalaciones: SPLINE, la línea española de la European Synchrotron Research Facility (ESRF) en Grenoble y STARDUST, instalación para el crecimiento controlado de nanopartículas.

La biblioteca del Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid, integrada en la Biblioteca Salvador de Aza, como ya se ha comentado (<https://www.icmm.csic.es/en/organizacion/biblioteca.php>).

Servicios Científico-Técnicos. El ICMM tiene un completo catálogo de servicios científico-técnicos propios que se encuentran detallados en la página web <https://www.icmm.csic.es/es/organizacion/servicios.php> y en el Catálogo de servicios científico-técnicos del CSIC <https://www.csic.es/es/investigacion/catalogo-de-servicios-cientifico-tecnico>.

Estos incluyen Difracción de rayos X, Resonancia Magnética Nuclear, Microscopía Electrónica de Barrido de ultra alta resolución, Análisis Químico, Análisis Térmico, Caracterización Textural, Espectrometría de Infrarojos y Elipsometría, Magnetometría SQUID, Caracterización y Crecimiento de Láminas Delgadas, y Procesado de Materials por Spark Plasma Sintering. También se dispone de una sala blanca común, con servicios de litografía, y un amplio conjunto de microscopios de campo cercano (efecto túnel y fuerzas).

Apoyados con un taller mecánico y una unidad de electrónica, los grupos de investigación desarrollan su trabajo en laboratorios especializados que ponen al alcance de sus estudiantes un importante número de recursos para la realización de sus tesis doctorales.

El GRUPO DE MATERIALES NANOESTRUCTURADOS HÍBRIDOS, BIOHÍBRIDOS Y POROSOS dispone de laboratorios para la síntesis química, caracterización estructural y textural de materiales inorgánicos, orgánicos y orgánicos-inorgánicos, desarrollando materiales funcionales avanzados para un mundo sostenible (<https://wp.icmm.csic.es/phbhmg/>).

EL GRUPO DE MATERIALES FUNCIONALES Y SUPRAMOLECULARES dispone de laboratorios para la síntesis y caracterización de materiales funcionales de base molecular, orgánicos y metal-orgánicos, y para el estudio de sus aplicaciones en procesos químicos relacionados con sostenibilidad y energía. El grupo dispone de acceso a equipos de difracción de rayos X para realizar estudios estructurales avanzados, así como de equipamiento para investigar la actividad de los materiales sintetizados en procesos de catálisis heterogénea y fotocatalisis.

El GRUPO DE MATERIALES FERROELÉCTRICOS FUNCIONALES dispone del equipamiento necesario para el desarrollo y estudio de materiales eco-piezoeléctricos, ferroeléctricos policristalinos (<https://wp.icmm.csic.es/gffm/expertise/>), singularmente, la técnica de prensado en caliente (hot-pressing). Las propiedades, piezoeléctricas, elásticas y dieléctricas

en la resonancia electromecánica, inducida eléctricamente, se pueden determinar mediante el análisis de curvas de impedancia en la resonancia electromecánica de muestras previamente sometidas a polarización bajo campos eléctricos intensos. Para ello este grupo dispone del necesario hardware (LCR meters, impedance analysers, HV power supplies) y un software propio (<https://www.icmm.csic.es/gf2/medidas.htm>).

El GRUPO DE MATERIALES COMPUESTOS MULTIFUNCIONALES DE MATRIZ CERÁMICA cuenta con una serie de laboratorios para el desarrollo de materiales compuestos de matriz inorgánica o polimérica con múltiples funcionalidades en donde se dispone del siguiente equipamiento: i) laboratorio de procesamiento de materiales que incluyen molinos de bolas y atrición, mezcladores, baños de ultrasonidos, liofilizador, reómetro, máquinas de pulido, corte y rectificado ii) laboratorio de tratamientos térmicos que cuenta con dilatómetro y varios hornos de alta temperatura en atmósfera de aire y controlada; iii) laboratorio de ensayos mecánicos con equipos para ensayos de flexión, tracción y compresión tanto en condiciones estáticas como dinámicas (fatiga), microindentador para medidas de dureza y tenacidad, tribómetro para medidas de desgaste, perfilómetro 3D de contacto, microscopio óptico y electrónico de barrido. Esto ofrece la posibilidad de diseñar nuevos materiales con un abanico de propiedades específicas para una aplicación determinada.

El GRUPO DE NANOESTRUCTURACIÓN DE SUPERFICIES PARA COMUNICACIÓN ESPACIAL Y TERRESTRE dispone de la infraestructura necesaria para la investigación en materiales y superficies en condiciones de Ultra-Alto Vacío. Se crece y caracteriza, tanto nuevas nanoestructuras como capas de nuevos materiales bidimensionales, mediante microscopías STM/AFM y con técnicas espectroscópicas empleando luz sincrotrón. Esto hace que sea posible abordar el desarrollo de nuevos materiales que pueden incorporarse en múltiples dispositivos electrónicos.

Además, para la adecuada formación de doctorandos y doctorandas y el desarrollo de su actividad investigadora, existe la posibilidad de utilizar otros servicios de apoyo a la investigación de la Universidad Autónoma de Madrid.



Gestión e infraestructuras de Investigación



Bibliotecas



Tod@S Conectad@s



Movilidad



Programa Propio de Investigación

