

## 7 Recursos materiales y servicios

### 7.1. Disponibilidad y adecuación de recursos materiales y servicios

#### 7.1.1. Justificación de que los medios materiales y servicios disponibles son adecuados para garantizar el desarrollo de las actividades formativas planificadas

Se describe a continuación los medios, equipamientos e instalaciones que cada Universidad pone a disposición del Máster. Todos ellos se encuentran principalmente ubicados en los Campus Universitarios en los que se encuentran los Departamentos de la Facultad de Ciencias de cada una de las Universidades participantes, tales como el Campus de Puerto Real (Universidad de Cádiz) y el Campus de Rabanales (Universidad de Córdoba).

### AULAS Y LABORATORIOS

En las Tablas 7.1 y 7.2 se resumen los números de aulas y laboratorios disponibles para la impartición del Máster

**Tabla 7.1. Número de aulas disponibles**

	UAL	UCA	UCO	UHU	UJA	UMA
Aulas capacidad hasta 30 puestos	8	1	3	7	7	1
Aulas capacidad 30-60 puestos	38	10		10	6	1
Aulas capacidad 60-90 puestos	17	2	2	9	24	3
Aulas capacidad 90-120 puestos	27			1		10
Aulas capacidad 120-150 puesto	10	1	26	1	25	7
Aulas capacidad 150-180 puestos	6				25	1
Aulas capacidad 180-210 puestos	7				4	2
Aulas capacidad 210-240 puestos	1		3			
Aulas capacidad 240-270 puestos	0					
Aulas informática hasta 30 puestos	0	6	4	10	16	4
Aulas informática capacidad 30-60 puestos	12					
Aulas de videoconferencias	3	2	3	2	2	1

**Tabla 7.2. Número de laboratorios de docencia-investigación disponibles**

	UAL	UCA	UCO	UHU	UJA	UMA
Hasta 25 m2			20	20	10	1
Desde 25 m2 hasta 50 m2	2	2	10	2	8	
Desde 50 m2 hasta 75 m2	5			8		6
Desde 75 m2 hasta 100 m2	5	4		1	1	3
Desde 100 m2 hasta 125 m2	5					5
Desde 125 m2 hasta 150 m2		4	8		4	1
Desde 150 m2 hasta 175 m2						
Mayor de 175 m2		3				1

Como puede deducirse de ambas tablas, el número de aulas y laboratorios es suficiente para la impartición del Máster en Química.

## **INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA**

Para potenciar al máximo el uso generalizado de las tecnologías de la información y la comunicación (TICs) en el proceso enseñanza+aprendizaje, las cinco Universidades ponen a disposición de la comunidad universitaria la infraestructura que se describe a continuación:

### **Red inalámbrica**

Los Campus de las seis Universidades disponen de cobertura wifi. Todos los miembros de la comunidad universitaria se pueden descargar desde el Campus Virtual un certificado digital que los identifica y les da acceso a la red. Existe también la posibilidad de certificados temporales para invitados que no dispongan de identificación wifi en su universidad de origen o no pertenezcan al mundo académico así como la posibilidad de habilitar una red wifi especial de forma temporal para el desarrollo de congresos o eventos que tengan lugar en el campus.

### **Equipamiento tecnológico en aulas genéricas**

La mayor parte de las aulas de las seis Universidades disponen de retroproyector, cañón de proyección de video instalado de forma permanente y de un armario con ordenador personal. Adicionalmente, se dispone de armarios móviles de ordenadores portátiles que permiten convertir cualquier aula en un aula de ordenadores.

### **Aulas de informática**

Las seis Universidades cuentan con un número elevado de aulas de informática con una media de 30 ordenadores por aula. Además, tienen acceso a equipos informáticos ubicados en las bibliotecas y en los Departamentos de las cinco Universidades.

### **Salas de videoconferencia**

Estas salas de videoconferencia tienen una función básica en el Máster en Química ya que se prevé que una parte destacable de su docencia se imparta mediante este formato como alternativa a la movilidad de estudiantes y/o profesores a las distintas Universidades. Además, se dispone de Webcams portátiles que pueden ser instaladas en cualquier aula que lo necesite para convertirla en aula para Videoconferencias.

## **AULA VIRTUAL**

Constituye un servicio, que ofrecen las seis Universidades, destinado a dar soporte a los diferentes miembros de la comunidad universitaria (profesores, estudiantes y PAS) en el centro de la enseñanza virtual, es decir, en el ámbito de la enseñanza sustentada en las nuevas herramientas TICs. Aporta una extensa, flexible y variada oferta de servicios de soporte y asesoramiento. Para ello cuenta con equipos de informáticos y psicopedagogos, que asesoran

al profesorado y colaboran con él para producir y desarrollar materiales docentes. Está dotado de diferentes herramientas y recursos tecnológicos de apoyo a la docencia.

El Aula Virtual es un instrumento de gran utilidad en el proceso de convergencia hacia el Espacio Europeo de Educación Superior, que demanda nuevos modelos pedagógicos y nuevas formas de comunicación entre profesores y estudiantes, para los cuales las TICs pueden resultar poderosas herramientas de ayuda. Los miembros de la comunidad universitaria disponen de un conjunto de herramientas informáticas y audiovisuales, útiles para la creación de recursos multimedia e interactivos, simulaciones, vídeos, etc. En resumen, una gama variada de recursos de apoyo a la docencia que facilitan la creación, por parte del profesorado, de sistemas de enseñanza de elevada calidad.

La función básica del Aula Virtual es dar soporte a las asignaturas de los planes de estudio de las distintas titulaciones ayudando al profesorado a publicar sus materiales docentes en formato electrónico, haciéndolos accesibles para sus alumnos, vía Internet. Pero también se abre a las necesidades derivadas de la implantación del nuevo sistema de créditos europeos, puesta en marcha del Campus Andaluz Virtual, desarrollo de cursos, master y doctorados a distancia y otras ofertas educativas.

## **CAMPUS ANDALUZ VIRTUAL**

El Campus Andaluz Virtual permite a los estudiantes de cualquier Universidad andaluza matricularse en asignaturas virtuales ofertadas por cualquiera de las diez Universidades de Andalucía, siéndoles reconocidas en su Universidad de origen, como Créditos de Libre Configuración. Estas asignaturas se imparten a través de Internet y no requieren la asistencia presencial a clase, ya que todas las actividades (apuntes, ejercicios, trabajos, tutorías y exámenes) se realizan por la Red.

Este proyecto, enmarcado dentro del programa "Universidad Digital", promovido y financiado por la Junta de Andalucía, tiene como objetivo impulsar la incorporación de las tecnologías de última generación al aprendizaje universitario, dando valor a las conexiones inalámbricas de todos los Campus universitarios. Proporciona un nuevo modelo de enseñanza-aprendizaje que facilita elegir libremente las asignaturas sin depender de factores geográficos, y adaptándose al ritmo de aprendizaje de los alumnos. Se fomenta una mayor comunicación entre profesor y estudiante, sin limitación de horario, utilizando materiales didácticos a través de Internet. El sistema de videoconferencia que nuestra universidad ofrece, permite un mayor nivel de interactividad en esa comunicación.

## **EQUIPAMIENTO CIENTÍFICO (PARA TRABAJO FIN DE MÁSTER)**

En este apartado se relaciona la instrumentación científica disponible por los Grupos de Investigación de los Departamentos de las cinco Universidades participantes para la realización de los trabajos fin de Máster.

# UNIVERSIDAD DE ALMERÍA

## Departamento de Química y Física

### Área de Analítica

Cromatógrafo de líquidos de alta resolución acoplado a espectrometría de masas con analizador de simple cuadrupolo, así como a un detector de fluorescencia  
Cromatógrafo de líquidos de ultrapresión acoplado a espectrometría de masas con analizador de triple cuadrupolo  
Cromatógrafo de permeación por gel con detector de ultravioleta-visible  
Cromatógrafo de gases acoplado a espectrometría de masas con analizador de triple cuadrupolo  
Cromatógrafo de gases acoplado a espectrometría de masas con analizador de trampa de iones  
Cromatógrafo de líquidos acoplado a espectrometría de masas con analizador de tiempo de vuelo.  
Cromatógrafo de líquidos acoplado a espectrometría de masas con analizador híbrido triple cuadrupolo-trampa de iones lineal  
Cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas con analizador de cuadrupolo  
NanoSight LM20 para análisis de nanopartículas  
Field-flow fractionation

### Área de Química Orgánica

Cuatro rotavapores, dos balanzas, una estufa de ventilación forzada, y un aparato para puntos de fusión.  
Tres cromatógrafos de HPLC, uno analítico con detector UV de diodo-array, otro analítico con detector de dicroísmo circular, y uno semipreparativo, con detector de UV simple.  
Espectrofotómetro de ultravioleta-visible, otro de infrarrojo (con transformada de Fourier) y un polarímetro.  
Generador de ozono y un equipo de hidrogenación a media presión.

### Área de Química Inorgánica

Instrumentación y material básico para la realización de experimentos de química inorgánica (material de vidrio, mechero, placa calefactora con agitación, manta calefactora, etc.)  
Equipamiento científico general consistente en 2 granatarios, 2 balanzas analíticas, 3 estufas, 2 frigoríficos-congeladores, 1 espectrofotómetro UV-visible, 1 espectrofotómetro de infrarrojos con transformada de Fourier, 4 rotavapores, 4 bombas de vacío, etc.  
Cromatógrafo de gases con detectores selectivos y masas  
Cromatógrafo de líquidos con detector UV-visible de diodos en línea  
Electroforesis capilar  
Extractor de fluidos supercríticos

### Área de Química-Física

Dos centrifugas de mesa para la preparación de muestras para cristalización

Una centrífuga preparativa  
Cromatógrafo de líquidos AKTA (FPLC)  
Instrumentación estándar de electroforesis (cubetas, fuentes, etc) de proteínas y ácidos nucleicos  
Baño sonicador. Agitadores magnéticos y de placas. Agitadores orbitales y rotatorios. Baño de agua con cabeza térmica  
Incubador para crecimiento de bacterias Autoclave Cabina de flujo laminar  
Cámara fría que opera a una temperatura constante de 4 °C y arcones termostatados a 25 y 15 °C  
Estufa para el crecimiento de cristales a temperaturas superiores a 30 °C, en la línea de cristalización de proteínas  
Un congelador de -80 °C, un congelador de -20 °C y una nevera, para conservación de muestras  
Dewars especializados para el transporte de cristales de proteína congelados con los almacenadores de muestras requeridos en las instalaciones de radiación sincrotrón  
Para la concentración y conservación de muestras también se dispone de un liofilizador  
Espectro-fotómetro UV-Visible, Instrumento de dispersión elástica de la luz DLS para la caracterización de las muestras de proteínas y para estudiar las condiciones más adecuadas para la cristalización  
Dos microscopios para la visualización de cristales de proteínas y sistema de recogida de registro fotográfico de los experimentos  
Dos calorímetros de titulación isotérmica (MCS-ITC y VP-ITC). Un calorímetro diferencial de barrido (VP-DSC)  
Espectrofluorímetro modular con sistema de Stopped-flow. Sistema de cromatografía convencional Äkta prime (detector UV-conductividad, colector de fracciones)

### **Área de Bioquímica y Biología Molecular**

3 Sistemas de electroforesis para visualización y análisis de ADN y proteínas  
2 Termocicladores  
4 centrifugas de sobremesa y 2 preparativas  
3 Termoagitadores  
1 microscopio y 1 lupa para visualización de microorganismos o biomoléculas  
3 equipos de cromatografía líquida (HPLC) con detector UV  
2 espectrofotómetros UV, uno con cubeta y el otro con medidas sobre gota para reacciones de muy poco volumen  
1 FPLC para purificación y caracterización de proteínas  
1 equipo de fluorescencia para estudios estructurales  
1 Congelador de -80C

## **UNIVERSIDAD DE CÁDIZ**

### **Departamento de Química Analítica**

2 Espectrómetro de Absorción Atómica por llama con horno de grafito.  
Espectrómetro de Absorción Atómica de corriente continua por llama con horno de grafito.  
Espectrómetro de Absorción Atómica por llama con horno de grafito y generador de hidruros.

4 Cromatógrafo de gases FID  
1 Cromatógrafo de gases MS.  
Espectrofluorímetro.  
Digestor ultravioleta.  
Analizador de carbono orgánico total para líquidos y sólidos.  
3 Polarógrafos.  
Horno de mufla  
2 Ultracentrífuga con control de temperatura.  
2 Campanas de flujo laminar  
5 Espectrofotómetro UV-vis.  
4 Cromatógrafos líquidos de alta resolución con detección UV-vis.  
2 Potenciostatos/galvanostatos.  
2 Disruptores ultrasónicos de alta potencia.  
Equipo de digestión por microondas.  
Polarógrafo.  
Potenciostato/galvanostato con microbalanza de cista de cuarzo.  
Microscopio electroquímico de barrido.  
Espectrofotómetro UV-vis-NIR.  
2 Espectrofotómetro UV-vis.  
2 Espectrómetros de absorción atómica por llama.  
Cromatógrafo líquido de alta resolución acoplado a espectrómetro de masas.  
Analizador de trazas y compuestos orgánicos.

#### **Departamento de Ingeniería Química y Tecnología de Alimentos**

Cromatógrafo de gases con FID y TCD  
Cromatógrafo de gases con FID  
Equipo para la determinación de la composición del biogás X-Stream de Rosemount Analytical  
Equipo para determinación de Carbono Orgánico Total (TOC)  
Equipo para determinación de la demanda química de oxígeno (DQO)  
Destilador para nitrógeno amoniacal, Pronitro  
Contador volumétrico de biogás Ritter  
Horno mufla, Estufa de desecación, y otro pequeño instrumental de laboratorio  
Espectrofotómetro  
Molino de corte Retsch SM 2000  
Reactor PARR para realización de tratamientos termoquímicos con regulación de temperatura y presión.  
Sonicador UP400s Hilescher  
Digestores de laboratorio de acero inoxidable de 5-10 L con sistema de agitación y baño termostático para control de temperatura (6 unidades)  
Digestores de laboratorio de acero inoxidable de 2 L con sistema de agitación y control de temperatura para ensayos de biodegradabilidad y potencial de producción de biogás (12 unidades)  
Planta piloto para el tratamiento anaerobio de residuos sólidos urbanos.  
Equipo de HPLC con inyector automático (Gilson-Nebula) con detectores de índice de refracción, de UV/V , y de fluorescencia.  
Equipo de GC con detector de FI (Hewlett-Packard 5890).

Espectrofotómetro UV/V (Perkin Elmer, Hitachi 200).  
Contador de partículas (LS-200, Liquilaz-E20).  
Diversas estufas de cultivo .  
Incubadores rotatorios.  
Microscopio óptico (Wild Heerbrugg M20).  
Liofilizador (Virtis Benchtop 6K).  
Lector de microplacas UV/V (Biotec ELX800).  
Cámara de irradiación UV (Blak-Ray B100AP).  
Densímetro (Anton Para DMA 48).  
Centrífuga (Tornax 175), Microcentrífuga (Selecta 7702239) y Ultracentrífuga (Eppendorf 55804).  
- Refractómetro (Abbe 3T Atago).  
- Sonda de ultrasonidos (Bioblock Vibracell 75041).  
- Autoclave (Selecta Preso30).  
- Campana de flujo laminar (Telstar AH100).  
Extractor supercrítico a escala micro, ISCO modelo SFX220, con extractores de 1-10 mL de capacidad y capaz de operar hasta 150°C y 500 atm.  
Extractor supercrítico a escala piloto, Thar Tech modelo SFE2000.  
Extractor supercrítico a escala de laboratorio, Thar Tech modelo SFE100 con dos extractores de 100mL y 500mL y un separador ciclónico de 0.5L.  
Columna empacada de fraccionamiento de 2m de longitud adecuada para la realización de extracciones de líquido-fluido supercrítico capaz de trabajar hasta 400 bar de presión.  
Equipos para la determinación de solubilidades de líquidos y sólidos en FSC, Autoclave Engineers, de 25 mL de muestra, capaces de operar entre 30-90°C y 50-400 atm.  
Generador de micropartículas a escala piloto, Thar Tech modelo SAS200, con un precipitador de 2L.  
Reactor de tanque agitado, Autoclave Engineers, de 0,5 L de capacidad y capaz de operar hasta 320°C y 150 atm.  
Reactor tubular, de 80 mL de capacidad, capaz de operar hasta 600°C y 300 atm. •  
Planta piloto de oxidación hidrotérmica (patente UCA: P200402914), con un reactor de 1230 mL, capaz de tratar 25 kg/h de residuos orgánicos, en condiciones de hasta 600°C y 250 atm.

## **Departamento de Química-Física**

Técnicas espectroscópicas

Doble espectrofotómetro UV-Vis Ocean Optics, por fibra óptica de 0,5 nm y 0,25 nm de resolución.

Colorímetro COLORFLEX.

Espectrofotómetro UV-Vis Ocean Optics, por fibra óptica de 0,5 nm de resolución con adaptación para cubetas por transmitancia y reflectancia.

Espectrofotómetro UV-Vis Otsuka MCPD-1100 de fibra óptica, 0,6nm resolución y medida continua en el intervalo 200-1100nm.

Espectrofotómetro Vis Ocean Optics, por fibra óptica de 0,5 nm de resolución con sonda de inmersión por reflectancia especular.

Espectrofotómetro Vis Ocean Optics, por fibra óptica de 0,5 nm de resolución con sonda para reflectancia difusa.

Espectrómetro FTIR Nicolet Impact 410 con portamuestras para el estudio por transmitancia, reflectancia difusa, reflectancia especular y lámina fina entre cristales.

Espectrómetro FT-IR Bruker Tensor 37 Dual Range.

Espectrómetro Raman con microsonda.

FTIR-ATR SHIMAZDU 8400S.

Microscopio FTIR IR-plan Spectra Tech mod. Advantage con resolución de 7 micras y doble objetivo confocal Casegrain para el trabajo por transmitancia y/o reflectancia. Plataforma motorizada para mapping de muestras. Objetivo ATR de diamante.

Monocromador CVI DK-242 de 1/4m con torreta triple de redes de difracción y fotodetectores de Si y Ge para el trabajo en el UV-Vis-NIR.

Breadboard y elementos optomecánicos. Tableros ópticos TMC y OWIS con estructura en panal de abeja de taladros roscados M6.

Fuente espectral de iluminación de Spectral Products.

Lámpara UV CN-15.LC.

Láser de diodo sintonizable con emisión central a 900nm y 800mw de emisión en continuo.

Láseres DPSS de 473 y 532 nm.

Simulador solar Abet Technologies.

Multímetro digital Keithley 2000.

Osciloscopio Proman de 40MHz de dos canales.

Osciloscopio-Captador de datos Agilen Technologies MSO6054A.

Potenciostato Micro AutoLab de Metrohn.

Unidad fuente-medidor digital Keithley 2601.

Lupa triocular Nikon SMZ800 de 10-60X aumentos y estativo C-US2 lateral de barras.

Lupa triocular Nikon SMZ 2T de 10-60X aumentos y estativo C-US2 lateral de barras.

Microscopio de efectos fotoeléctricos (LBIC) de alta resolución para el estudio superficial de materiales con propiedades fotodependientes.

Microscopio de Fuerza Atómica NANOTEC.

Microscopio Estereoscópico NIKON SMZ800.

Microscopio NIKON ECLIPSE LV150.

Microscopio triocular Nikon Alphaphot metalográfico/petrográfico con objetivos 5x, 10x, 20x y 40x.

Durómetro Centaur rb2.

Fisorción de Nitrógeno AUTOSORB iQ.

Porosímetro de Intrusión de Hg POREMASTER.

Sistema de Medida de Ángulo de Contacto OCA 15plus Dataphysics Instruments.

Sistema de medida de propiedades hídricas en materiales porosos Acuasor.

Sistema Medida Porosidad Accesible al Agua.

Sistema de Medida Permeabilidad Vapor de Agua.

Viscosímetro Brookfield DV-II+.

Centrífuga Digicen 20-R.



Cortadora de disco Struers miniton.  
Embutidora Struers Citopress-1.  
Equipo de infusión de resina a vacío epovac.  
Generador de Ultrasonidos de media potencia.  
Moltradora planetaria Fritsch Pulverisette 7.  
Pulidora monoplano Struers DAP-V con cabezal automático Pedemin.  
Rotavapor Heidolph Laborota 4000.  
Sistema de Medida de la Resistencia a la Perforación (DRMS) SINT TECHNOLOGY.  
Baño criogénico Julabo F33 con cabezal MH programable entre -30 a 100 °C y 0.01°C de resolución.  
Baño de US ELMASONIC S120.  
Cámara de Niebla Salina DYCOMETAL SSC.  
Dedo frío Julabo hasta -30°C.  
Horno Tubular Carbolite con programador Eurotherm.  
Horno Carbolite CSF-1200 con programador Eurotherm.  
Sonda de US BANDELIN SONOPULS HD3200.  
Informática y sistemas informáticos  
Clúster Universidad de Cádiz.  
Clúster Junta de Andalucía (CICA).  
Diversos sistemas programables para adquisición de datos.  
Software para química computacional: Gaussian 09.  
Medidor de tamaño de partícula, Malvern Zetasizer Nanoseries.  
Sistema de Medida Velocidad de Propagación de US Ultrasonic Tester BP7.  
Ultrapicnómetro Ultrapyc 1200e.

#### **Departamento de Ciencia de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica y Química Inorgánica**

Molino planetario de bolas Retsch PM100.  
2 extrusoras neumáticas, ROSEX.  
4 Espectrómetros de Masas de Cuadrupolo para el análisis de gases.  
Termobalanza TA Instruments Q600  
Celda catalítica acoplada al equipo de análisis de superficies Kratos Axis Ultra DLD, que permite realizar tratamientos en flujo de diversos gases (He, O<sub>2</sub>/He, CO/He, H<sub>2</sub>/Ar).  
Horno tubular de bisagra, CHESA, de gran capacidad.  
Reactor "batch" de alta presión, AUTOCLAVE ENGINEERING modelo EZE-SEal.  
Reactor de alta presión en flujo, Autoclave Engineers' BTRS-Jr.  
2 Sistemas para calentamientos/enfriamientos en programa desde temperatura subambiente, LAUDA Proune RP845.  
Equipo de análisis de superficies multitécnica, Kratos Axis Ultra DLD.  
Espectrofotómetro FTIR, Bruker Vertex 70, provisto de dos detectores, de tipo DTGS y MCT.  
Cuchara Casagrande para ensayos de extrusibilidad de pastas, en base a medidas reológicas estandarizadas UNE 103-103-94 y UNE 103-104-93.  
Equipo automático de adsorción, Micromeritics Asap 2020C.  
Sistema para la preparación de catalizadores.  
Microcromatógrafo Varian CP-4900 para el análisis de reactivos y productos gaseosos en ensayos de actividad catalítica.

Cromatógrafo gas y líquido GC 8000 Top, CE Instruments.  
2 Cromatógrafos de Gases Bruker 450-GC con detectores FID y TCD.  
Equipo Mastersizer 2000E optical bench para el estudio de distribuciones de tamaño de partícula.  
Módulo integrado para análisis de óxidos de nitrógeno (NOx) mediante detector de quimiluminiscencia, Fisher Rosemount, NGA 2000.

#### **Departamento de Química Orgánica**

Material de laboratorio como rotavapores, estufas, centrifugas, liofilizador, etc.  
HPLC Merck-Hitachi  
Cromatógrafo de gases Perkin-Elmer  
Cromatógrafo flash Armen  
Cromatógrafo Saturn 2200 Varian CP-3800 GC/MS  
Cromatógrafo LC acoplado con Quadrupole MS/MS  
12 Cromatografos HPLC, equipados con diversos detectores  
2 Espectrofotómetros UV-vis  
Sistema para trabajar en atmósfera inerte  
Polarímetro  
Espectrómetro Infrarrojo.

## **UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA**

#### **Departamento de Química Analítica**

Cromatógrafos de gases con detectores FID, ECD, TCD  
Cromatógrafos de gases acoplados a espectrometría de masas con distintas configuraciones  
Cromatógrafos de líquidos de alta y ultra alta presión con detección UV-Vis y fluorimétrica  
Cromatógrafos de líquidos acoplados a espectrometría de masas de triple cuadrupolo y tiempo de vuelo  
MicroHPLC  
Electroforesis capilar con detección UV-Vis y LIF  
Electroforesis capilar acoplada a espectrometría de masas  
Unidades láser equipados con láser de Nd-YAG, colorante y He-Ne  
Estación robotizada Zymark  
Extractores de fluidos sub- y supercríticos  
Espectrómetros de absorción atómica por llama y atomización electrotérmica  
Espectrómetro de fluorescencia de rayos X  
Espectrofluorímetros  
Espectrofotómetros  
Espectrómetros de movilidad iónica  
Detector evaporativo de dispersión de luz  
Detector aerosol cargado  
Valorador fotométrico y coulométrico  
Digestores de microondas y ultrasonidos  
Sistemas microfluídicos  
Centrífugas  
Sistemas de liofilización  
Sistemas de extracción en fase sólida  
Reactor para la síntesis de materiales mesoporosos

Homogeneizador/dispersador  
Módulos de flujo detenido  
Buretas automáticas  
Baños de ultrasonidos

### **Departamento de Química Física**

- Potenciostato JIcambria CHI650A con electrodo de gotas de mercurio de crecimiento controlado EF-1400 de BAS
- Espectrofotómetro AVANTEC con sonda de fibra óptica
- Equipo electroquímico. Echo Chemie modelo Autolab PGSTAT30, con sistema de inyección de flujo.
- Equipo electroquímico de altas prestaciones. Echo Chemie modelo Autolab PGSTAT302, con Stand Metrohm 663, Caja Faraday y Electrodo Rotatorio Pine
- Espectrofotómetro UV-VIS para acoplar a equipo electroquímico de altas prestaciones. Perkin Elmer modelo LAMBDA 750S, con accesorio de reflectancia.
- Sistema de Plasmón de superficie con detección dual, óptica y electroquímica. Marca Autolab, modelo SPRACE (Springle) Detector: Marca Autolab, modelo PGSTAT 101.
- PotenciostatoAutolab PGSTAT 20
- PotenciostatoAutolab PGSTAT 30
- Microscopio electroquímico SECM CHI
- EspectrofluorímetroPerkin Elmer LS50B
- Espectrofotómetro UV-Visible-NIR Jasco V-570
- Espectrofotómetro FT-IR 6300
- Cromatógrafo de gases Varian 3900/GC-MS Saturn 2100 T
- Evaporador Térmico a vacío Edwards 306 incorporado a una cámara de guantes (Glove Box Technology)
- Espectroscopía de reflexión UV-Visible con luz polarizada y ángulo de incidencia variable.
- Elipsometría de Imagen (I-Elli2000).
- Espectroscopía de fluorescencia con resolución temporal del nanosegundo (FLS920 - Edinburgh)
- FTIR (MattsonResearch).
- Cubas de Langmuir-Blodgett.
- PMIRRAS (PolarizationModulatedInfraredReflectionAbsorption Spectroscopy)

### **Departamento de Química Inorgánica**

Equipo de difracción de rayos X marca SIEMENS (D5000)  
Equipo de isotermas de adsorción de gases  
Microscopio de fuerza atómica (AFM)  
Analizador electroquímico Potenciostato-Galvanostato multicanal marca ARBIN  
Sistema Mössbauer con dos líneas de 57 Fe, una de 119 Sn y criostato de 10 K  
Sistemas electroquímicos galvanostato-potenciostato por un total de 64 canales  
Analizador térmico diferencial y termogravimétrico acoplado a espectrómetro de masas

Analizador electroquímico Potenciostato-Galvanostato multicanal marca McPile  
Espectrofotómetro uv-vis con reflectancia difusa  
Espectrómetro de infrarrojo de altas prestaciones  
Equipo fotoquímico para conversión y análisis de NOx  
Espectrofotómetro de absorción atómica  
Analizador térmico TG-DSC  
Potenciostato-Galvanostato de 16 canales VMP de alta sensibilidad

### **Departamento de Química Orgánica**

Equipos de cromatografía de gases GC (varios)  
Equipos de cromatografía de gases-Espectrometría de masas GC-MS  
Equipo de HPLC (varios)  
UV-Vis CARY con accesorio para sólidos  
Porosímetros MICROMERITICS ASAP-2010 (2 Unds)  
ATG/ATD SETARAM Setsys  
TPD/TPD AUTOCHEM MICROMERITICS  
Espectrómetros de Infrarrojo (FTIR) BOMEM  
Espectrómetros de masas de isótopos estables  
Analizador de carbono orgánico total (TOC)  
Reactor de microondas focalizado  
Microscopio Raman RENISAW  
Cabezales de masas (para muestras gasosas)

## **UNIVERSIDAD DE HUELVA**

### **Área de Química Analítica**

Cromatógrafos de gases con detector FID  
Cromatógrafos de gases con detector ECD  
2 Cromatógrafos de Gases con detector MS  
2 Espectrofotómetros UV-visible  
2 Espectrofotómetros de absorción atómica  
2 Espectrómetros ICP-MS (uno de ellos con celda de colisión)  
3 Espectrómetros de fluorescencia atómica acoplados a cromatógrafos HPLC  
2 Acoplamientos HPLC-MS  
1 Acoplamiento CE-MS (triple cuadrupolo)  
Sistema nESI-Qq-TOF, con nanocromatógrafo  
Sistema MALDI-TOF-MS

### **Área de Química Inorgánica**

Unidad de cromatografía: 3 CG, 1 CGMS, 1 HPLC y un GPC  
Unidad de RMN: equipo de RMN de 400 MHz  
Espectrofotómetros: FTIR, UV-vis, polarímetro  
2 cámaras secas, una de ellas con unidad de secado de disolventes  
Varios reactores de presión y una línea de alta presión  
Reactor para trabajar en condiciones supercríticas

### **Área de Bioquímica**

Sistema de fotodocumentación de geles  
Sistema de bombardeo de partículas  
Sistema de electroforesis inmunoblotting  
PCR a tiempo real  
HPLC  
FPLC  
GC

### **Área de Química-Física**

3 Potenciostatos galvanostatos  
2 estativos  
2 equipos de electrolisis  
Espectrofotómetro UV-visible

### **Área de Química Orgánica**

Espectrofluorímetro  
Espectrofotómetro UV-visible  
Lámpara de xenón con filtro para foto-irradiaciones

## **UNIVERSIDAD DE JAÉN**

### **Departamento de Química Física y Analítica**

- Espectrofotómetro FTIR Bruker Vector 22 con óptica de CsI y detector DTGS
- Módulo para medidas ATR para FTIR
- Espectrofotómetros UV/VIS: GBC911, Perkin Elmer Lambda2, Unicam 8625, VarianCary 50-Bio, AgilentCary 60.
- Espectrofluorímetros: Perkin Elmer LS50, VarianCary Eclipse
- Módulo fotosensor para quimioluminiscencia Hamamatsu
- \*Cromatógrafo de gases Agilentmod. 7820A con detectores FID/ECD
- \*Cromatógrafo de líquidos HPLC Agilentmod. 1120.
- Cromatógrafo de Gases Varian con detectores ECD/NPD
- Cromatógrafo de Gases-Espectrómetro de masas Varian
- Espectrómetro FTIR Varian 670 con detectores DTGS y MCT y accesorio de ATR
- Espectrómetro Raman portátil BW&Tek con sonda de fibra óptica y laser de 785 nm

### **Departamento de Química Inorgánica y Orgánica**

Espectrofotómetros UV-Vis: Perkin-Elmer Lambda 25, Cecil CE 7200  
Valoradores automáticos Metrohm 765 Dosimat, Metrohm 702 SM  
Horno tubular CarboliteEurotherm 2416  
Reactor microondas CEM Discover  
Incubadoras con agitación Sartorius, Certomat IS UHK-50  
Reactor Parr de 100 mL  
Cromatógrafo de gases Agilent modelo 7890A  
Conductímetro Metrohm modelo 712

# UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

## Departamento de Bioquímica y Biología Molecular

- Calorímetro diferencial de barrido
- Equipo FTIR
- Equipo HPLC
- Equipo FPLC
- Nanodrop
- Incubadores de CO<sub>2</sub> y convencionales
- Cabinas de Flujo laminar horizontales y verticales
- Estufas
- Centrífugas convencionales, de mesa, de alta velocidad y ultracentrífugas
- Aparatos de qRT-PCR
- Aparatos de PCR
- Aparato de "differential display"
- Aparatos para electroforesis de proteínas y ácidos nucleicos
- Fuentes de alimentación
- Aparatos para electrotransferencia
- Electroporador
- Microscopios convencionales e invertidos
- Lectores de ELISA
- Fluorímetros
- Espectrofotómetros y colorímetros
- Autoclaves
- Sistemas de filtración y bombas de vacío
- Máquina de hielo
- Documentadores de geles
- Neveras y arcones congeladores de -80°C
- Sistema automático para el revelado de películas fotográficas

## Departamento de Física Aplicada I

- Magnetron sputtering con 4 magnetrones RF y DC
- Equipo de FTIR
- Equipo UV-vis
- Equipo de Espectroscopía de Impedancias Electroquímica
- Equipo de Espectroscopía dieléctrica
- Equipo de preparación de capas finas por spray pirolisis
- Equipo electroquímico de crecimiento de capas finas
- Equipo de preparación de capas finas por CV húmedo
- Equipo de XPS-UPS
- Microscopio SEM-FIB Helios Nanolab 650
- Equipo de nano-indentación
- Equipo de Espectroscopía de masas de neutros (SNMS)
- Equipo de medida de eficiencia cuántica de células solares.

## Departamento de Ingeniería Química

- Sistemas de reacción acoplados en línea a cromatógrafos de gases o espectrómetros de masas
- Sistema de análisis de gases NDIR
- Espectrómetros UV-VIS
- Equipos TPD, TPO y TPR para análisis y seguimiento de reacciones
- Hornos con atmósfera controlada
- Equipo ATD-TG (STD-Q600) acoplado a espectrómetro de masas
- Equipo de espectroscopía Raman THERMO con celda Linkan acoplada a espectrómetro de masas para estudios de reactividad *in situ*
- Equipo FTIR (NICOLET 6800) con celda DRIFT acoplado a MS para reactividad *in situ*
- Reactor de alta presión PARR acoplado a CG (AGILENT 4890)
- Reactores de microactividad catalítica acoplado a CG (AGILENT 6890-AGILENT 7820)

## Departamento de Química Analítica

- Espectrómetro de masas SIMS con analizador de cuadrupolo.
- Espectrómetro de masas de tiempo de vuelo con ionización por láser.
- Sistema de espectroscopía LIBS con láser de Nd-YAG de alta energía.
- Espectrógrafos indexable con cámara ICCD.
- Sistema de espectroscopía Raman dotado con láser pulsado.
- Láser de femtosegundo.
- Espectrómetro de alta resolución
- Espectrómetro de masas con plasma de acoplamiento inductivo, ICP-MS Perkin Elmer Elan DRC-e.
- Espectrómetro de emisión atómica con plasma de acoplamiento inductivo, ICP-AES Perkin Elmer modelo Optima 7300 DV.
- Espectrómetro de absorción atómica Perkin Elmer, modelo AAnalyst 600, provisto de hornos de grafito pirolítico de calentamiento transversal con plataforma L'Vov, corrector de fondo Zeeman.
- Espectrómetro de absorción atómica con fuente de radiación continua de Xe, horno de grafito de calentamiento transversal y llama, Analytik Jena modelo ContrAA 700, equipado con automuestreador de líquidos y de sólidos para el horno de grafito, modelo SSA600, así como sistema de generación de hidruros acoplable tanto a la llama como al horno, modelo Hydra.
- Espectrómetro de absorción atómica de llama Varian, modelo SpectrAA.
- Espectrofotómetro UV-vis Varian, modelo Cary 50 Bio.
- Espectrofluorímetro Varian, modelo Cary Eclipse.
- Espectrofotómetro de IR Perkin Elmer, Spectrum 100.
- Cromatógrafo de gases con detector de captura electrónica, Hewlett Packard 5890 series II.
- Cromatógrafo de gases con detector de ionización de llama (FID) Shimadzu GC-a4B.
- Cromatógrafo de líquidos Agilent Technologies modelo 1220 Infinity LC.
- Cromatógrafo iónico Dionex modelo ICS-90 equipado con columna supresora
- Analizador de Carbono Orgánico Total (TOC)

## Departamento de Química Física

- Centrífuga MPW-251 (MED. Instruments)
- Baño de ultrasonidos, Ultrasons Medi-II (Selecta)

- Spin-coater K.L.M.
- Espectrómetro Raman Jobin–Yvon U-1000 dotado de línea de excitación láser de 514.5 nm (Ar+ Spectra Physics model 2020).
- Microscopio de Fuerza Atómica (AFM) Explorer (Veeco Instruments)
- Microscopio de Fuerza Atómica (AFM) diMultiMode™V (Veeco Instruments), dos escáneres de trabajo y controlador NanoScope V.
- Microscopio Raman confocal Invia Reflex (RENISHAW). Filtros de polarización a la salida del láser de 514.5 nm de tipo  $\lambda/2$  y  $\lambda/4$ . Además dispone de un analizador  $\lambda/2$  y filtro de polarización vertical. LÍNEAS DE EXCITACIÓN DISPONIBLES: 488 nm, 514.5 nm, 785 nm.
- Espectrómetro FT-IR, Tensor 27 (Bruker).
- Analizador electroquímico y potencióstato, modelo CHI600.

### Departamento de Química Inorgánica

- Incluye material de vidrio, cerámico y platino para llevar a cabo diferentes tipos de síntesis en estado sólido, métodos de precursores (sol-gel, liofilizador, etc.).
- Tres tipos de molinos de homogeneización de muestras.
  - a) Molino vibratorio: de la marca Retsch, modelo MM200. Accesorios del molino: naves de circonita y bolas del mismo material.
  - b) Molino planetario: de la marca Fritsch, modelo Pulverisette 7. Accesorios del molino: dos naves de ágata y bolas del mismo material, y dos naves de circonita y bolas del mismo material.
  - c) Molino de atrición. Compuesto de nave de acero con recubrimiento interior de teflón, hélice de Nylon (movida con Motor Pölp tipo 562-4) y cuerpos molturantes de circonita (bolas de 3 mm de diámetro). Capacidad óptima de trabajo ~10 ml de material en polvo.
- Estufas, hornos de mufla y hornos tubulares (para tratamientos en diferentes atmósferas).
  - a) Hornos de  $T_{max} < 1200$  °C:
    - a.1) Marca HOBERSAL, modelo HD-230 ( $T_{max} = 1100$  °C).
    - a.2) Marca CARBOLITE, modelo ELF 11/6 ( $T_{max} = 1100$  °C).
    - a.3) Marca CHESA, modelo HTBTS 10 ( $T_{max} = 1200$  °C).
    - a.4) Marca HERAEUS, modelo M110 ( $T_{max} = 1100$  °C).
  - b) Hornos de  $T_{max} > 1200$  °C:
    - b.1) Marca HOBERSAL, modelo HS-18 ( $T_{max} = 1650$  °C).
    - b.2) Marca HOBERSAL, modelo CR-67 ( $T_{max} = 1650$  °C).
    - b.3) Marca LENTON, modelo UAF 18/5 ( $T_{max} = 1700$  °C).
  - c) Estufas:
    - c.1) SELECTA, modelo 381 ( $T_{max} = 200$  °C).
    - c.2) HERAEUS, modelo T6030 ( $T_{max} = 250$  °C).
    - c.3) HERAEUS, modelo T6060 ( $T_{max} = 250$  °C).
- Reactores hidrotermales.
- 5 autoclaves Parr Instrument Mod.4748 de 125 mL.
- 3 autoclaves Parr Instrument Mod. 4744 de 43 mL.
- 1 autoclave de digestión ácida de microondas Parr Instrument Mod. 4782 de 45 mL.
- 1 sistema multireactor en bloque conteniendo un total de 36 micro-autoclaves de teflón, con una capacidad máxima de 5 mL cada unidad.
- Balanza de precisión: METTLER, modelo AJ100L.
- pH metro: CRISON, modelo GLP21.
- Baño ultrasónico: SELECTA, modelo 3000517.
- Prensa hidráulica: SPECAC (fuerza máxima aplicada de 250000 N).
- Equipo de espectroscopía infrarroja: SHIMADZU, modelo FTIR-8300.
- Equipo de Análisis Térmico Simultáneo (ATD-TG), TA Instruments SDT Q600 ( $T_{max} = 1500$  °C).



- Sistema de medida de espectroscopía de impedancia compleja (Solartron 1260 y Hewlett-Packard 4284A) para la caracterización eléctrica de los materiales cerámicos). Diferentes celdas electroquímicas para poder hacer medidas de conductividad total o polarización de electrodos en diferentes atmósferas (aire, nitrógeno, oxígeno, argón, hidrógeno y mezclas de los mismos). Las celdas disponibles permiten hacer medidas desde -80 °C hasta 1100 °C.
- Sistema de medida de conductividad en función de la presión parcial de oxígeno para caracterizar electrolitos conductores de ion óxido, protónicos y/o mixtos (tipo-p, tipo-n). El sistema permite medir la conductividad total en el rango de temperaturas 600-1000 °C en función de la presión parcial de oxígeno (0.21 -10-25 atm) usando un sensor de YSZ.
- Sistema de medidas de corriente continua (Keithley 2700 y Yokogawa 7651) y diversas celdas electroquímicas para determinar el rango de estabilidad de los materiales y sus contribuciones electrónicas (tipo-p y tipo-n): ion-blocking, titulación coulombimétrica, permeabilidad, eficiencia faradaica y fuerza electromotriz.
- Celda electroquímica para estudios de eficiencia y durabilidad de las celdas de combustible.
- Cámara de curado de probetas de cemento (marca PROETI). Temperatura de trabajo: 0 - 38 °C; Humedad: de ambiente - ~99%. Dimensiones: 1.77 m x 1.37 m x 2 m, capacidad aproximada de 240 probetas. Permite el curado de probetas de cemento y mortero a una temperatura y humedad controlada durante el tiempo que sea deseado.
- Cámara húmeda (marca MATEST). Temperatura de trabajo: 10-70 °C; Humedad: de 95% a saturación. Dimensiones 0.9 m x 0.7 m x 0.8 m. Permite el curado inicial de probetas de cemento y mortero a una humedad de saturación.
- Amasadora planetaria (marca MATEST). Permite el amasado de cementos y morteros a una velocidad constante.
- Tamizadora electromagnética (marca MATEST) y juego de tamices (Desde 2 mm a 0.025mm).
- Equipo para realizar el ensayo de Vicat automático (marca MATEST). Usado para determinar los tiempos de fraguado inicial y final de un ligante hidráulico.
- Termobalanza (Marca GIBERTINI, modelo Eurotherm). Balanza electrónica para determinación de humedad. Temperatura de trabajo: 50 – 100 °C. Precisión 0.001 g.
- Estufa (marca MEMMERT, modelo UFE500). Permite trabajar a temperatura controlada y la realización de ciclos térmicos. Temperatura de trabajo: ambiente – 250 °C. Capacidad de 108 L.
- Molde de retracción y medidor de variación longitudinal (marca MATEST): Permite determinar la retracción del material durante el periodo de curado.
- Mesa de sacudida (marca MATEST). Permite la medida de consistencia del material de una forma totalmente reproducible.
- Permeabilímetro Blaine. Utilizado para determinar la finura del cemento.
- Equipo automático ASAP2010, para experimentos de quimisorción a distintas temperaturas, de la casa Micromeritics.
- Cromatógrafo de gases Shimadzu provisto de un detector de conductividad térmica.
- Desorción Térmica Programada de CO<sub>2</sub>, para determinar las propiedades básicas de los sólidos. Tras saturar la muestra con CO<sub>2</sub>, éste se desorbe entre 50 y 800 °C con una corriente de helio. El CO<sub>2</sub> desorbido se registra con un cromatógrafo de gases Shimadzu provisto de un detector de conductividad térmica.
- Equipo VARIAN 3100 FT-IR, provisto de celda DRIFT y cámara de temperatura para poder adsorber moléculas sonda y estudiar además su desorción a diferentes temperaturas.

### **Departamento de Química Orgánica**

- 8 Rotavapores
- HPLC Jasco Preparativo y Analítico
- Reactor Syncore Büchi para Síntesis en paralelo
- Reactor tipo carrusel Radleys para Síntesis en paralelo
- Polarímetro Perkin Elmer,

- Espectrofluorímetro JASCO equipado con opción de medidas en muestras sólidas.
- Espectrómetro Ultravioleta-Visible HP
- Hidrogenador catalítico
- aparatos de punto de fusión
- Reactores Fotoquímicos de inmersión
- Reactor Fotoquímico Rayonet

#### **Servicios Centralizados de Apoyo a la Investigación (UMA)**

- <http://www.scai.uma.es/servicios/aqcm/aqcm.html>

### **SERVICIOS CENTRALES DE APOYO A LA INVESTIGACIÓN**

Además de la instrumentación disponible por cada Departamento, las seis Universidades disponen de Servicios Centrales de Apoyo a la Investigación que dan acceso a un extenso conjunto de equipos científicos de instrumentación, análisis, medida y ensayo. En su mayoría, son grandes equipos de elevado valor económico, tales como difracción y fluorescencia de rayos X, microscopía electrónica, resonancia magnética nuclear, espectroscopia NIR, etc. Estos servicios constituyen un apoyo de especial interés para la actividad investigadora y pueden ser de gran utilidad para el desarrollo de los trabajos fin de Máster.

### **BIBLIOTECAS UNIVERSITARIAS**

Los estudiantes del Máster tendrán acceso a las distintas bibliotecas que disponen las Universidades participantes. En algunas de las seis Universidades, el servicio de Biblioteca se encuentra centralizado, como ocurre con la Universidad de Cádiz, cuya biblioteca se encuentra en el Campus de Puerto Real. Para los estudiantes que cursen el máster en la Universidad de Córdoba, la biblioteca Maimónides del Campus de Rabanales es la que les resulta más accesible.

Además de los fondos bibliográficos, tales como monografías y publicaciones periódicas, todas ellas ponen a disposición de sus usuarios una extensa colección de recursos electrónicos (bases de datos, revistas y libros electrónicos), préstamos y servicios de formación de usuarios.

### **SERVICIOS DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES (PRL)**

Las seis Universidades disponen de estos servicios destinados a proporcionar a sus trabajadores y estudiantes el asesoramiento y apoyo necesarios en materia de prevención. Los objetivos de estos servicios son:

- Constituir un referente para los trabajadores, órganos y servicios de cada Universidad en materia de Prevención de Riesgos Laborales.
- Impulsar el principio de responsabilidad en PRL, en todos los niveles jerárquicos de la organización.
- Favorecer la implantación de Buenas Prácticas en materia de PRL.

## **SERVICIOS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL**

Estos servicios se encargan de la gestión ambiental de cada Universidad. Su misión es desarrollar acciones para incorporar criterios ambientales en la gestión de la Universidad, fomentando entre sus miembros una cultura ambiental basada en la responsabilidad para la protección y mejora del medio ambiente. Dichas acciones se llevan a cabo en el marco de la mejora continua, la prevención de la contaminación y el cumplimiento de los requisitos legales ambientales. Estos servicios cuentan con equipos con alto nivel de profesionalidad, valiosa formación multidisciplinar y alta motivación en el desarrollo de su trabajo. Su campo de actuación incide en tres ámbitos diferentes: asesoramiento ambiental, gestión de residuos y formación, información y sensibilización ambiental de la comunidad universitaria.

### **7.1.2. Mecanismos para el mantenimiento de los materiales y servicios en las Universidades participantes en el Máster en Química**

Cada Universidad tiene una estructura organizativa de la gestión relacionada con los distintos campus, centros y departamentos, existiendo los correspondientes administradores que gestionan los espacios y recursos disponibles en cada caso.

Las Unidades Técnicas de cada una de las seis Universidades desarrollan una labor de supervisión propia de sus instalaciones (iluminación, eléctrica, saneamiento, etc), así como de asesoramiento en la resolución de problemas y averías que se producen. Ante cualquier eventualidad, estas unidades técnicas realizan intervenciones rápidas de asistencia para definir las averías, mejoras o cuestiones planteadas, para proceder posteriormente a su ejecución. Para todas las posibles eventualidades, las unidades técnicas cuentan con un sistema de comunicación de incidencias, a través de sus correspondientes páginas webs, de rápido acceso, y que se gestionan internamente por medios informáticos que permiten un seguimiento de cada comunicación hasta su resolución.

Los Servicios de Informática de las seis Universidades son responsables del mantenimiento de los recursos tecnológicos, como redes de comunicaciones, ordenadores centrales, aulas de informática, correo electrónico, etc. Estos servicios aportan el soporte técnico necesario para realizar, entre otras actividades, conexiones de equipos a las red, detección y eliminación de virus, solución de errores de configuración y gestión de usuarios.