

# MÁSTER UNIVERSITARIO EN NANOTECNOLOGÍA MEDIOAMBIENTAL (ENVIRONNANO)

**MÁSTER CONJUNTO:**

**UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA**

**UNIVERSIDAD DE LLEIDA**

**UNIVERSIDAD PÚBLICA DE NAVARRA**

**CURSO 2014/2015**

**Octubre 2013**



E.T.S. INGENIERÍA AGRARIA



**Universidad  
Zaragoza**



Facultad de Ciencias  
**Universidad Zaragoza**



E.T.S. INGENIEROS  
INDUSTRIALES Y  
TELECOMUNICACIÓN



Instituto Universitario de Investigación  
**en Ciencias Ambientales  
de Aragón**  
**Universidad Zaragoza**



**Mediante acuerdo de 7 de febrero de 2013, del Consejo de Gobierno de la Universidad de Zaragoza, se nombra la Comisión encargada de la elaboración de la memoria de verificación del Máster Universitario en Nanotecnología Medioambiental. La Comisión la componen los siguientes miembros:**

Presidente: Dr. D. Juan R. Castillo Suárez (Universidad de Zaragoza)

Vocales: Dr. D. Francisco Laborda García (Universidad de Zaragoza)  
Dra. D<sup>a</sup> M. Sierra Jiménez García-Alcalá (Universidad de Zaragoza)  
Dr. D. Eduardo Bolea Morales (Universidad de Zaragoza)

Experto: Dr. D. Antonio Gil Bravo (Universidad Pública de Navarra)  
Dr. D. Carlos Rey Castro (Universidad de Lleida)  
Dr. Enrique Navarro (Instituto Pirenaico de Ecología- CSIC)

Asesores: 1-2 miembro del ICE expertos en docencia semipresencial  
El ICE ha designado a D.<sup>a</sup> Concha Bueno García

Invitada: D<sup>a</sup> Ana Belén Pina Calvo. PAS – IUCA (Universidad de Zaragoza)

## INDICE

|                                                                                                              |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1.- Descripción del Título.....</b>                                                                       | <b>3</b>  |
| 1.1. Datos básicos .....                                                                                     | 3         |
| 1.2. Distribución de créditos en el título.....                                                              | 4         |
| 1.3.- Centros en los que se imparte .....                                                                    | 4         |
| <b>2.- Justificación.....</b>                                                                                | <b>5</b>  |
| 2.1. Justificación del título propuesto argumentando el interés académico, científico<br>y profesional ..... | 5         |
| 2.2. Procedimientos de consulta internos y externos .....                                                    | 11        |
| 2.3.- Diferenciación de títulos dentro de la misma universidad.....                                          | 12        |
| <b>3.- Competencias .....</b>                                                                                | <b>14</b> |
| <b>4.- Acceso y Admisión de Estudiantes.....</b>                                                             | <b>17</b> |
| 4.1. Sistemas de información previa a la matriculación.....                                                  | 17        |
| 4.2. Requisitos de acceso y criterios de admisión.....                                                       | 18        |
| 4.3. Apoyo a estudiantes. ....                                                                               | 21        |
| 4.4. Sistema de transferencia y reconocimiento de créditos.....                                              | 25        |
| <b>5.- Planificación de las Enseñanzas .....</b>                                                             | <b>36</b> |
| 5.1. Estructura de las enseñanzas .....                                                                      | 36        |
| 5.2. Movilidad. ....                                                                                         | 38        |
| 5.3. Descripción de módulos y materias.....                                                                  | 39        |
| <b>6. Personal Académico .....</b>                                                                           | <b>57</b> |
| 6.1. Personal académico.....                                                                                 | 57        |
| 6.2 Otros recursos humanos disponibles .....                                                                 | 62        |
| 6.3 Mecanismos para asegurar la igualdad y no discriminación .....                                           | 63        |
| <b>7.- Recursos Materiales y Servicios .....</b>                                                             | <b>65</b> |
| <b>8- Resultados previstos.....</b>                                                                          | <b>76</b> |
| 8.1. Valores cuantitativos estimados para los indicadores .....                                              | 76        |
| 8.2 Procedimiento general para valorar el progreso y resultados .....                                        | 76        |
| <b>9.-Sistema de garantía de calidad del título .....</b>                                                    | <b>79</b> |
| <b>10.- Calendario de Implantación .....</b>                                                                 | <b>80</b> |
| <b>ANEXO Vinculación áreas de conocimiento .....</b>                                                         | <b>81</b> |

## 1. DESCRIPCIÓN DEL TÍTULO

### 1.1. DATOS BÁSICOS

**Nivel:** Máster

**Denominación corta:** Nanotecnología Medioambiental

**Acrónimo:** ENVIRONNANO

**Denominación específica:**

Máster Universitario en Nanotecnología Medioambiental por la Universidad de Zaragoza, la Universidad de Lleida y la Universidad Pública de Navarra

**Especialidades:** No

**Título conjunto.** Nacional

| Campo amplio                                     | Campo específico                 | Campo detallado                                                                                                                                                      |
|--------------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 05 Ciencias naturales, matemáticas y estadística | 051 Ciencias biológicas y afines | 0511 Biología 0512 Bioquímica 0518 Programas y certificaciones interdisciplinarios que incluyen ciencias biológica y afines                                          |
|                                                  | 052 Medio ambiente               | 0521 Ciencias del medio ambiente 0522 Medio ambientes naturales y vida silvestre 0528 Programas y certificaciones interdisciplinarios que incluyen al medio ambiente |
|                                                  | 053 Ciencias físicas             | 0531 Química 0532 Ciencias de la tierra 0533 Física 0538 Programas y certificaciones interdisciplinarios que incluyen ciencias físicas                               |

**Habilita para profesión regulada:** No

**Universidades:**

- Universidad de Zaragoza
- Universidad de Lleida
- Universidad Pública de Navarra

**Universidad Solicitante y Coordinadora:** Zaragoza

**Agencia Evaluadora:** ANECA

## 1.2 Distribución de Créditos en el Título

|                                               |           |
|-----------------------------------------------|-----------|
| Número de créditos en Prácticas Externas      | 0         |
| Número de créditos en optativos               | 0         |
| Número de créditos en obligatorios            | 48        |
| Número de créditos Trabajo Fin de Máster      | 12        |
| Número de créditos de Complementos Formativos | 0         |
| <b>Créditos totales</b>                       | <b>60</b> |

## 1.3 Centros en los que se imparte

FACULTAD DE CIENCIAS (Universidad de Zaragoza).

Se podrán programar actividades formativas en ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRARIA (Universidad de Lleida) y la ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y TELECOMUNICACIÓN (Universidad Pública de Navarra)

### Datos asociados al título:

Modalidad de enseñanza: Semipresencial

Plazas de nuevo ingreso ofertadas:

- Primer año: 30
- Segundo año: 30

Créditos por curso:

|                        | Tiempo Completo       |                       | Tiempo Parcial        |                       |
|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|                        | ECTS Matrícula Mínima | ECTS Matrícula Máxima | ECTS Matrícula Mínima | ECTS Matrícula Máxima |
| <b>Primer curso</b>    | 60                    | 60                    | 30                    | 42                    |
| <b>Resto de cursos</b> | 42                    | 60                    | 6                     | 42                    |

Normas de permanencia:

Regirán las de la universidad de Zaragoza. Se pueden consultar en [http://www.unizar.es/sq/doc/BOUZ10-10\\_001.pdf](http://www.unizar.es/sq/doc/BOUZ10-10_001.pdf)

Lenguas en las que se imparte: Castellano

## 2. JUSTIFICACIÓN

### 2.1 JUSTIFICACIÓN DEL TÍTULO PROPUESTO ARGUMENTANDO EL INTERÉS ACADÉMICO, CIENTÍFICO O PROFESIONAL

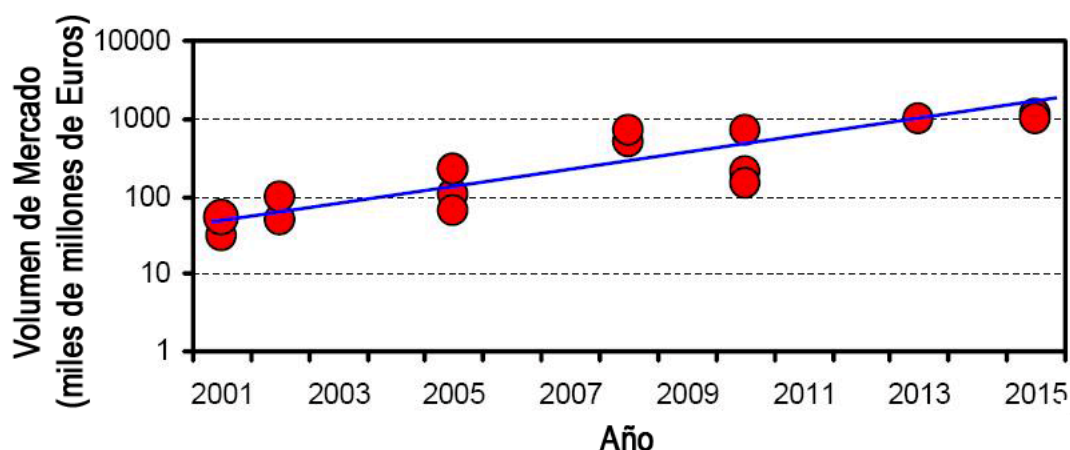
La Universidad de Zaragoza se ha propuesto institucionalmente un objetivo primordial: ofrecer un desarrollo académico de excelencia con una formación de calidad, que permita también una especialidad profesional en algunos campos emergentes de enorme interés estratégico sustentado todo ello en la experiencia investigadora y relevancia de sus grupos de investigación más activos y de mayor calidad. Lo que sin duda propiciará la adquisición por el estudiante de una formación avanzada, de carácter especializado y multidisciplinar, promoviendo la iniciación en tareas investigadoras en campos de excelencia y frontera del conocimiento científico. El Máster Universitario en Nanotecnología Medioambiental presenta un marcado carácter transversal, siendo totalmente novedoso y nace desde la excelencia académica de quienes lo sustentan. Tiene, además, un marcado carácter diferencial con fuerte especialización en sí mismo, lo que debe conferirle un fuerte atractivo para estudiantes y profesionales, y presenta además una gran dimensión internacional

En el estudio de los materiales a nanoescala, tiene lugar una simbiosis y efectos sinérgicos de la Física, la Química, la Bioquímica, la Ciencia de los Materiales, la Ingeniería y la Bioingeniería. De hecho, el mundo de la nanoescala no es sólo un paso hacia la miniaturización, sino un campo cualitativamente y cuantitativamente nuevo. Por ello es de esperar que los avances científicos en el mundo nano provocarán cambios espectaculares explotando las propiedades excepcionales que sólo se manifiestan en la nanoescala. Van a producirse numerosas implicaciones sociales por la aplicación de los desarrollos en Nanociencia y Nanotecnología en nuestra vida diaria (alimentos, ropa, casas, transporte, terapias médicas, electrónica, fotónica, etc.).

Los gobiernos de todo el mundo se han percatado del enorme potencial de la Nanociencia y la Nanotecnología y las inversiones en este campo han experimentado un incremento vertiginoso en los últimos años. La valoración de la National Science Foundation (USA) parte de una inversión en investigación total mundial de 432 millones de dólares en el año 1997 a 12.000 millones de dólares en 2015.

Es un hecho constatado que la utilización de nanomateriales en múltiples aspectos tecnológicos, clínicos, alimentación, etc. no son meramente promesas de “alto potencial”, sino que la nanotecnología mueve ya una industria de 150.000 millones de Euros en el año 2012. En la actualidad, el mercado de productos nanotecnológicos abarca campos tan diversos como la industria química, cosmética, de pinturas, farmacéutica, aeronáutica, electrónica, alimentaria, etc. Lux Research (Informe “Sizing Nanotechnology value chain” [http://www.luxresearchinc.com/press/RELEASE\\_SizingReport.pdf](http://www.luxresearchinc.com/press/RELEASE_SizingReport.pdf)) predice para 2014 la irrupción de la Nanotecnología en el 15% de todos los procesos de transformación y producción, con un impacto en ventas que equivaldrá al de las industrias de telecomunicaciones e informática combinadas, y será

10 veces el de la biotecnología.



*Volumen de mercado en nanomateriales Fuente: Overview of European-Level Initiatives in Nanosciences and Nanotechnologies.*

Sin embargo, conjuntamente con el desarrollo de estas tecnologías y el espectacular crecimiento en la utilización de estos nanomateriales, el conocimiento sobre la influencia que tiene este tipo de desarrollo material relacionado con el uso de nanomateriales en múltiples actividades en nuestra sociedad es una incipiente actividad que empieza a desarrollarse hace solo cinco o seis años. Las dos facetas básicas de esta nueva rama de la ciencia, la Nanotecnología Medioambiental, son:

- 1.- Generar conocimiento sobre las implicaciones del uso de nanomateriales en los ciclos de vida terrestres.
- 2.- Transmitir ese conocimiento a generaciones de titulados superiores en un contexto de pleno desarrollo sostenible y de una importancia estratégica enorme.

Este máster pretende formar nuevos titulados en esta emergente Ciencia de importancia capital para el desarrollo tecnológico de la sociedad.

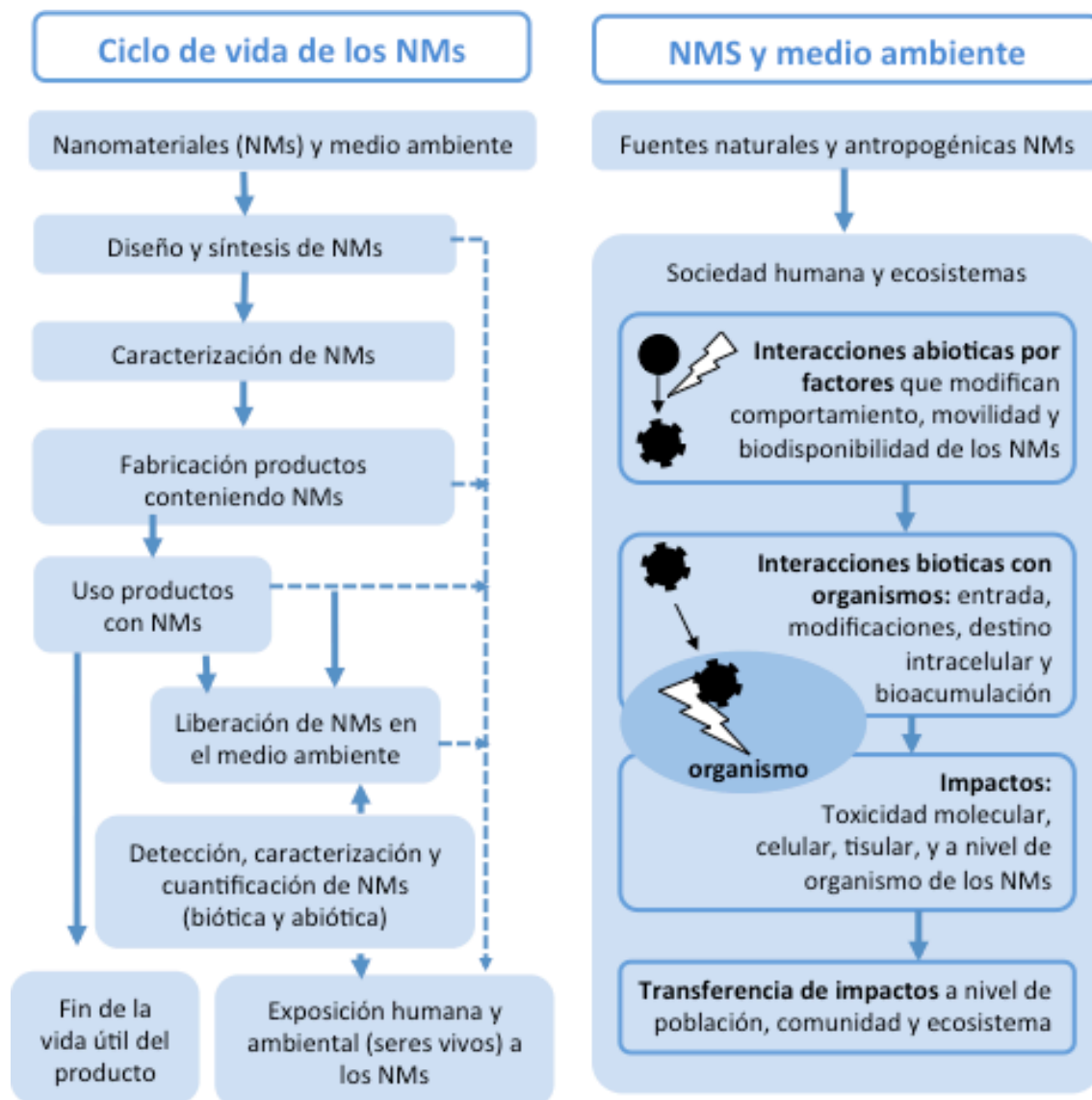
La necesidad de evaluar los riesgos derivados de la inevitable presencia de nanomateriales en el medioambiente y sobre la salud ha hecho ya que la Comisión Europea de Salud y Protección al Consumidor [1] recomiendan tanto a la industria como a los propios gobiernos, la aplicación del principio de precaución (que podría resumirse en la expresión “no data, no market”) mientras se llevan a cabo estudios relativos al comportamiento de estos nanomateriales en el medioambiente, así como ensayos toxicológicos.

Durante los últimos años se han ido publicando resultados de distintos estudios relacionados con la toxicidad de diversos nanomateriales [2-9] y sus riesgos por exposición, aunque todavía los resultados no son concluyentes y deben realizarse un mayor número de estudios para tener una evaluación clara de los riesgos. Hay que tener en cuenta además, que los protocolos disponibles para evaluar este tipo de riesgos han sido desarrollados para especies químicas convencionales, y pueden no ser apropiados para nanomateriales, por lo que la modificación de dichos protocolos también se hace necesaria [10].

Resulta evidente por tanto que el campo de la Nanotecnología y la Nanociencia Medioambiental es un área tecnológicamente emergente y de gran interés por diversas razones. En primer lugar, el número de nanomateriales manufacturados que se pueden encontrar actualmente en productos de consumo es elevado y se espera que su número aumente rápidamente en los próximos años conforme se vayan aplicando los avances tecnológicos que se van produciendo. En segundo lugar, existen cuestiones relativas a la seguridad en el uso de estos nanomateriales que siguen sin resolverse. Estas cuestiones incluyen cómo estos nanomateriales pueden entrar, migrar y sufrir ciertas transformaciones al ser introducidas en distintos entornos naturales y biológicos [11].

Otro de los ámbitos de desarrollo de la Nanotecnología Medioambiental es el de las propias nanopartículas naturales, es decir, partículas con dimensiones nanométricas que desempeñan una determinada función en muchos procesos naturales. Es bien sabido que muchos compuestos esenciales, así como otras especies contaminantes y tóxicas, están asociados a la materia coloidal y particulada presente en sistemas acuáticos naturales. El transporte de estos compuestos y consecuentemente su impacto sobre la biosfera depende de la naturaleza y comportamiento de estas especies coloidales y particuladas, además de otras especies macromoleculares presentes en estos medios, como son las especies que constituyen mayoritariamente la materia orgánica natural. La caracterización de estas especies, tanto su naturaleza como su propio comportamiento, son sin duda alguna un problema plenamente multidisciplinar.

En este tipo de estudios se han de considerar múltiples aspectos que incluyen procesos de coagulación-sedimentación, dependientes de propiedades físicas de la materia coloidal, sus propiedades químicas para justificar las posibles reacciones químicas que se producen, así como las posibles procesos de degradación tanto de coloides como de macromoléculas debidas a la actividad microbiana [12].



La Universidad de Zaragoza, la de Lleida y la Pública de Navarra, su profesorado e investigadores especializados en temas estrechamente ligados a distintas etapas del ciclo de vida de los nanomateriales en el medio ambiente, son conscientes de la imperiosa necesidad de formar nuevos especialistas que cuenten con los conocimientos y las habilidades necesarias para responder a la demanda de profesionales que el mercado y la sociedad precisan en este campo. Por todo, ello este máster conjunto de las tres universidades, coordinado por la de Zaragoza presenta un enorme interés y un marcado carácter transversal con la colaboración de expertos españoles y extranjeros en su campo, que nos permitirá afrontar con garantías el desafío que supone la formación de postgrado sobre el estudio de la incorporación de nuevos nanomateriales al medioambiente y sus posibles efectos, así como comprender el papel que desempeñan los materiales naturales a escala nanométrica en el transporte, incorporación, o posibles transformaciones tanto de

nutrientes como de contaminantes en entornos medioambientales.

Se pretende además, dar una visión lo más amplia y multidisciplinar posible, incluyendo conocimientos relacionados con el impacto de la escala nanométrica en materiales naturales y artificiales desde áreas como Química Analítica, Toxicología, Bioquímica, Metalómica, Edafología, Sedimentología, Fisiología vegetal y animal, Ecotoxicidad, Citotoxicidad...tal y como exige la complejidad de la utilización y existencia de estos materiales en sistemas atmosféricos, acuáticos y seres vivos.

Se justifica la impartición del Máster Universitario en Nanotecnología Medioambiental desde la perspectiva de cumplir los objetivos que se pretenden conseguir y que son:

### **Objetivos específicos**

1.- Formación de profesionales dotados de la comprensión, las competencias y los conocimientos necesarios para el ejercicio tanto en actividades profesionales como de investigación, en distintos ámbitos (industria, Administraciones públicas, Institutos públicos o privados de I+D+i, consultorías medioambientales, Universidades,...), en un área innovadora a nivel internacional.

2.- Proporcionar a los estudiantes tanto un conocimiento teórico como una amplia experiencia práctica, en todos aquellos aspectos relacionados con el posible impacto de nanomateriales manufacturados, el de aquellos productos que los contienen y su ciclo de vida (liberación de nanomateriales durante su uso, reciclado o eliminación de dichos nanomateriales).

3.- Desarrollar en los estudiantes un grado de competencia y especialización que les permita formar parte de grupos interdisciplinares de trabajo, además de capacidad autónoma para desarrollar y liderar proyectos en el ámbito de la Nanociencia y Nanotecnología medioambiental, así como desarrollar una capacitación profesional en el ámbito del control de la diseminación y uso industrial de nanomateriales que les permita el correspondiente reciclaje y actualización de conocimiento.

Por todo, ello el Máster Universitario en Nanotecnología Medioambiental presenta un enorme interés:

1.- **Académico**, con la transmisión de los conocimientos científicos y tecnológicos de profesores e investigadores altamente cualificados y especializados (de la Universidad de Zaragoza, Universidad Pública de Navarra, Universidad de Lleida, del CSIC y de otras instituciones) a graduados, no sólo en el ámbito regional o nacional, sino también internacional. Además, el máster propuesto tiene un carácter enormemente multidisciplinar, acogiendo a graduados de ramas bien distintas, cuyos intereses convergen en el impacto ambiental de la nanoescala, e impartido por profesorado de varias especialidades

2.- **Científico y Tecnológico**. El trabajo y la convivencia de estos alumnos en un marco de alta calidad investigadora y multidisciplinar, con el consiguiente intercambio de conocimientos e ideas, proporcionará un entorno inigualable para creación,

desarrollo, transmisión y crítica de la ciencia, de la tecnología y de la cultura. Además, los estudiantes adquirirán experiencia directa en la aplicación de instrumentación de última generación a través de las clases prácticas, y del Trabajo Fin de Máster, lo que supondrá un valor añadido de cara a su inserción posterior en el mundo laboral.

3.- **Profesional.** La importancia social **DE PRESERVAR EL MEDIO AMBIENTE ANTE UN NUEVO RETO, EL USO MASIVO DE NANOMATERIALES**, ha calado profundamente en instituciones públicas y privadas y en la propia sociedad surgiendo, demandas de nuevas especializaciones para profesionales más alto nivel en su campo. Por ello, un objetivo fundamental de este máster es la formación de profesionales dotados de la comprensión, los conocimientos y las competencias necesarias para el ejercicio de actividades profesionales superiores en distintos ámbitos (industria– producción de nuevos materiales, industria electrónica, farmacéutica, química, aeroespacial, etc. – consultorías, investigación, docencia,...) centrados en el seguimiento de la interacción nanomateriales/medioambiente. La transversalidad y originalidad del máster en el contexto científico-académico español/internacional se justifica en la línea de seguimiento: Medio Ambiente/Nanopartícula/Caracterización/Efectos Medio inanimado (abiótico)/ Efectos seres vivos(biótico).

El Máster Universitario en Nanotecnología Medioambiental responde a una línea conductora clara y organizada en sentido ascendente para fijar conocimientos avanzados consecutivos que permiten alcanzar los objetivos señalados anteriormente.

Para la mayoría de las titulaciones relacionadas con ramas tecnológico-científicas, el Máster aporta competencias en ámbitos tecnológicos relacionados con la Nanociencia y la Nanotecnología, en cuanto al interés de estos nanomateriales en campos de aplicación relacionados con el medioambiente, además de competencias relacionadas con la Biología o la Bioquímica, en cuanto a ensayos de toxicidad, cultivos celulares, ensayos con plantas, etc. Por otra parte, los estudiantes adquirirán una sólida formación tanto teórica como práctica de las principales técnicas instrumentales de caracterización y cuantificación de este tipo de nanomateriales en matrices complejas como son los entornos naturales (suelos, aguas,...) y biológicos.

Este tipo de competencias también resultarán de especial relevancia para aquellos estudiantes que provengan de titulaciones más relacionadas con las Ciencias de la Salud, además de adquirir mayor especialización en el estudio toxicológico de nuevos contaminantes potenciales.

El Máster Universitario en NANOTECNOLOGIA MEDIOAMBIENTAL se plantea con carácter semipresencial, para facilitar el acceso de estudiantes de un amplio marco geográfico, ya que presentará un fortísimo interés no solamente en todo el territorio español sino incluso a nivel internacional teniendo en cuenta que se trata de un máster inédito hasta ahora en el ámbito nacional y en el europeo. El máster se ha planificado pensando inicialmente en una primera etapa de implantación en un entorno próximo a las universidades que lo respaldan pero con una clara aspiración en un plazo corto a extenderse a nivel nacional y europeo.

Se pretende que, descontando el Trabajo Fin de Máster ( 12 ECTS) de los restantes 48 ECTS los alumnos realizan 14 créditos presenciales (350 horas de trabajo alumno) que supone el 30% con un 70 % de créditos en trabajo “on line” .

El trabajo presencial corresponderá esencialmente al desarrollo de las prácticas. La organización de esta presencialidad se realizará en tres bloques de 110 horas el primero (PEP 1) y de 120 cada uno de los dos siguientes (PEP2 y PEP 3) a desarrollar uno en cada trimestre del periodo lectivo de forma intensiva a lo largo de aproximadamente dos semanas y media en cada periodo con los siguientes contenidos:

- PEP 1(octubre-noviembre): Introducción, Toma de contacto, Pautas, Prácticas Módulo 1. Conferencias monográficas
- PEP 2.- (febrero-marzo): Prácticas Módulos 2 y 3. Conferencias monográficas
- PEP 3.- (mayo)\_ Prácticas Módulos 3 y 4. Conferencias monográficas

En la planificación docente no se contempla optatividad alguna pues se considera que el conjunto del máster planteado presenta ya la suficiente especificidad y especialización científica en un ámbito muy concreto de las ciencias experimentales. Será la elección del tema en el Trabajo Fin de Máster lo que pueda llegar a conferir al estudiante una intensificación mayor en algún sector de su interés especial dentro de la Nanociencia y Nanotecnología Medioambiental.

El profesorado del master de las tres universidades tienen una amplia experiencia en trabajo docente on-line al llevar varios años utilizando las plataformas virtuales correspondientes y más recientemente el sistema Moodle 2. Se cuenta con el apoyo de especialistas en docencia “on-line” del Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad de Zaragoza.

## **2.2 PROCEDIMIENTOS DE CONSULTA INTERNOS Y EXTERNOS**

Hasta donde se conoce, actualmente no existe ningún máster ofertado por ninguna Universidad española, ni en el ámbito de la Unión Europea, que presente un programa en el que confluyan distintas ramas de conocimiento como las que se plantean en el Máster Universitario en Nanotecnología Medioambiental para abordar un problema de la complejidad que supone el estudio de la intersección de nanomateriales naturales y artificiales, cuestiones medioambientales y de salud pública, su posible efecto adverso sobre sistemas naturales y sobre la salud de poblaciones o el papel como vectores de contaminantes de las nanopartículas naturales, entre otros.

Se ha realizado un barrido de toda la oferta en másteres específicos en Nanociencia y Nanotecnología a nivel local, nacional, europeo y americano. A día de hoy son frecuentes en el mundo anglosajón sobre todo United Kingdom y Estados Unidos cursos específicamente dedicados a Nanotecnología y sus relaciones con la biociencia, la microfabricación, ingeniería de microsistemas, nanoelectrónica y nanomecánica o másteres básicos y fundamentales en conceptos de nanociencia y nanotecnología.

Se ha consultado el plan de estudios y el historial del único curso encontrado a nivel

internacional que tiene algunos puntos de contacto con la propuesta de este Máster de Nanotecnología Medioambiental. Este curso se desarrolla en la Universidad de Massachusetts con un enfoque casi exclusivamente relacionado con la nanocitotoxicidad.

No existe a nivel local, nacional ni europeo un máster de esta tipología y sin embargo la nanotecnología medioambiental, es decir, el estudio de las implicaciones medioambientales del uso de nanomateriales en muchos sectores industriales y productos de consumo humano, es una de las líneas prioritarias de atención de los programas de investigación de la Unión Europea recogidos en el Horizonte 2020.

### **2.3 DIFERENCIACIÓN DE TÍTULOS DENTRO DE LA MISMA UNIVERSIDAD**

Esta titulación de posgrado supone una oferta absolutamente diferenciada en el contexto local y nacional. En la Universidad de Zaragoza se imparte el Máster en Materiales Nanoestructurados para Aplicaciones Nanotecnológicas con el que no existe ningún tipo de solapamiento desde el punto de vista conceptual, teórico o práctico ya que está enfocado hacia el diseño y fabricación de nanomateriales y sus aplicaciones industriales. Situación similar se produce con los másteres sobre Nanociencia y Nanotecnología que se imparten en algunas universidades de Cataluña, los de Nanociencia y Nanotecnología Molecular en la Universidades de Valencia, Alicante, Valladolid, Jaume I, Autónoma de Madrid y La Laguna y el de Nanotecnología que se imparte en la Escuela Internacional de Negocios ALITER en Madrid.

Sin ánimo de ser exhaustivos también existe una titulación relacionada con la Nanotecnología en la Universidad del País Vasco: “Máster Universitario en Nanociencia”.

Por otra parte, aunque sin relación directa con el Máster Universitario en Nanotecnología Medioambiental que se propone, la oferta de másteres en temas relacionados con las Ciencias Ambientales incluye titulaciones como el “Máster Universitario en Medio Ambiente y Recursos Naturales” de la Universidad de Santiago de Compostela, el “Máster de Agrobiología Ambiental” de la Universidad de Barcelona o el “Máster Universitario en Técnicas y Ciencias de la Calidad del Agua” de la Universidad de Granada, entre otros. La Universidad de Zaragoza imparte el “Máster Universitario en Iniciación a la Investigación en Ingeniería Química y del Medio Ambiente”, y el “Máster Universitario en Iniciación a la Investigación en Ciencias Agrarias y del Medio Natural” y la Universidad Pública de Navarra imparte también diversos másteres relacionados con las Ciencias Ambientales tales como “Máster Universitario en Agrobiología Ambiental”, “Máster Universitario en Química Sostenible” o “Máster Universitario en Gestión de Suelos y Aguas” entre otros. En general, estas propuestas se enmarcan dentro de un ámbito más orientado hacia la gestión ambiental y sus recursos, incluyendo en algunos de ellos otras áreas relacionadas con la Biología, como la Fisiología vegetal, Ecotoxicología, o Edafología, pero en ningún caso se aplica ninguna de estas áreas al estudio de nanomateriales y su interacción con entornos naturales, ni sus posibles aplicaciones medioambientales de absorción o en el campo del análisis, cuyo objetivo es mejorar la calidad medioambiental de los procesos mediante el uso de nanomateriales.

A nivel científico, el Máster propuesto supone una elevada transversalidad en un ámbito de gran impacto, además de un elevado grado de originalidad al tratarse de un campo muy novedoso, en el que hay todavía relativamente pocos grupos trabajando en él, pero con gran expectativa de crecimiento. A nivel académico, y como ha quedado patente en el apartado anterior, no existe actualmente ningún otro Máster en España ni en la Unión Europea que aborde este campo desde una perspectiva global, abarcando todos y cada uno de los ámbitos involucrados en el estudio de nanomateriales (que implica su uso, aplicaciones, ciclo de vida, eliminación, incorporación a sistemas naturales, estudios de impacto sobre poblaciones, estudios toxicológicos,...) y de nanopartículas naturales.

### Bibliografía

- [1] Commission, E., Nanotechnologies: A preliminary risk analysis on the basis of a workshop March 2004 in Nanotechnologies: A Preliminary Risk Analysis, R.A.U.P.H.a.R.A. Directorate, Editor. 2004, European Commission Community Health and Consumer Protection Directorate General of the European Commission: Brussels, pp 11-29.
- [2] Arora, S., Jain, J., Rajwade, J. M., & Paknikar, K. M. (2008). Cellular responses induced by silver nanoparticles: In vitro studies. *Toxicology letters*, 179(2), 93-100.
- [3] Aschberger, K., Micheletti, C., others, Sokull-Klüttgen, B., & Christensen, F. M. (2011). Analysis of currently available data for 14oloidal14izati the risk of engineered nanomaterials to the environment and human health—Lessons learned from four case studies. *Environment International*, 37(6), 1143-1156.
- [4] Auffan, M., Rose, J., Wiesner, M. R., & Bottero, J.-Y. (2009). Chemical stability of metallic nanoparticles: a parameter controlling their potential cellular toxicity in vitro. *Environmental pollution (Barking, Essex: 1987)*, 157(4), 1127-33.
- [5] Casals, E., Vazquezcampos, S., Bastus, N., & Puentes, V. (2008). Distribution and potential toxicity of engineered inorganic nanoparticles and carbon nanostructures in biological systems. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 27(8), 672-683.
- [6] Cha, K., Hong, H.-W., Choi, Y.-G., Lee, M. J., Park, J. H., Chae, H.-K., Ryu, G., et al. (2008). Comparison of acute responses of mice livers to short-term exposure to nano-sized or micro-sized silver particles. *Biotechnology letters*, 30(11), 1893-9.
- [7] Brausch, J. M., & Rand, G. M. (2011). A review of personal care products in the aquatic environment: Environmental concentrations and toxicity. *Chemosphere*, 82(11), 1518-32.
- [8] Fabrega, J., Zhang, R., Renshaw, J. C., Liu, W.-T., & Lead, J. R. (2011). Impact of silver nanoparticles on natural marine biofilm bacteria. *Chemosphere*, 85(6), 961-966.
- [9] Gaiser, B. K., Biswas, A., Rosenkranz, P., Jepson, M. a, Lead, J. R., Stone, V., Tyler, C. R., et al. (2011). Effects of silver and cerium dioxide micro- and nano-sized particles on *Daphnia magna*. *Journal of environmental monitoring: JEM*, 13(5), 1227- 35.
- [10] Stone, V., Nowack, B., Baun, A., Van Den Brink, N., von der Kammer, F., Dusinska, M., Handy, R., et al. (2010). Nanomaterials for environmental studies: Classification, reference material issues, and strategies for 14oloid-chemical 14oloidal14ization. *Science of the Total Environment*, 408(7), 1745–1754.
- [11] Sadik, O. a, Zhou, a L., Kikandi, S., Du, N., Wang, Q., & Varner, K. (2009). Sensors as tools for quantitation, nanotoxicity and nanomonitoring assessment of engineered nanomaterials. *Journal of environmental monitoring: JEM*, 11(10), 1782-800.
- [12] Buffle, J., & Leppard, G. (1995). Characterization of aquatic colloids and macromolecules. 1. Structure and behavior of 14oloidal material. *Environmental science & technology*, 29(9), 2169–2175

### **3. COMPETENCIAS**

#### **1.- Competencias generales**

CG-001: Manejar especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.

CG-002: Analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las actividades humanas.

CG-003: Desarrollar capacidades de resolución de problemas aplicando los conocimientos adquiridos, en entornos nuevos dentro de contextos multidisciplinares relacionados con la Nanociencia, Nanotecnología, Ciencias Ambientales, Citotoxicología, Metalómica, Química Medioambiental, Edafología , Sedimentología, Hidrología, etc

CG-004: Integrar conocimientos y formular juicios a partir de una información, que incluyan reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.

CG-005: Comunicar conclusiones propias, así como las razones que las sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

CG-006: Ser capaz de trabajar en equipos multidisciplinares e internacionales, compartiendo conocimientos, información, instrumentación, etc.

CG-007: Ser capaz de desarrollar un proyecto, participando en las etapas de búsqueda bibliográfica, planificación y desarrollo de los experimentos, obtención de resultados, interpretación, y difusión de los mismos.

#### **2.- Competencias transversales**

CT-001: Se capaz de obtener información de distintas fuentes bibliográficas, ordenarla y analizarla críticamente para poder evaluar su utilidad y fiabilidad.

CT-002: Usar de forma efectiva las tecnologías de la información y de las comunicaciones.

CT-003: Adquirir capacidad para la comunicación eficaz oral, escrita o gráfica usando herramientas de presentación adecuadas, en un entorno multilingüe y multidisciplinar.

#### **3.- Competencias específicas**

CE-001: Identificar las fuentes antropogénicas y naturales de emisión de nanomateriales potencialmente contaminantes.

CE-002: Relacionar las fuentes de contaminación con la nanociencia y la nanotecnología.

CE-003: Conocer las principales propiedades tanto de los nanomateriales de origen natural como los artificiales y su clasificación.

CE-004: Comprender las bases por las que se regulan los usos sobre nanomateriales y nanotecnologías a nivel legislativo.

CE-005.- Conocer las modalidades experimentales más comunes, el rango de aplicación, así como los principales parámetros que afectan a la toma, conservación y preparación de muestras medioambientales y biológicas que contienen nanomateriales.

CE-006.- Comprender los fundamentos científicos y conocer las modalidades experimentales más comunes y el rango fundamental de aplicación de las técnicas y métodos de análisis para la identificación, caracterización y cuantificación de nanomateriales en muestras medioambientales y biológicas comúnmente empleadas en este campo de estudio, así como los de las plataformas instrumentales mas usadas en procesos de especiación química, funcional y dinámica.

CE-007.- Evaluar los parámetros experimentales más importantes que afectan a las distintas técnicas objeto de estudio.

CE-008.- Identificar el tipo de información (cualitativa, cuantitativa, tamaños, morfológica, composición) aportado por cada técnica analítica, y los problemas y limitaciones de cada una de ellas a la hora de obtener dicha información.

CE-009.- Evaluar la información obtenida mediante las distintas técnicas con criterios de calidad.

CE-010.- Aplicar los métodos de análisis más habituales a situaciones reales en los que se requiera información sobre la composición, morfología, tamaños o concentración de nanomateriales en medios de interés medioambiental y biológico.

CE-011.- Conocer las posibles rutas y mecanismos de ingreso de nanomateriales al medioambiente, así como su importancia cuantitativa.

CE-012.- Comprender los fundamentos físicos y químicos de los principales procesos de transformación y transporte de los nanomateriales en condiciones ambientales, y sus características específicas en comparación con los contaminantes convencionales.

CE-013.- Evaluar los parámetros ambientales más importantes que afectan a la movilidad y transporte de los nanomateriales.

CE-014.- Identificar el tipo de información necesario (concentración, distribución de tamaño, estabilidad, parámetros de interacción, coeficientes de transporte...) para describir y predecir cuantitativamente los flujos de nanomateriales entre los diferentes compartimentos ambientales.

CE-015.- Evaluar la información obtenida a partir de las técnicas de análisis para su integración en modelos de evaluación de la exposición ambiental y la biodisponibilidad, así como en procesos modelizados de especiación química, funcional y dinámica.

CE-016.- Realizar búsquedas bibliográficas sobre temas concretos de investigación utilizando bases de datos científicos, especialmente los relacionados con el comportamiento de los nanomateriales en medios naturales y la evaluación de la exposición.

CE-017.- Conocer y saber utilizar de forma adecuada el vocabulario y la terminología específica dentro del ámbito de la toxicología y ecotoxicología de los nanomateriales.

CE-018.- Realizar búsquedas bibliográficas sobre temas concretos de investigación utilizando bases de datos científicos, especialmente los relacionados con la toxicidad y los reglamentos y legislación aplicable.

CE-019.- Conocer los mecanismos de toxicidad de los diferentes nanomateriales.

CE-020.- Desarrollar estudios de campo y diseñar procedimientos que permitan simular o reproducir condiciones ambientales a partir de los cuales predecir la toxicidad de los nanomateriales en interacción con sistemas biológicos (cultivos celulares, organismos unicelulares y organismos pluricelulares y superiores).

CE-021.-Diseño, realización e interpretación de ensayos de toxicidad in vitro y en vivo de nanomateriales.

CE-022.-Estimar los riesgos tóxicos sobre el medio ambiente y sobre las personas por la exposición a nanomateriales.

## **4. ACCESO Y ADMISIÓN DE ESTUDIANTES**

### **4.1. SISTEMAS DE INFORMACIÓN PREVIA A LA MATRICULACIÓN**

#### **CANALES DE DIFUSION**

1.- Página web propia del máster, tanto en español como en inglés, donde se recogerá información detallada, con una breve introducción al título, los perfiles de ingreso, los criterios de acceso o los plazos de matrícula. En la página web también podrá encontrarse información sobre el plan de estudios, con las correspondientes guías docentes, los horarios y el sistema de evaluación. Así mismo la página web del Instituto de Investigación en Ciencias Ambientales (IUCA) y la página web de la Universidad de Zaragoza contendrán información resumida y enlaces a la web propia del máster.

2.- Elaboración de información sobre el máster que se difundirá a través de distintos medios (tanto en papel como en formato electrónico) a distintos centros de investigación y universidades a nivel nacional e internacional, así como a empresas que puedan tener interés y su actividad esté relacionada con los aspectos que se tratan en el máster, y a medios de comunicación tanto científicos como generales.

3.- Asesoramiento telefónico, presencial o vía e-mail por parte del personal de administración de la Facultad de Ciencias y el Instituto de Investigación en Ciencias Ambientales (IUCA) de la Universidad de Zaragoza en lo referente a la organización de las enseñanzas y proceso de matriculación así como cualquier duda que pueda surgir al estudiantes.

4.- Adicionalmente, tanto la Universidad de Zaragoza como las Universidades de Lleida y la Universidad Pública de Navarra, centralizan la información sobre acceso y admisión y sobre los planes de estudios de las titulaciones que imparten, con información completa por asignaturas. Puede accederse a ella a través de su página web en las siguientes direcciones:

Universidad de Zaragoza: <http://wzar.unizar.es/servicios/acceso/> (para el acceso)

Universidad de Lleida: <http://www.udl.cat/perfils/alumnes.html>

Universidad Pública de Navarra: <http://www.unavarra.es/estudios/acceso-y-matricula>

#### **PERFIL DE INGRESO RECOMENDADO**

El RD 1393/2007 de 29 de octubre (BOE de 30 de octubre) recoge en su artículo 15 que para acceder a las enseñanzas de máster será necesario estar en posesión de un título universitario oficial español u otro expedido por una institución del Espacio Europeo de Enseñanza Superior (EEES), que faculden en el país expedidor del título para el acceso de enseñanzas de máster. Asimismo, podrán acceder los titulados conforme a sistemas educativos ajenos al EEES sin necesidad de la homologación de sus títulos, previa comprobación por la universidad de que aquellos acreditan un nivel

de formación equivalente a los correspondientes títulos universitarios oficiales españoles y que facultan en el país expedidor del título para el acceso a enseñanzas de posgrado.

El perfil de ingreso recomendado es un titulado en disciplinas tales como: Química, Física, Biología, Geología, Bioquímica, Biotecnología, Ingeniería Química, Ingeniería Industrial, Ingeniería Agroalimentaria, Farmacia, Medicina, Ciencias Ambientales, Ciencias Agroalimentarias, y asimilables (ver cuadro expuesto en apdo. 4.2 Requisitos de Acceso y Criterios de Admisión). La Comisión Paritaria de Coordinación del máster evaluará la titulación de acceso y su vinculación con la temática del Máster. En el caso que el número de solicitudes de ingreso sea superior al de número de plazas de nuevo ingreso ofertadas, la Comisión Paritaria de Coordinación elaborará el orden de admisión basándose en el baremo expuesto en el apartado 4.2. 3. *Criterios de adjudicación de plazas*.

El órgano responsable de la admisión de los estudiantes será la Comisión Paritaria de Coordinación del máster.

## 4.2. REQUISITOS DE ACCESO Y CRITERIOS DE ADMISIÓN

Los **requisitos y procedimientos de admisión de los estudiantes**, que serán incluidos en el plan de estudios así como publicados en la página web del máster son:

### 1.- Adecuación del Título Universitario de Acceso

Para acceder a las enseñanzas oficiales del Máster Universitario en Nanotecnología Medioambiental será necesario estar en posesión de un título universitario oficial español u otro expedido por una institución de educación superior del Espacio Europeo de Educación Superior que facultan en el país expedidor del título para el acceso a enseñanzas de máster.

Asimismo, podrán acceder al máster los titulados conforme a sistemas educativos ajenos al Espacio Europeo de Educación Superior sin necesidad de la homologación de sus títulos, previa comprobación por la Universidad de Zaragoza de que aquellos acreditan un nivel de formación equivalente a los correspondientes títulos universitarios oficiales españoles y que facultan en el país expedidor del título para el acceso a enseñanzas de postgrado. El acceso por esta vía no implicará, en ningún caso, la homologación del título previo de que esté en posesión el interesado, ni su reconocimiento a otros efectos que el de cursar las enseñanzas de máster.

En concreto, los títulos de acceso al Máster Universitario en Nanotecnología Medioambiental son:

| Títulos Ciclo Largo     |                                    |
|-------------------------|------------------------------------|
| Ingeniero Agrónomo      | Licenciado en Ciencias Ambientales |
| Ingeniero de Materiales | Licenciado en Ciencias Químicas    |
| Ingeniero Geólogo       | Licenciado en Farmacia             |

|                             |                                  |
|-----------------------------|----------------------------------|
| Ingeniero Industrial        | Licenciado en Física             |
| Ingeniero Químico           | Licenciado en Geología           |
| Licenciado en Biología      | Licenciado en Medicina y Cirugía |
| Licenciado en Bioquímica    | Licenciado en Química            |
| Licenciado en Biotecnología | Licenciado en Veterinaria        |

| Títulos Grado                                            |                                                                     |
|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Graduado o Graduada en Biología                          | Graduado o Graduada en Ingeniería Agroalimentaria y Agroambiental   |
| Graduado o Graduada en Biología Ambiental                | Graduado o Graduada en Ingeniería Agroambiental                     |
| Graduado o Graduada en Biología Humana                   | Graduado o Graduada en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural |
| Graduado o Graduada en Biología Sanitaria                | Graduado o Graduada en Ingeniería Ambiental                         |
| Graduado o Graduada en Biomedicina Básica y Experimental | Graduado o Graduada en Ingeniería Biomédica                         |
| Graduado o Graduada en Bioquímica                        | Graduado o Graduada en Ingeniería del Medio Natural                 |
| Graduado o Graduada en Biotecnología                     | Graduado o Graduada en Ingeniería en Química Industrial             |
| Graduado o Graduada en Ciencia y Salud Animal            | Graduado o Graduada en Ingeniería Mecánica                          |
| Graduado o Graduada en Ciencias Ambientales              | Graduado o Graduada en Ingeniería Química                           |
| Graduado o Graduada en Ciencias Biomédicas               | Graduado o Graduada en Ingeniería y Ciencia Agronómica              |
| Graduado o Graduada en Farmacia                          | Graduado o Graduada en Nanociencia y Nanotecnología                 |
| Graduado o Graduada en Física                            | Graduado o Graduada en Tecnologías Industriales                     |
| Graduado o Graduada en Geología                          | Graduado o Graduada en Química                                      |
| Graduado o Graduada en Ingeniería Agraria                | Graduado o Graduada en Veterinaria                                  |
| Graduado o Graduada en Ingeniería Agraria y Alimentaria  |                                                                     |

Dado que a día de hoy existen numerosas titulaciones, especialmente fuera de ESPAÑA, que pueden proporcionar un acceso adecuado al máster pero cuya denominación puede ser a priori muy variada, la Comisión Paritaria de Coordinación evaluará en cada caso dicha titulación de acceso y su vinculación con la temática del máster.

## 2.- Conocimiento del idioma inglés

Dado que el idioma inglés va a ser utilizado profusamente en la bibliografía del máster y que puede haber conferencias y algunas clases en dicho idioma, es conveniente que los estudiantes tengan tener un nivel medio de este idioma, como mínimo un nivel B1 del Marco Común Europeo de Referencia de Lenguas .El nivel B1 se adquiere cuando el estudiante es capaz de comprender los puntos principales de textos claros y en

lengua estándar si tratan sobre cuestiones que le son conocidas, ya sea en situaciones de trabajo, de estudio o de ocio; cuando sabe desenvolverse en la mayor parte de las situaciones que pueden surgir durante un viaje por zonas donde se utiliza la lengua; cuando es capaz de producir textos sencillos y coherentes sobre temas que le son familiares o en los que tiene un interés personal y cuando puede describir experiencias, acontecimientos, deseos y aspiraciones, así como justificar brevemente sus opiniones o explicar sus planes.

El nivel de inglés está claramente explicitado en las guías docentes del máster.

### **3.-Criterios de adjudicación de plazas**

En caso de que supere la demanda a la oferta de plazas de ingreso al máster los criterios de selección a aplicar por la Comisión Paritaria de Coordinación serán:

- Expediente académico: 30 %
- Currículum vitae: 25 %
- Nivel de idioma inglés: 20 %
- Entrevista personal: 20%.
- Otros méritos: 5 %

En la entrevista personal se valorarán las competencias del estudiante y su motivación. Entre las competencias del estudiante se valorarán:

- Tener conocimientos en Física y Química
- Poseer conocimientos genéricos en Bioquímica y Biología, Química Analítica, Ingeniería Química, Tecnologías del Medio Ambiente, Ciencia de Materiales Toxicología, Ecología y áreas afines.
- Conocer la terminología y la nomenclatura propia de la temática del máster
- Ser capaz de organizar y de planificar el propio trabajo
- Recoger y analizar información de diferentes fuentes
- Aprender de forma autónoma
- Poseer competencias elementales en informática
- Tener capacidad de autoevaluación y autocrítica
- Contar con capacidad de trabajo en equipo y de adaptación a equipos multidisciplinares
- Disponer de capacidad de análisis y de síntesis
- Evaluar, interpretar y sintetizar datos
- Capacidad para trabajar en un laboratorio estándar

La adjudicación de las plazas será responsabilidad de un Comité nombrado al efecto por la Comisión Académica Interuniversitaria.

Asimismo, en la página web del Máster alojada en la de la Universidad de Zaragoza, se especificarán los servicios de apoyo y asesoramiento adecuados para estudiantes con necesidades educativas específicas derivadas de la discapacidad. El tipo de discapacidad determinará la necesidad de posibles adaptaciones curriculares, itinerarios o estudios alternativos.

#### **4.3. APOYO Y ORIENTACIÓN A ESTUDIANTES UNA VEZ MATRICULADOS**

La página web del máster, informará con detalle sobre todas las cuestiones de interés del máster tanto en su aspecto docente como administrativo. Se incluirá una vía de contacto donde los estudiantes pueden solicitar información adicional. Se pondrá a disposición de los estudiantes matriculados y de la sociedad en general una web interactiva y actualizada.

Los estudiantes ya admitidos y matriculados contarán, además con los procedimientos de acogida y orientación propios de la Universidad de Zaragoza (que incluyen: servicio de relaciones internacionales, servicio de asesorías para jóvenes, servicio de orientación psicológica para estudiantes, oficina universitaria de atención a la discapacidad, biblioteca general, biblioteca de las distintas facultades, en especial la de Ciencias, feria de empleo, fundación empresa-universidad de Zaragoza).

El coordinador del máster, y la estructura administrativa del Instituto de Investigación en Ciencias Ambientales de la UZ se ocuparán de informar personalmente a los estudiantes sobre la normativa, las enseñanzas, calendario y cualquier otra información relevante así como la entrega de documentación (programa, folletos informativos de las distintas actividades y recursos puestos a disposición del máster, cursos de idiomas, actividades propias del máster, etc.). Asimismo, se asignará a cada estudiante un tutor.

El tutor orientará al estudiante en todos los aspectos necesarios y especialmente en el trabajo fin de máster. El trabajo fin de máster estará vinculado a la titulación de origen de los candidatos, para lograr así una adecuada especialización. Asimismo, proporcionará información sobre los diversos recursos a disposición del estudiante en la Universidad de Zaragoza (secretaría, reprografía, salas de informática, biblioteca, servicio de actividades deportivas, servicio de asesorías para jóvenes, servicio de orientación psicológica para estudiantes, oficina universitaria de atención a la discapacidad, residencias universitarias, etc.).

Las funciones del tutor estarán especialmente dirigidas a:

- Promover la integración del alumno en el máster
- Aconsejar al estudiante sobre la forma más eficaz de aplicar sus conocimientos y proyectarse hacia sus expectativas profesionales.
- Incentivar el dialogo entre los estudiantes y el profesorado.
- Promover un entorno donde se el estudiante sea capaz de aportar sus propias ideas, aprendiendo a trabajar en equipo, en un ambiente multidisciplinar e internacional.
- Detectar las dificultades académicas del estudiante, tomando las medidas necesarias para contribuir a su resolución.
- Facilitar el progreso del estudiante, aconsejándole sobre técnicas de estudio y estrategias para obtener el máximo rendimiento y aprovechamiento del Máster que está cursando.

- Fomentar el espíritu autocrítico que todo investigador o profesional altamente cualificado debe poseer.
- Estimular el carácter de liderazgo de los estudiantes que presenten aptitudes para ello.

Además, los estudiantes contarán con la ayuda de los coordinadores de cada MÓDULO. A través de las tutorías, los alumnos también recibirán el soporte de los profesores involucrados en las asignaturas del máster, que les aclararán cuestiones propias de las mismas que puedan surgir (dudas sobre criterios de evaluación, exámenes, horarios, o cuestiones puramente académicas).

Se organizarán habitualmente sesiones informativas con colaboradores externos para orientar a los estudiantes sobre la incorporación y promoción de los egresados en el mercado laboral, así como orientación de cara a los estudios de Doctorado. Igualmente se informará puntualmente a los alumnos sobre la celebración de eventos de interés como la feria de empleo, cursos, conferencias y talleres específicos, etc.

### **APOYO Y ORIENTACION EN RELACIONES INTERNACIONALES**

La Sección de Relaciones Internacionales de la Universidad de Zaragoza depende del Vicerrectorado de Relaciones Internacionales que centraliza, coordina y gestiona las relaciones académicas de formación en el marco internacional. La Facultad de Ciencias dispone de una Oficina de Relaciones Internacionales, que bajo la supervisión de la Vicedecana de Relaciones con Empresas y Relaciones Internacionales se encarga de:

- Informar y asesorar a profesores y estudiantes de la Facultad sobre los diferentes programas internacionales de cooperación en el ámbito de la educación superior.
- Coordinar la puesta en marcha y el desarrollo de las acciones internacionales de formación en que participa la Facultad de Ciencias.
- Gestiona los programas de movilidad de estudiantes.

La Sección de Relaciones Internacionales, brindará a los estudiantes el apoyo necesario para facilitarles el proceso de matriculación, y proporcionarles información práctica sobre la ciudad, transportes, oferta de pisos, habitaciones, colegios mayores, asistencia médica, cursos para extranjeros, etc. Además tutores y profesores en general facilitarán a los estudiantes la posibilidad de contactar con grupos de investigación extranjeros de prestigio para su posible proyección en actividades de investigación.

### **APOYO Y ORIENTACION PARA JÓVENES**

La Universidad de Zaragoza cuenta con un Servicio de Asesorías para Jóvenes que incluye Asesoría Jurídica, Asesoría de Estudios, Asesoría Psicológica, y Asesoría Sexológica así como cursos taller y otras actividades. Este servicio es gratuito, personalizado y anónimo.

## **ORIENTACIÓN PSICOLÓGICA PARA ESTUDIANTES**

La Universidad de Zaragoza cuenta con este servicio, totalmente gratuito, y que está enfocado a prestar ayuda sobre problemas de:

- Orientación vocacional
- Falta de concentración
- Situaciones de bloqueo ante los exámenes
- Inhibición del rendimiento
- Tensión nerviosa excesiva
- Miedos irracionales y desproporcionados
- Descontento con la propia imagen corporal
- Sentimientos de inseguridad personal
- Dificultades y falta de recursos para establecer amistades o comunicaciones interpersonales
- Sentimientos de excesivo malestar y cualquier otro tema que puedan plantear los estudiantes.

## **ATENCIÓN A LA DISCAPACIDAD**

La Universidad de Zaragoza cuenta con la Oficina Universitaria de Atención a la Discapacidad (OUAD), que depende, Vicerrectorado de Estudiantes y Empleo. Este servicio tiene como fin último y primordial garantizar la igualdad de oportunidades y la plena integración de los estudiantes universitarios con discapacidad en la vida académica universitaria, además de promover la sensibilización y la concienciación del resto de miembros de dicha comunidad.

## **BIBLIOTECA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA**

Los estudiantes podrán beneficiarse del curso de formación que el personal de la Biblioteca de la Facultad de Ciencias imparte todos los años sobre el uso del Catálogo de la Biblioteca: Los principales contenidos del curso son:

- Información sobre la Biblioteca
- Búsqueda de bibliografía en el Catálogo de la UZ
- Introducción a otros recursos bibliográficos y de búsqueda

## **FERIA DE EMPLEO**

La Universidad de Zaragoza celebra anualmente una Feria de Empleo (EMPZAR), en la que los estudiantes pueden contactar con empresas, conocer de primera mano la demanda de trabajo en el mercado, entregar su CV, etc.

## **UNIVERSA**

La Universidad de Zaragoza cuenta con el servicio de orientación UNIVERSA. El objetivo principal de este Observatorio de Empleo Universitario es proporcionar información sobre todos los factores que inciden en la inserción profesional de los

universitarios para facilitar la toma de decisiones en la adecuación de la formación y el empleo universitario en la Comunidad Autónoma de Aragón, facilitando la inserción laboral de los universitarios de la Universidad de Zaragoza. Concretamente UNIVERSA proporciona a los estudiantes y licenciados:

- Orientación vía e-mail: respecto a salidas profesionales, cómo elaborar una carta o un currículum, cómo preparar una entrevista de trabajo, etc., ([universa.orientacion@unizar.es](mailto:universa.orientacion@unizar.es))
- Seminarios monográficos: UNIVERSA organiza seminarios dirigidos a estudiantes y titulados que quieran conocer de una forma más práctica la forma de hacer un CV, una carta de presentación o una entrevista de trabajo.
- Formación en competencias profesionales: se organizan jornadas de formación sobre competencias profesionales necesarias para el mejor desempeño del puesto de trabajo. Estas habilidades, altamente demandadas por las empresas a sus futuros trabajadores, son: trabajo en equipo, cómo hablar en público, gestión del tiempo de trabajo, elaboración de informes, toma de decisiones, inteligencia emocional, gestión del estrés...
- Talleres de técnicas de búsqueda de empleo: En estos talleres se informa sobre cómo realizar un inventario personal, vías de búsqueda de empleo, todas las fases de un proceso de selección, incluyendo cómo sacar más partido al c.v., o cómo afrontar con éxito una entrevista de trabajo.
- Curso "formación para el empleo": En este curso se dan a conocer las tendencias del mercado laboral, se informa sobre las diferentes vías de búsqueda de empleo, las técnicas más utilizadas en los procesos de selección, y se hace hincapié en el desarrollo personal como punto clave en el desarrollo profesional.

## **FEUZ: FUNDACIÓN EMPRESA UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA**

La Fundación Empresa Universidad de Zaragoza se creó en 1.982 por iniciativa de la Cámara de Comercio e Industria de Zaragoza y la Universidad de Zaragoza para actuar como centro de información, asesoría y coordinación para la Universidad y la Empresa en los campos estratégicos de Formación, Empleo, Promoción de Iniciativas Empresariales y la Innovación, atendiendo retos y oportunidades, ofreciendo soluciones competitivas y promoviendo nuevas fórmulas de cooperación. Entre sus prioridades cabe mencionar:

- Fomentar y desarrollar el diálogo y la colaboración entre la Universidad de Zaragoza y las empresas.
- Promover, proteger y fomentar estudios e investigaciones, tanto en la Universidad como en la Empresa con la colaboración de aquella.
- Realizar un inventario de recursos y necesidades conjuntas que deberán satisfacerse mediante la comunicación, el diálogo y la cooperación permanente.
- Mejorar la formación y cualificación de los Recursos Humanos que revierte en beneficio para las Empresas.
- Tener a disposición de las empresas Bolsa de Estudiantes y Titulados para la realización de prácticas nacionales e internacionales.

- Poner a disposición de las empresas Bolsa de Doctores para su incorporación en Empresas a través del Programa Torres Quevedo.
- Promover la realización de tesinas, tesis, proyectos fin de carrera, etc.
- Disponer de información para las empresas, públicas o privadas, e Instituciones para el establecimiento de relaciones específicas con la Universidad de Zaragoza y coordinar estas relaciones.

## **ORIENTACIÓN PROFESIONAL EN EL MARCO DEL MÁSTER**

Se gestionará con la Oficina de Transferencia de Resultados de la Investigación (OTRI) de la UZ que se establezcan vías de conexión de los estudiantes con empresas, se facilitará la organización de charlas con colaboradores externos impulsando el contacto entre el alumnado y la industria. Así mismo, se orientará a los alumnos sobre la posibilidad de realizar tesis doctorales en Organismos Públicos de Investigación, y en Laboratorios de Investigación y Desarrollo de empresas privadas.

### **4.4. SISTEMA DE TRANSFERENCIA Y RECONOCIMIENTO DE CRÉDITOS**

| <b>RECONOCIMIENTO DE CRÉDITOS</b>                                                         | <b>Mín</b> | <b>Max</b> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|
| Reconocimiento de créditos cursados en enseñanzas superiores oficiales no universitarias  | <b>0</b>   | <b>8</b>   |
| Reconocimiento de créditos cursados en títulos propios                                    | <b>0</b>   | <b>8</b>   |
| Reconocimiento de créditos cursados por acreditación de experiencia laboral y profesional | <b>0</b>   | <b>8</b>   |

La Universidad aprobó la actual normativa con anterioridad a la publicación del RD 861/2010 de 2 de julio, por ello, y al ser una normativa interna de menor rango, se entiende derogada en todo aquello que se oponga a dicho Real Decreto.

Acuerdo de 9 de julio de 2009, del Consejo de Gobierno de la Universidad, por el que se aprueba el Reglamento sobre reconocimiento y transferencia de créditos en la Universidad de Zaragoza.

## **REGLAMENTO SOBRE RECONOCIMIENTO Y TRANSFERENCIA DE CRÉDITOS EN LA UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA**

El Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales recoge ya en su preámbulo: “Uno de los objetivos fundamentales de esta organización de las enseñanzas es fomentar la movilidad de los estudiantes, tanto dentro de Europa, como con otras partes del mundo, y sobre todo la movilidad entre las distintas universidades españolas y dentro de una misma universidad. En este contexto resulta imprescindible apostar por un

sistema de reconocimiento y acumulación de créditos, en el que los créditos cursados en otra universidad serán reconocidos e incorporados al expediente del estudiante”.

Con tal motivo, el R.D. en su artículo sexto “Reconocimiento y transferencia de créditos” establece que “las universidades elaborarán y harán pública su normativa sobre el sistema de reconocimiento y transferencia de créditos” con sujeción a los criterios generales establecidos en el mismo. Dicho artículo proporciona además las definiciones de los términos reconocimiento y transferencia, que modifican sustancialmente los conceptos que hasta ahora se venían empleando para los casos en los que unos estudios parciales eran incorporados a los expedientes de los estudiantes que cambiaban de estudios, de plan de estudios o de universidad (convalidación, adaptación, etc.).

La Universidad de Zaragoza (BO UZ 06-08) aprobó la Normativa de Reconocimiento y Transferencia de Créditos en los Estudios de Grado, quedando pendiente la relativa a los Estudios de Máster así como aspectos relacionados con la movilidad y las actividades universitarias no académicas (culturales, deportivas, de representación estudiantil, solidarias y de cooperación).

En el proceso de transformación de las enseñanzas universitarias es además oportuno establecer claramente los criterios de reconocimiento de créditos para el estudiante y titulados de sistemas anteriores, a fin de evitar incertidumbres y de facilitar el cambio a las nuevas enseñanzas del espacio Europeo de Educación Superior.

Por lo tanto, la Universidad de Zaragoza establece el presente Reglamento, que recoge y substituye la Normativa previa y será de aplicación a los estudios universitarios oficiales de Grado y Máster, remitiendo el reconocimiento de créditos por materias cursadas en programas de intercambio nacional o internacional a su propio reglamento.

## TÍTULO I

### Reconocimiento de créditos

#### Art. 1. Definición.

1. Se entiende por “reconocimiento de créditos” la aceptación de los créditos que, habiendo sido obtenidos en una enseñanza oficial de cualquier universidad, son computados en enseñanzas de la Universidad de Zaragoza a efectos de la obtención de un título oficial de Grado y de Máster. En este contexto, la primera de las enseñanzas se denominará “enseñanza de origen” y la segunda, “enseñanza de llegada”.

2. En el reconocimiento de créditos se considerarán los conocimientos y competencias adquiridas y debidamente certificadas atendiendo al valor formativo conjunto de las actividades académicas, y no sólo a la identidad o afinidad entre asignaturas y programas.

#### Art. 2. Efectos del reconocimiento de créditos.

1. El reconocimiento de créditos para un estudiante se concretará en la anotación de los siguientes datos en los documentos acreditativos de la enseñanza de llegada:

Denominación de la enseñanza origen, así como de la correspondiente Universidad.

Denominaciones de las materias de la enseñanza origen cuyos créditos son objeto de reconocimiento.

Relación de las asignaturas o materias de carácter básico u obligatorio del plan de estudios de la enseñanza de llegada que al estudiante se le computan como superadas por reconocimiento.

Relación de asignaturas o materias optativas del plan de estudios de la enseñanza de llegada que se suponen superadas por reconocimiento.

Número de créditos restantes, es decir, no computados ni en c) ni en d).

2. A partir de ese reconocimiento, el estudiante tendrá que cursar, al menos, el número de créditos que reste entre los créditos reconocidos y los totales señalados en el plan de estudios de la titulación en la que se reconocen.

3. La calificación de las asignaturas superadas como consecuencia de un proceso de reconocimiento será equivalente a la calificación de las asignaturas que han dado origen a éste. En caso necesario, se realizará la media ponderada cuando varias asignaturas conlleven el reconocimiento de una o varias en la titulación de llegada.

4. Cuando las asignaturas de origen provengan de asignaturas que no tengan calificación o de asignaturas que no se correspondan con materias de la titulación de llegada, los créditos reconocidos figurarán con la calificación de "Apto".

5. En todo caso, los créditos reconocidos computarán a efectos de la obtención del título de la enseñanza de llegada.

#### Art. 3. Reconocimiento de créditos en las enseñanzas oficiales de Grado.

##### 1. Criterios para el reconocimiento de créditos:

El reconocimiento de créditos de formación básica de enseñanzas de una misma rama de conocimiento será automático.

El reconocimiento de créditos de formación básica entre enseñanzas de distintas ramas de conocimiento será automático en materias de formación básica si hay correspondencia entre los conocimientos y competencias de ambas. Aquellos créditos de formación básica que no tengan correspondencia en materias de formación básica, serán reconocidos en otras materias.

En créditos de formación básica, el reconocimiento podrá hacerse materia a materia si hay coincidencia de ambas siendo la suma total de créditos reconocidos la misma que la de superados en las enseñanzas cursadas. A los efectos de este cómputo, se podrán reconocer créditos procedentes de formación básica en materias obligatorias y, en su caso, optativas en función de los conocimientos y competencias de ambas.

El resto de los créditos podrán ser reconocidos teniendo en cuenta la adecuación entre los conocimientos y competencias asociados a las restantes asignaturas cursadas por el estudiante y los previstos en el plan de estudios.

2. En los términos establecidos en este Reglamento, se podrán reconocer créditos a quienes estando en posesión de un título oficial accedan a enseñanzas de Grado.

3. La Universidad de Zaragoza, en el ámbito de su autonomía, determinará, y en su caso programará, la formación adicional necesaria que hubieran de cursar los egresados para la obtención del Grado.

4. El órgano competente del centro elaborará un informe de reconocimiento en el que, además de los créditos reconocidos, indicará si el solicitante debe adquirir determinados conocimientos y competencias y las materias a cursar para adquirirlos.

5. El órgano competente en el tema de reconocimiento de créditos de una titulación tendrá actualizada, al menos en las titulaciones de su rama de conocimiento, una lista de las asignaturas cuyos créditos se reconozcan y las superadas, en su caso. Esta

lista será confeccionada en el plazo de un curso académico para las asignaturas provenientes de materias básicas cursadas en la Universidad de Zaragoza.

6. El trabajo fin de grado no será objeto de reconocimiento al estar orientado a la evaluación de competencias asociadas al título.

Art. 4. Reconocimiento de créditos en las enseñanzas oficiales de Máster Universitario.

1. El reconocimiento de créditos por estudios cursados en títulos oficiales de Máster Universitario de cualquier universidad se hará por materias o asignaturas en función de la adecuación entre los conocimientos y competencias adquiridas y los previstos en el título de Máster Universitario para el que se solicita el reconocimiento.

2. En títulos oficiales de Máster que habiliten para el ejercicio de profesiones reguladas por la legislación vigente se reconocerán, además, los créditos de los módulos, materias o asignaturas en los términos que defina la correspondiente norma reguladora.

En caso de no haberse superado íntegramente un determinado módulo, el reconocimiento se llevará a cabo por materias o asignaturas en función de los conocimientos y competencias asociadas a las mismas.

3. El trabajo fin de Máster no será objeto de reconocimiento al estar orientado a la evaluación de competencias asociadas al título.

Art. 5. Reconocimiento de créditos en enseñanzas oficiales de Máster provenientes de enseñanzas conforme a sistemas anteriores

Los órganos competentes de los centros, previo informe de la Comisión de Garantía de la Calidad del Máster y teniendo en cuenta la adecuación entre los conocimientos y competencias derivados de las enseñanzas de origen y los contemplados en las enseñanzas de llegada, podrán reconocer créditos en los siguientes supuestos:

1. A quienes estando en posesión de un título oficial de Licenciado, Arquitecto o Ingeniero pretendan acceder a las enseñanzas oficiales de Máster previo pago de lo establecido en el Decreto de Precios Públicos correspondiente. Este reconocimiento no podrá superar el 50% de los créditos totales excluyendo el trabajo fin de Máster.

2. Por créditos obtenidos en otros estudios oficiales de Máster Universitario previo pago de lo establecido en el Decreto de Precios públicos correspondiente.

3. Por créditos obtenidos en enseñanzas oficiales de doctorado acogidas al Real Decreto 778/1998 o normas anteriores, y para estudios conducentes al título oficial de Máster Universitario, habrá que tener en cuenta dos supuestos:

Si las enseñanzas previas de doctorado son el origen del Máster, se podrán reconocer créditos y dispensar del abono de tasas.

Si las enseñanzas previas de doctorado no son origen del Máster, se podrán reconocer de la misma forma que en el caso anterior pero conllevarán el abono de tasas.

Art. 6. Reconocimiento de créditos en programas de movilidad.

1. Las actividades realizadas en el marco de programas de movilidad nacional e internacional podrán ser reconocidas académicamente en las enseñanzas oficiales de Grado y Máster. Este reconocimiento se plasmará en un contrato de estudios entre el estudiante, el coordinador académico y el centro responsable de las enseñanzas que será previo a la estancia y que recogerá las materias a cursar en la universidad de destino, su correspondencia en contenido y duración con las de su plan de estudios y

la equivalencia de las calificaciones. El cumplimiento del contrato de estudios por el estudiante implica su reconocimiento académico.

2. Cuando el sistema de calificaciones de la universidad de destino sea diferente al de la Universidad de Zaragoza, los órganos competentes del centro deberán informar al estudiante de la equivalencia de calificaciones con anterioridad a la firma del contrato.

3. Para el reconocimiento de conocimientos y competencias se atenderá al valor formativo conjunto de las actividades académicas desarrolladas y a las competencias adquiridas, todas ellas debidamente certificadas, y no a la identidad o afinidad entre asignaturas y programas.

4. Los resultados académicos y las actividades de los programas de movilidad que no formen parte del contrato de estudios y sean acreditadas por la universidad de destino serán incluidas en el Suplemento Europeo al Título.

5. El reconocimiento de créditos por actividades realizadas en programas de intercambios nacionales o internacionales se registrará por su propio reglamento.

#### Art. 7. Reconocimiento de créditos por actividades universitarias.

1. De acuerdo con el art. 46.2.i) de la Ley Orgánica 6/2001 de Universidades, los estudiantes de Grado podrán obtener hasta un máximo de 6 créditos por reconocimiento académico por su participación en actividades universitarias culturales, deportivas, de representación estudiantil, solidarias y de cooperación

2. El número de créditos reconocido por estas actividades se minorará del número de créditos optativos exigidos por el correspondiente plan de estudios.

3. Se asignará una equivalencia de 1 crédito por cada 25 horas de actividad del estudiante.

4. El reconocimiento se realizará por el órgano competente del centro en el marco que establezca la Universidad y considerando solo las actividades que se realicen simultáneamente con los estudios universitarios. En el caso en que cursen más de una titulación solo se podrán aplicar a una de ellas.

5. La Universidad podrá programar actividades conducentes a la obtención de créditos de la tipología señalada en el párrafo uno, que deberán ser reconocidos por los órganos competentes de los centros.

6. Las memorias o informes que avalen las solicitudes de reconocimiento de créditos por cualquiera de las actividades incluidas en este artículo deberán hacerse a la conclusión del curso académico a que se refiera la solicitud.

7. Cada actividad de las señaladas en este artículo tendrá una misma equivalencia en créditos en todos los centros universitarios. Se establecerá un procedimiento de recurso ante el vicerrectorado que corresponda para dirimir posibles discrepancias, el cual resolverá atendiendo tanto a la dedicación en horas, que fijará la equivalencia en créditos, como los criterios que hayan sido establecidos por los órganos competentes de la Universidad.

8. El reconocimiento de créditos por actividades universitarias se realizará en los supuestos contemplados en los artículos 8 a 12 de este Reglamento.

#### Art. 8. Reconocimiento de créditos por actividades universitarias culturales.

1. Se entiende por “actividades universitarias culturales” aquellas que se organicen como tales por la Universidad de forma centralizada, sus centros y sus colegios mayores, así como por otras instituciones y que sean recogidas en el marco de un convenio con la Universidad. Por este tipo de actividades y en las enseñanzas de

Grado, se podrán reconocer un máximo de 3 créditos, que se limitarán a 2 créditos en el caso de los colegios mayores.

2. Igualmente se reconocerán como créditos de actividades culturales la participación en los cursos de la Universidad de Verano de Teruel, los cursos extraordinarios de la Universidad de Zaragoza y los cursos impartidos por otras universidades de verano con las que se acuerde mediante convenio específico. La Universidad hará públicos en la Guía de Matricula los cursos y seminarios que serán reconocidos cada año.

3. Los órganos de dirección de los centros podrán solicitar a la Universidad el reconocimiento de créditos por la asistencia a determinados cursos y seminarios reconocidos presentando una memoria avalada por los organizadores, en la que se indicará el número de créditos a reconocer.

#### Art. 9. Reconocimiento de créditos por actividades universitarias deportivas.

1. Se entiende por “actividades universitarias deportivas” la práctica de actividades deportivas de élite o que representen a la Universidad de Zaragoza en campeonatos internacionales, nacionales, autonómicos e inter-universitarios. Por este tipo de actividades se podrá reconocer un máximo de 2 créditos.

2. Para la obtención de estos créditos será necesaria la realización de una memoria avalada por el Servicio de Actividades Deportivas.

#### Art. 10. Reconocimiento de créditos por actividades universitarias de representación estudiantil.

1. En las enseñanzas de Grado se reconocerán hasta 6 créditos, con un máximo de 3 por curso, por el ejercicio de actividades de representación en órganos colegiados de la Universidad de Zaragoza y en particular, por las siguientes:

- ser representante de curso o grupo de docencia (1 crédito por curso);
- ser representante de los estudiantes en el Claustro (1 crédito por curso);
- ser representante de los estudiantes en Consejo de Departamento (0,5 créditos por curso);
- ser representante de los estudiantes en Junta de Centro (1 crédito por curso);
- ser representante de los estudiantes en la Comisión de Garantía de la Calidad de la Titulación (1 crédito por curso);
- ser representante de los estudiantes en la Comisión de Evaluación de la Calidad de la Titulación (1 crédito por curso);
- ser representante de los estudiantes en la Comisión de Estudios de Grado de la Universidad (1 crédito por curso);
- ser representante de los estudiantes en Consejo de Gobierno (2 créditos por curso);
- participar en órganos directivos en colegios mayores (hasta 2 créditos por curso);
- otras responsabilidades de coordinación y representación en órganos de participación estudiantil estatutariamente reconocidos (hasta 2 créditos por curso);
- cualquier otra actividad de coordinación o de representación que determine la Universidad, o que merezca análoga consideración a juicio de los centros (hasta 2 créditos por curso).

2. Para el reconocimiento la obtención de créditos por representación será necesario presentar una memoria en la que se indique, en su caso, el número de créditos que se solicita, la cual deberá estar avalada por la dirección de un centro o de un colegio mayor.

Art. 11. Reconocimiento de créditos por actividades universitarias solidarias y de cooperación.

1. Se entiende por “actividades universitarias solidarias y de cooperación” la participación en Organizaciones No Gubernamentales (ONG) que desarrollen actividades relacionadas con la solidaridad; en entidades de asistencia social que estén dadas de alta en los registros oficiales de las comunidades autónomas; en la cruz Roja; en la Asociación de Ayuda en Carretera o similares; en iniciativas de voluntariado; en proyectos de carácter interno organizados por la Universidad; en los programas Tutor y mediadores informativos en los centros.

2. En las enseñanzas de Grado por actividades solidarias y de cooperación se podrá reconocer un máximo de 2 créditos por cada curso académico. La solicitud de reconocimiento se acompañará de un informe detallado de las actividades desarrolladas que deberá ser emitido a la conclusión del curso académico a que se refiere la solicitud y avalado por el representante legal que proceda. A la vista del informe en que se señalan las labores realizadas y la dedicación en horas, se establecerá la equivalencia en créditos.

Art. 12. Reconocimiento de créditos por otras actividades universitarias.

Se entiende por “otras actividades universitarias” la colaboración y participación en:

Actividades de tutorización dentro del sistema establecido en cada centro. Quién lo desee podrá solicitar el reconocimiento de créditos por la labor realizada. La solicitud se acompañará de un informe detallado y favorable del órgano competente del centro que mencione expresamente el número estimado de horas de trabajo que el estudiante ha invertido en su actividad de tutorización, incluyendo todos los aspectos: formación, reuniones con el profesor coordinador de esta actividad, sesiones de tutorías con los alumnos tutorizados, etc.

Actividades, de forma continuada, de orientación y difusión (charlas en IES, jornadas de puertas abiertas, etc.), de atención a la discapacidad, de integración social o en programas específicos sobre igualdad de género.

Actividades relacionadas con asociaciones que propicien la conexión entre la Universidad y el entorno real.

En las enseñanzas de Grado por otras actividades universitarias se podrá reconocer un máximo de 2 créditos por cada curso académico. La solicitud de reconocimiento se realizará a través del órgano competente del Centro y se acompañará de una memoria de las actividades desarrolladas.

Art. 13. Reconocimiento de créditos por materias transversales.

1. Se entenderá por “créditos de carácter transversal” aquellos que completen la formación del estudiante con contenidos de carácter instrumental y que podrán ser reconocidos en cualquier título de Grado si se produce un cambio de estudios.

2. Se podrán reconocer créditos en las titulaciones de Grado por la superación de materias transversales en estudios oficiales organizados por instituciones de educación superior que tengan acuerdos de reciprocidad con la Universidad de Zaragoza para el reconocimiento de créditos en materias transversales.

3. Se podrá reconocer la superación de materias transversales en el ámbito de idiomas o de tecnologías de la información y de la comunicación cursadas en instituciones de reconocido prestigio nacional e internacional e incluidas en la relación que a tal efecto realice la Universidad.

4. En todos los casos, el reconocimiento de los créditos se hará teniendo en cuenta la adecuación entre los conocimientos y competencias asociadas a las materias cursadas y los previstos en las enseñanzas para las que se solicita.

Art. 14. Reconocimiento de créditos por conocimientos y capacidades previos.

1. Se podrán reconocer créditos por la experiencia laboral acreditada o por su formación previa en estudios oficiales universitarios y no universitarios: enseñanzas artísticas superiores, formación profesional de grado superior, enseñanzas profesionales de artes plásticas y diseño de grado superior y enseñanzas deportivas de grado superior.

2. Para obtener reconocimiento de créditos por experiencia laboral será necesaria su acreditación por la autoridad competente con mención especial de las competencias adquiridas.

3. El reconocimiento de créditos por estudios universitarios oficiales realizados en universidades españolas o extranjeras, sin equivalencia en los nuevos títulos de Grado o Máster, se hará en función de la adecuación entre los conocimientos y competencias adquiridos y los de la enseñanza de llegada.

4. El reconocimiento de créditos por estudios oficiales no universitarios se hará cuando y en los casos que establezca la legislación vigente y siempre en función de la adecuación entre los conocimientos y competencias adquiridos y los de la enseñanza de llegada.

## TÍTULO II

### Transferencia de créditos

Art. 15. Definición y aplicación.

1. Se entiende por “transferencia de créditos” el acto administrativo de la inclusión en el expediente del estudiante de aquellos créditos obtenidos en enseñanzas universitarias oficiales cursadas en cualquier universidad que no hayan sido reconocidos y que no figuren en el expediente de una titulación obtenida por el estudiante.

2. Los créditos transferidos se reflejarán en los documentos académicos oficiales acreditativos de las enseñanzas seguidas por cada estudiante. Se incluirá la totalidad de los créditos obtenidos en enseñanzas oficiales cursadas con anterioridad en esta u otra universidad.

3. Antes de matricularse, los estudiantes podrán solicitar la transferencia de créditos de estudios oficiales no finalizados y que se ajusten al sistema recogido en el Real Decreto 1393/2007. En el documento de admisión cumplimentarán el apartado correspondiente y, en caso de no tratarse de estudios de la Universidad de Zaragoza, aportarán los documentos requeridos. Realizado este trámite, se actuará de oficio y se añadirá la información al expediente del estudiante.

4. Los créditos correspondientes a asignaturas previamente superadas por el estudiante en enseñanzas universitarias no concluidas y que no puedan ser objeto de reconocimiento serán transferidos a su expediente en los estudios a los que ha accedido con la calificación de origen, y se reflejarán en los documentos académicos oficiales acreditativos de los estudios seguidos por el mismo, así como en el Suplemento Europeo al Título.

### TÍTULO III

#### Competencia y trámites para el reconocimiento y la transferencia de créditos

##### Art. 16. Órganos competentes en el reconocimiento de créditos

1. El órgano encargado del reconocimiento de créditos será la Comisión de Garantía de la Calidad de la Titulación que el solicitante quiera cursar.
2. Corresponde a la Comisión de Estudios de Grado de la Universidad, con los informes previos que procedan y de conformidad con la normativa y la legislación vigentes, el reconocimiento de créditos por actividades universitarias (arts. 7 a 12 de este Reglamento).
3. En aquellos supuestos en que puedan reconocerse automáticamente créditos obtenidos en otras titulaciones de Grado de la misma o de distintas ramas de conocimiento, el órgano competente, tras la consulta a los departamentos responsables de la docencia de las distintas materias o módulos, elaborará listados de materias y créditos que permitan que los estudiantes conozcan con antelación estos reconocimientos y que sean aplicados de oficio. Estos listados serán sometidos a una actualización permanente cuando se produzcan cambios en los planes de estudio afectados. Las resoluciones de reconocimiento automático deberán ser comunicadas a la Comisión de Estudios de Grado de la Universidad, para su conocimiento y a efectos de posibles recursos.
4. En los casos concretos en los que no existan reconocimientos automáticos, el órgano competente del centro, con el informe previo de los departamentos implicados, realizarán un informe de reconocimiento motivado en el que se indique no sólo la materia o módulo en cuestión, sino también el número de créditos reconocidos.
5. En todo caso, el reconocimiento automático de créditos en materias y/o módulos será aplicado de oficio siempre que un mismo plan de estudios de Grado se imparta en varios centros de la Universidad de Zaragoza.
6. El reconocimiento de créditos por materias cursadas a través de convenios que impliquen programas de intercambio nacional o internacional se regirá por su propio reglamento (art. 6 del presente Reglamento).

##### Art. 17. Solicitudes y actuaciones para el reconocimiento y transferencia de créditos.

1. Las solicitudes de reconocimiento y de transferencia de créditos se tramitarán en el centro responsable de las enseñanzas a solicitud del interesado, quién deberá aportar la documentación justificativa de los créditos obtenidos y su contenido académico, indicando la(s) asignatura(s) en la(s) que solicita reconocimiento.
2. Las solicitudes de reconocimiento y de transferencia de créditos sólo podrá hacerse de asignaturas realmente cursadas y superadas; en ningún caso se referirán a asignaturas previamente reconocidas, convalidadas o adaptadas.
3. Los Servicios de Gestión Académica de la Universidad fijarán el modelo de solicitud y la documentación que se ha de acompañar a la misma.
4. La solicitud de reconocimiento y de transferencia de créditos por el interesado se presentará en el centro encargado de la enseñanza de llegada y se resolverá en el siguiente periodo de matriculación previsto en el calendario académico, siempre que no afecte a la admisión de estudios universitarios, en cuyo caso se resolverá con carácter previo a la matrícula.
5. Los centros podrán establecer anualmente plazos de solicitud de reconocimiento de créditos con el fin de ordenar el proceso a los periodos de matrícula anual.

6. En los programas de movilidad, los órganos competentes del centro actuarán de oficio reconociendo los créditos en los términos establecidos en los contratos de estudios firmados.

#### Art. 18. Reclamaciones.

Las resoluciones de reconocimiento de créditos podrán ser reclamadas, según proceda, ante la Comisión de Estudios de Grado de la Universidad o a la Comisión de Estudios de Postgrado, en el plazo de quince días contados a partir de su recepción por parte del interesado o de la fecha de publicación en los tablones oficiales del Centro.

#### Art. 19. Anotación en el expediente académico.

1. Los créditos transferidos, los reconocidos y los superados para la obtención del correspondiente título, serán incluidos en el expediente académico del estudiante y quedarán reflejados en el Suplemento Europeo al Título, regulado en el Real Decreto 1044/2003, de 1 de agosto.
2. Los créditos reconocidos se incorporarán al expediente, junto con la calificación obtenida en origen, indicando los detalles del expediente de origen.
3. Los créditos que se reconozcan se incorporarán al expediente tras el pago de la tasa que especifique el Decreto de Precios Públicos establecido por el Gobierno de Aragón.

#### Disposición transitoria primera.

Reconocimiento de créditos de una titulación actual en extinción a un título de Grado o de Máster.

1. Los estudiantes que hayan comenzado estudios conforme a anteriores sistemas universitarios podrán acceder a las enseñanzas de Grado o de Máster con atribuciones reguladas, previa admisión por la Universidad de Zaragoza conforme a su normativa reguladora y lo previsto en el Real Decreto 1393/2007.
2. En caso de extinción de una titulación por implantación de un nuevo título de Grado o de Máster con atribuciones reguladas, la adaptación del estudiante al plan de estudios de éste último implicará el reconocimiento de créditos superados en función de la adecuación entre los conocimientos y competencias asociadas a las asignaturas cursadas por el estudiante y los previstos en el plan de estudios de la titulación de Grado o de Máster. Cuando estos no estén explicitados o no puedan deducirse, se tomarán como referencia su número de créditos y sus contenidos.
3. Igualmente, se procederá al reconocimiento de las asignaturas cursadas que tengan carácter transversal.
4. Para facilitar el reconocimiento de créditos, las memorias de verificación de los planes de estudios conducentes a los nuevos títulos de Grado o de Máster con atribuciones reguladas contendrán una tabla de correspondencia de conocimientos y competencias en la que se relacionarán las asignaturas del plan o planes de estudios en extinción con sus equivalentes en los nuevos.
5. En los procesos de adaptación de estudiantes de los actuales planes de estudio a los nuevos planes de los títulos de Grado o de Máster deberá garantizarse que la situación académica de aquellos no resulte perjudicada.

#### Disposición transitoria segunda.

Reconocimiento de créditos en enseñanzas de Grado y Máster a estudiantes de sistemas anteriores.

1. La Universidad de Zaragoza, a través de los órganos responsables de las diferentes titulaciones, elaborará un sistema de equivalencias que permita una óptima transición de sus estudiantes en sistemas anteriores a las enseñanzas de Grado y Máster.

2. Quienes no estén en posesión de un título oficial y soliciten el reconocimiento de créditos entregarán en el Centro correspondiente, junto con la solicitud, la documentación que justifique la adecuación entre los conocimientos y competencias asociadas al título del solicitante y los previstos en el plan de estudios de la enseñanza de llegada.

#### Disposición final

Única. Entrada en vigor y derogación de disposiciones anteriores.

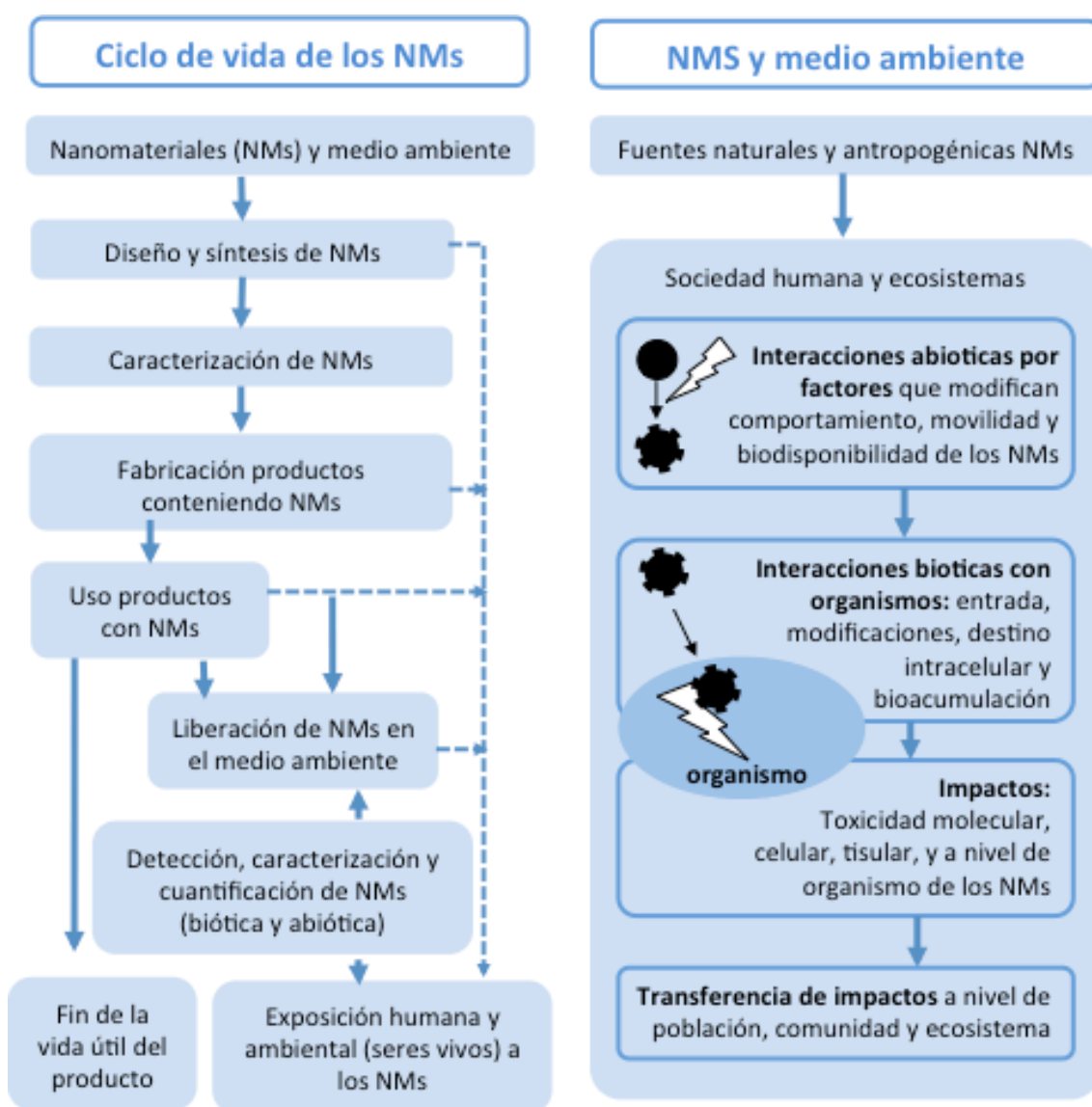
El presente Reglamento entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el Boletín Oficial de la Universidad de Zaragoza, deroga la Normativa de reconocimiento y transferencia de créditos en los estudios de Grado (BO UZ 06-08 de 29 de abril de 2008) y será de aplicación a los títulos regulados por el Real Decreto 1393/2007.

## 5. PLANIFICACIÓN DE LAS ENSEÑANZAS

### 5.1 ESTRUCTURA DE LAS ENSEÑANZAS

En la planificación docente no se contempla optatividad alguna pues se considera que el conjunto del máster planteado presenta ya la suficiente especificidad y especialización científica en un ámbito muy concreto de las ciencias experimentales. Será la elección del tema en el Trabajo Fin de Máster lo que pueda llegar a conferir al estudiante una intensificación mayor en algún sector de su interés especial dentro de la Nanociencia y Nanotecnología Medioambiental.

La línea conductora de la planificación de las enseñanzas responde al ciclo de vida de los nanomateriales y a su interacción con el medio ambiente tal y como se representa en la figura siguiente



Es decir, un primer módulo dedicado al conocimiento de los nanomateriales y su utilización en todos los ámbitos que incluye la legislación actual, un segundo módulo que comprende todas las técnicas y métodos de caracterización de nanomateriales naturales y artificiales en el contexto medioambiental así como las metodologías de plataformas instrumentales para la especiación química, funcional y dinámica. Un tercer módulo sobre interacciones abióticas que afectan al comportamiento movilidad y biodisponibilidad de los nanomateriales en ecosistemas naturales y finalmente un cuarto módulo sobre interacciones bióticas, nanotoxicología molecular, celular, tisular y a nivel de organismos vivos.

## RESUMEN PLAN DE ESTUDIOS

|   | MÓDULO                                                        | ECTS      | MATERIA                                                              | ECTS | ASIGNATURA                                                                           | ECTS | Unidad Temporal | INSTITUCIÓN RESPONSABLE |
|---|---------------------------------------------------------------|-----------|----------------------------------------------------------------------|------|--------------------------------------------------------------------------------------|------|-----------------|-------------------------|
| 1 | NANOMATERIALES Y MEDIO AMBIENTE                               | 8         | Nanomateriales y medio ambiente                                      | 8    | Nanomateriales y medio ambiente                                                      | 8    | ANUAL           | UPNA                    |
| 2 | DETECCIÓN, CARACTERIZACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE NANOMATERIALES | 14        | Detección, caracterización y cuantificación de nanomateriales        | 14   | Técnicas para la detección, caracterización y cuantificación de nanomateriales I     | 8    | SEMESTRAL       | UZ                      |
|   |                                                               |           |                                                                      |      | Técnicas para la detección, caracterización y cuantificación de nanomateriales II    | 6    | SEMESTRAL       | UZ                      |
| 3 | BIODISPONIBILIDAD Y MOVILIDAD DE NANOMATERIALES               | 14        | Destino y comportamiento de los nanomateriales en el medioambiente   | 7    | Destino y comportamiento de los nanomateriales en el medioambiente                   | 7    | ANUAL           | UDL-UPNA                |
|   |                                                               |           | Transporte, exposición y biodisponibilidad de nanomateriales         | 7    | Transporte, exposición y biodisponibilidad de nanomateriales                         | 7    | ANUAL           | UDL                     |
| 4 | NANOTOXICOLOGÍA                                               | 12        | Interacciones de nanomateriales con sistemas biológicos              | 6    | Interacciones de nanomateriales con sistemas biológicos                              | 6    | ANUAL           | UZ-IPE-CSIC             |
|   |                                                               |           | Evaluación de la toxicidad de nanomateriales: métodos y conclusiones | 6    | Metodologías para la evaluación de la toxicidad y ecotoxicidad de los nanomateriales | 6    | ANUAL           | UZ-IPE- CSIC            |
| 5 | TRABAJO FIN MÁSTER                                            | 12        |                                                                      |      |                                                                                      |      | 2º Semestre     |                         |
|   | <b>TOTAL</b>                                                  | <b>60</b> |                                                                      |      |                                                                                      |      |                 |                         |

## **5.2 MOVILIDAD**

La Facultad de Ciencias dispone de programas de movilidad nacional e internacional específicos para estudiantes de máster, fundamentalmente durante el primer semestre.

Además la Facultad de Ciencias tiene firmados 59 acuerdos relacionados con química, 18 con geología, 23 con física y 10 con bioquímica con universidades de todo el marco europeo. Muchos de esos convenios incluyen intercambios para estudiantes de máster. También se tienen firmados convenios a través de programas con universidades iberoamericanas, Estados Unidos, Oceanía y Asia.

En caso de tener alumnado extranjero, la Sección de Relaciones Internacionales de la Universidad de Zaragoza, y la Oficina de Relaciones Internacionales de la Facultad de Ciencias brindarán a los estudiantes el apoyo necesario para facilitarles el proceso de matriculación, y proporcionarles información práctica sobre la ciudad, transportes, oferta de pisos, habitaciones, colegios mayores, asistencia médica, cursos para extranjeros, etc. Además tutores y profesores en general facilitarán a los estudiantes la posibilidad de contactar con grupos de investigación extranjeros de prestigio para su posible proyección en actividades de investigación.

### 5.3 DESCRIPCIÓN DE MÓDULOS Y MATERIAS

El máster está dividido en 4 módulos, estructurados a su vez en 6 materias y 7 asignaturas de carácter obligatorio. El alumno cursará a lo largo del máster un total de 60 créditos (48 créditos ECTS mediante las 7 asignaturas y 12 créditos ECTS de trabajo fin de máster).

Cada módulo está coordinado por un responsable, investigador de las siguientes universidades/centros:

Módulo 1: Universidad Pública de Navarra

Módulo 2: Universidad de Zaragoza

Módulo 3: Universidad de Lleida

Módulo 4: Instituto Pirenaico de Ecología (CSIC)

Finalmente, cabe destacar que a lo largo del segundo semestre, el estudiante elaborará el trabajo fin de máster (un total de 12 créditos ECTS), en el que habrá de hacer uso de los conocimientos teóricos y las habilidades prácticas adquiridas en las distintas asignaturas del curso para desarrollar un trabajo experimental y/o bibliográfico un grado significativo de independencia y originalidad.

## MODULO 1. Nanomateriales y MedioAmbiente

| <b>Módulo 1</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |   | <b>Nanomateriales y MedioAmbiente</b> |                        |                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---------------------------------------|------------------------|-----------------------|
| <b>Materia</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |   |                                       |                        |                       |
| <b>Créditos ECTS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 8 | <b>Carácter (Obligatorio...)</b>      | Obligatorio            |                       |
| <b>Asignaturas</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |   | <b>ECTS</b>                           | <b>Anual/Semestral</b> | <b>Curso/semestre</b> |
| Nanomateriales y medio ambiente                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |   | 8                                     | Anual                  |                       |
| <b>Lenguas de impartición</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |   |                                       |                        |                       |
| Español como lengua vehicular. Los materiales de trabajo (artículos científicos, informes y presentaciones y material on-line) serán mayoritariamente en inglés. Ciertas clases, impartidas por docentes invitados, serán también en inglés. Se dará soporte, en forma de tutorías personalizadas en: inglés a los estudiantes matriculados cuyo nivel de español pueda resultar un hándicap para el seguimiento de las asignaturas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |   |                                       |                        |                       |
| <b>Competencias que el estudiante adquiriere</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |   |                                       |                        |                       |
| <p><b>Competencias generales</b></p> <p>CG-001: Manejar especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.</p> <p>CG-002: Analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las actividades humanas.</p> <p>CG-003: Desarrollar capacidades de resolución de problemas aplicando los conocimientos adquiridos, en entornos nuevos dentro de contextos multidisciplinares relacionados con la Nanotecnología, Ciencias Ambientales, Citotoxicología, Metalómica, Química Medioambiental, Edafología, Sedimentología, Hidrología, etc</p> <p>CG-004: Integrar conocimientos y formular juicios a partir de una información, que incluyan reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.</p> <p><b>Competencias transversales</b></p> <p>CT-001: Se capaz de obtener información de distintas fuentes bibliográficas, ordenarla y analizarla críticamente para poder evaluar su utilidad y fiabilidad.</p> <p>CT-002: Usar de forma efectiva las tecnologías de la información y de las comunicaciones.</p> <p>CT-003: Adquirir capacidad para la comunicación eficaz oral, escrita o gráfica usando herramientas de presentación adecuadas, en un entorno multilingüe y multidisciplinar.</p> <p><b>Competencias específicas</b></p> <p>CE-001: Identificar las fuentes antropogénicas y naturales de contaminación.</p> <p>CE-002: Relacionar las fuentes de contaminación con la nanociencia y la nanotecnología.</p> <p>CE-003: Conocer las principales propiedades tanto de los nanomateriales de origen natural como los artificiales y su clasificación.</p> <p>CE-004: Comprender las bases por las que se regulan los usos sobre nanomateriales y nanotecnologías a nivel legislativo.</p> |   |                                       |                        |                       |

### Resultados de aprendizaje

1. El alumno ha de poseer una visión general de los posibles impactos sociales y ambientales relacionados con el uso de nanomateriales, así como valorar el papel de la Nanociencia en el medioambiente.
2. Ser capaz de identificar los posibles riesgos asociados al desarrollo de nuevos nanomateriales en función de sus propiedades y de su conocimiento en la legislación.
3. Desarrollar experiencias en el laboratorio tanto en entornos acuáticos como en atmósfera con nanomateriales para caracterizar sus propiedades fisicoquímicas.

### Contenidos

- 1.- Bases para el estudio de la nanotecnología ambiental.
- 2.- Nanociencia y nanotecnología en el ámbito de la contaminación ambiental: conceptos y terminología. Nanomateriales de origen natural: clasificación y propiedades.
- 3.- Nanomateriales artificiales: propiedades, tipos y utilización.
- 4.- Contaminantes emergentes.
- 5.- Aplicaciones de la Nanociencia y la Nanotecnología en la conservación del medio ambiente.
- 6.- Agencias y organismos reguladores, bases de datos y redes temáticas.
- 7.- Legislación sobre nanomateriales y nanotecnologías.

### Sesiones prácticas

Efecto de nanomateriales en agua y aire. Determinación de propiedades físico-químicas. Caracterización de residuos de nanomateriales.

### ACTIVIDADES FORMATIVAS

| Actividad formativa                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Nº Horas | % Presencialidad |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------------|
| A-1 Clases expositivas/participativas                                                                                                                                                                                                                                                                              | 75       | 33               |
| A-2 Resolución de problemas                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 20       | 50               |
| A-3 Resolución de casos simplificados. Actividades de aprendizaje cooperativo                                                                                                                                                                                                                                      | 20       | 50               |
| A-4 Trabajos dirigidos. Estudio de casos reales. Elaboración de informes y presentación de resultados. Realización de proyectos en grupo                                                                                                                                                                           | 20       | 25               |
| A-5 Prácticas de laboratorio: realización de actividades prácticas y elaboración de informes.                                                                                                                                                                                                                      | 15       | 67               |
| A-6 Tutorías: reuniones con los respectivos profesores individualmente o en grupo, para dirigir el aprendizaje de manera personalizada. Seguimiento de casos y problemas. Pruebas de evaluación                                                                                                                    | 10       | 0                |
| A-7 Participación en foros de debate a través del Campus Virtual                                                                                                                                                                                                                                                   | 5        | 0                |
| A-8 Trabajo personal del estudiante. Incluye el estudio personal del estudiante, y su participación en el Campus Virtual y TICs realizando diversas tareas como ejercicios de autoevaluación o participación en foros y la consulta de bases de datos informáticos para obtener bibliografía y material documental | 35       | 0                |
| Total                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 200      | 30               |

| <b>Metodologías Docentes</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                           |                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| <p>Los contenidos de la asignatura se presentarán a los alumnos mediante clases magistrales. Se presentarán ejemplos donde se pongan de manifiesto el papel de la nanociencia y de la nanotecnología en el ámbito de la contaminación ambiental. Estos ejemplos permitirán proponer a los alumnos casos prácticos sencillos y proyectos en grupo sobre casos más complejos, que posteriormente presentarán al colectivo de la asignatura. Asimismo, se desarrollarán prácticas y realizarán problemas prácticos que permitan entender mejor los contenidos. Se realizarán además tutorías para el seguimiento de los casos que se vayan viendo a lo largo de la asignatura, así como promover la participación del estudiante en foros de debate, mediante la plataforma Moodle 2.</p> |                           |                           |
| <b>SISTEMAS DE EVALUACIÓN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                           |                           |
| <b>Sistema de evaluación</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>Ponderación mínima</b> | <b>Ponderación máxima</b> |
| Resolución de problemas y prácticas. Participación activa en las sesiones presenciales y foros                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0                         | 20                        |
| Presentación, exposición y defensa de proyectos en grupo. Participación en las presentaciones y debates                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 0                         | 40                        |
| Examen final                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 0                         | 40                        |
| <b>Observaciones</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                           |                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                           |                           |

**MÓDULO 2. Detección, caracterización y cuantificación de nanomateriales**

| Módulo 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |    | Detección, caracterización y cuantificación de nanomateriales |                 |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---------------------------------------------------------------|-----------------|------------------|
| Materia                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |    |                                                               |                 |                  |
| Créditos ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 14 | Carácter (Obligatorio...)                                     | Obligatorio     |                  |
| Asignaturas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |    | ECTS                                                          | Anual/Semestral | Curso/semestre   |
| Técnicas para la detección, caracterización y cuantificación de nanomateriales I.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    | 8                                                             | Semestral       | Primer semestre  |
| Técnicas para la detección, caracterización y cuantificación de nanomateriales II.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |    | 6                                                             | Semestral       | Segundo semestre |
| Lenguas de impartición                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |                                                               |                 |                  |
| Español como lengua vehicular. Los materiales de trabajo (artículos científicos, informes y presentaciones y material on-line) serán mayoritariamente en inglés. Ciertas clases, impartidas por docentes invitados, serán también en inglés. Se dará soporte, en forma de tutorías personalizadas en: inglés a los estudiantes matriculados cuyo nivel de castellano pueda resultar un hándicap para el seguimiento de las asignaturas. |    |                                                               |                 |                  |
| Competencias que el estudiante adquiere                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |    |                                                               |                 |                  |
| Competencias generales                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |                                                               |                 |                  |
| CG-003: Desarrollar capacidades de resolución de problemas aplicando los conocimientos adquiridos, en entornos nuevos dentro de contextos multidisciplinares relacionados con la Nanotecnología, Ciencias Ambientales, Citotoxicología, Metalómica, Química Medioambiental, Edafología , Sedimentología, Hidrología, etc                                                                                                                |    |                                                               |                 |                  |
| CG-004: Integrar conocimientos y formular juicios a partir de una información, que incluyan reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.                                                                                                                                                                                                                        |    |                                                               |                 |                  |
| CG-005: Comunicar conclusiones propias, así como las razones que las sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.                                                                                                                                                                                                                                                                      |    |                                                               |                 |                  |
| CG-006: Ser capaz de trabajar en equipos multidisciplinares e internacionales, compartiendo conocimientos, información, instrumentación, etc.                                                                                                                                                                                                                                                                                           |    |                                                               |                 |                  |
| Competencias transversales                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |    |                                                               |                 |                  |
| CT-001: Se capaz de obtener información de distintas fuentes bibliográficas, ordenarla y analizarla críticamente para poder evaluar su utilidad y fiabilidad.                                                                                                                                                                                                                                                                           |    |                                                               |                 |                  |
| CT-002: Usar de forma efectiva las tecnologías de la información y de las comunicaciones.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |    |                                                               |                 |                  |
| CT-003: Adquirir capacidad para la comunicación eficaz oral, escrita o gráfica usando herramientas de presentación adecuadas, en un entorno multilingüe y multidisciplinar.                                                                                                                                                                                                                                                             |    |                                                               |                 |                  |

### **Competencias específicas**

CE-005.- Conocer las modalidades experimentales más comunes, el rango de aplicación, así como los principales parámetros que afectan a la toma, conservación y preparación de muestras medioambientales y biológicas que contienen nanomateriales.

CE-006.- Comprender los fundamentos científicos y conocer las modalidades experimentales más comunes y el rango fundamental de aplicación de las técnicas y métodos de análisis para la identificación, caracterización y cuantificación de nanomateriales en muestras medioambientales y biológicas comúnmente empleados en este campo de estudio. Así como los de las plataformas instrumentales analíticas para los procesos de especiación química, funcional y dinámica de nanomateriales

CE-007.- Evaluar los parámetros experimentales más importantes que afectan a las distintas técnicas objeto de estudio.

CE-008.- Identificar el tipo de información (cualitativa, cuantitativa, tamaños, morfológica, composición) aportado por cada técnica analítica, y los problemas y limitaciones de cada una de ellas a la hora de obtener dicha información.

CE-009.- Evaluar la información obtenida mediante las distintas técnicas con criterios de calidad.

CE-010.- Aplicar los métodos de análisis más habituales a situaciones reales en los que se requiera información sobre la composición, morfología, tamaños o concentración de nanomateriales en medios de interés medioambiental y biológico.

### **Resultados de aprendizaje**

1. Poseer una visión general y transversal de las técnicas y métodos de análisis más empleados en la detección, caracterización y cuantificación de nanomateriales y nanopartículas en sistemas medioambientales y biológicos.
2. Ser capaz de planificar estrategias analíticas que permitan obtener información relevante sobre nanomateriales en sistemas medioambientales o biológicos.
3. Desarrollar experiencias en el laboratorio utilizando procedimientos ya descritos e introducir modificaciones para adaptarlos a nuevas condiciones.

### **Contenidos**

- 1.- Tratamientos previos. Separación y aislamiento de nanopartículas: filtración, ultrafiltración (UF), diálisis, ultracentrifugación, extracción.
- 2.- Técnicas de microscopía: Microscopía electrónica de barrido (Scanning Electron Microscopy, SEM), Espectrometría de rayos X (Energy Dispersive X-ray Spectrometry, EDS) asociada a haces de electrones, Microscopía electrónica de transmisión (Transmission Electron Microscopy, TEM), Microscopía de fuerzas atómicas (Atomic Force Microscopy, AFM), otras microscopías ópticas y microsondas de barrido.
- 3.- Técnicas de dispersión de radiación: Dispersión de luz dinámica (Dynamic Light Scattering, DLS) y Dispersión multiángulo de luz láser (Multiangle Light Scattering, MALS), Análisis de seguimiento de partículas (Nanoparticle Tracking Analysis, NTA)

4.- Técnicas espectrométricas: Espectrometría UV-Vis (EAM-UV-Vis), Fluorescencia molecular (FM), Espectrometría de infrarrojo (IR), Espectrometría de ruptura inducida por láser (Laser-Induced Breakdown Detection, LIBD), Espectrometría de emisión atómica con plasma de acoplamiento inductivo (ICP-OES), Espectrometría de masas con plasma ICP (ICP-MS), Espectrometría de masas con desorción/ionización mediante láser asistida por matriz (MALDI-MS). NanoSIMS, Espectrometría de Movilidad Iónica.

5.- Técnicas de separación: Cromatografía de exclusión molecular (SEC), cromatografía hidrodinámica (HDC), fraccionamiento en flujo mediante campos (Field Flow Fractionation, FFF), electroforesis capilar (CE) y en gel (GE). Técnicas acopladas: HPLC-MS, FFF-ICP-MS, HDC-ICP-MS.

6.- Electroanálisis para la detección y cuantificación de nanomateriales. Técnicas electroquímicas de imagen para la caracterización de nanomateriales.

7.- Sensores para la cuantificación de nanomateriales artificiales, su valoración de nanotoxicidad y nanomonitorización en muestras medioambientales

8.- Desarrollo de casos prácticos sobre muestras medioambientales y biológicas.

### Sesiones prácticas

- 1) Caracterización de nanopartículas mediante TEM. Tratamiento de imágenes mediante software específico.
- 2) Obtención de la distribución de tamaños de distintas nanopartículas mediante MALLS.
- 3) Detección, caracterización y cuantificación de nanopartículas mediante SP-ICP-MS
- 4) Caracterización de nanopartículas mediante AsFFFF. Acoplamiento con distintos detectores
- 5) Separación de nanopartículas mediante electroforesis en gel.
- 6) Detección de nanopartículas metálicas mediante voltamperometría

### ACTIVIDADES FORMATIVAS

| Actividad formativa                                                                                                                                                                            | Nº Horas | % Presencialidad |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------------|
| A-1 Clases expositivas/participativas                                                                                                                                                          | 105      | 33               |
| A-2 Resolución de problemas relativos a las técnicas utilizadas en la caracterización, detección y cuantificación de nanomateriales.                                                           | 20       | 50               |
| A-3 Resolución de casos simplificados, que requieran el diseño de una estrategia global que involucre el uso de distintas técnicas Actividades de aprendizaje cooperativo                      | 45       | 33               |
| A-4 Trabajos dirigidos. Estudio de casos reales. Elaboración de informes y presentación de resultados. Realización de proyectos en grupo                                                       | 60       | 25               |
| A-5 Prácticas de laboratorio: realización de actividades prácticas y elaboración de informes.                                                                                                  | 40       | 75               |
| A-6 Tutorías: reuniones con los respectivos profesores individualmente o en grupo, para dirigir el aprendizaje de manera personalizada Seguimiento de casos y problemas. Pruebas de evaluación | 20       | 0                |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                           |                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| A-7 Participación en foros de debate a través del Campus Virtual                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 10                        | 0                         |
| A-8 Trabajo personal del estudiante. Incluye el estudio personal del estudiante, y su participación en el Campus Virtual y TICs realizando diversas tareas como ejercicios de autoevaluación o participación en foros y la consulta de bases de datos informáticos para obtener bibliografía y material documental                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 50                        | 0                         |
| A-7 Participación en foros de debate a través del Campus Virtual                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 10                        | 0                         |
| A-8 Trabajo personal del estudiante. Incluye el estudio personal del estudiante, y su participación en el Campus Virtual y TICs realizando diversas tareas como ejercicios de autoevaluación o participación en foros y la consulta de bases de datos informáticos para obtener bibliografía y material documental                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 50                        | 0                         |
| <b>Total</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>350</b>                | <b>30</b>                 |
| <b>Metodologías Docentes</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                           |                           |
| <p>Durante las sesiones presenciales se trabajará sobre material didáctico (libros, artículos, material elaborado por el profesor) disponible previamente a la sesión de aula. La dinámica de estas sesiones será fundamentalmente expositiva, abierta a debate y con cuestiones sobre el material disponible.</p> <p>La mayor parte del trabajo del estudiante se desarrollará a través del Campus Virtual (en este caso Moodle 2). Para ello todo el material se encontrará alojado en dicha plataforma para su consulta por parte del estudiante. Cada unidad didáctica contará con unos cuestionarios para el trabajo autónomo del estudiante, que permitirán además evaluar su progreso. Estas discusiones y actividades en grupo serán supervisadas por los profesores durante las tutorías.</p> <p>La resolución de problemas se hará a través de tareas en la plataforma Moodle 2. Se crearán foros para realizar las consultas que podrán ser discutidas tanto por los propios estudiantes como por el profesor, así como videoconferencias cuando sea preciso.</p> <p>Se realizarán trabajos dirigidos en grupos reducidos mediante la plataforma Moodle 2.</p> <p>Las sesiones en el laboratorio se harán de forma individual o en pequeños grupos supervisados por el profesorado. Se realizarán unas cuestiones previas a la sesión, y posterior a la práctica se elaborará un informe en el que se detallen los principales resultados obtenidos.</p> |                           |                           |
| <b>SISTEMAS DE EVALUACIÓN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                           |                           |
| <b>Sistema de evaluación</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>Ponderación mínima</b> | <b>Ponderación máxima</b> |
| Cuestionarios realizados en cada unidad didáctica                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 0                         | 30                        |
| Resolución de problemas y casos. Participación activa en las sesiones presenciales y foros                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0                         | 30                        |
| Presentación, exposición y defensa de proyectos en grupo. Participación en las presentaciones y debates. Elaboración de informes de las sesiones de laboratorio.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 0                         | 40                        |
| <b>Observaciones</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                           |                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                           |                           |

### MÓDULO 3. Biodisponibilidad y movilidad de los nanomateriales

| Módulo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    | Biodisponibilidad y movilidad de los nanomateriales |                 |                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----------------------------------------------------|-----------------|----------------|
| Materia                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |    |                                                     |                 |                |
| Créditos ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 14 | Carácter (Obligatorio...)                           | Obligatorio     |                |
| Asignaturas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |    | ECTS                                                | Anual/Semestral | Curso/semestre |
| Destino y comportamiento de los nanomateriales en el medioambiente                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |    | 7                                                   | Anual           |                |
| Transporte, exposición y biodisponibilidad de nanomateriales                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |    | 7                                                   | Anual           |                |
| Lenguas de impartición                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |                                                     |                 |                |
| Español como lengua vehicular. Los materiales de trabajo (artículos científicos, informes y presentaciones y material on-line) serán mayoritariamente en inglés. Ciertas clases, impartidas por docentes invitados, serán también en inglés. Se dará soporte, en forma de tutorías personalizadas en: inglés a los estudiantes matriculados cuyo nivel de castellano pueda resultar un hándicap para el seguimiento de las asignaturas. |    |                                                     |                 |                |
| Competencias que el estudiante adquiere                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |    |                                                     |                 |                |
| <b>Competencias generales</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |    |                                                     |                 |                |
| CG-003: Desarrollar capacidades de resolución de problemas aplicando los conocimientos adquiridos, en entornos nuevos dentro de contextos multidisciplinares relacionados con la Nanotecnología, Ciencias Ambientales, Citotoxicología, Metalómica, Química Medioambiental, Edafología , Sedimentología, Hidrología, etc                                                                                                                |    |                                                     |                 |                |
| CG-004: Integrar conocimientos y formular juicios a partir de una información, que incluyan reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.                                                                                                                                                                                                                        |    |                                                     |                 |                |
| CG-005: Comunicar conclusiones propias, así como las razones que las sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.                                                                                                                                                                                                                                                                      |    |                                                     |                 |                |
| CG-006: Ser capaz de trabajar en equipos multidisciplinares e internacionales, compartiendo conocimientos, información, instrumentación, etc.                                                                                                                                                                                                                                                                                           |    |                                                     |                 |                |
| <b>Competencias transversales</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |                                                     |                 |                |
| CT-001: Se capaz de obtener información de distintas fuentes bibliográficas, ordenarla y analizarla críticamente para poder evaluar su utilidad y fiabilidad.                                                                                                                                                                                                                                                                           |    |                                                     |                 |                |
| CT-002: Usar de forma efectiva las tecnologías de la información y de las comunicaciones.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |    |                                                     |                 |                |
| CT-003: Adquirir capacidad para la comunicación eficaz oral, escrita o gráfica usando herramientas de presentación adecuadas, en un entorno multilingüe y multidisciplinar.                                                                                                                                                                                                                                                             |    |                                                     |                 |                |
| <b>Competencias específicas</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |    |                                                     |                 |                |
| CE-011.- Conocer las posibles rutas y mecanismos de ingreso de nanomateriales al medioambiente, así como su importancia cuantitativa.                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |    |                                                     |                 |                |
| CE-012.- Comprender los fundamentos físicos y químicos de los principales procesos de transformación y transporte de los nanomateriales en condiciones ambientales, y sus características específicas en comparación con los contaminantes convencionales.                                                                                                                                                                              |    |                                                     |                 |                |
| CE-013.- Evaluar los parámetros ambientales más importantes que afectan a la movilidad y transporte de los nanomateriales.                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |    |                                                     |                 |                |

CE-014.- Identificar el tipo de información necesario (concentración, distribución de tamaño, estabilidad, parámetros de interacción, coeficientes de transporte...) para describir y predecir cuantitativamente los flujos de nanomateriales entre los diferentes compartimentos ambientales.

CE-015.- Evaluar la información obtenida a partir de las técnicas de análisis para su integración en modelos de evaluación de la exposición ambiental y la biodisponibilidad.

CE-016.- Realizar búsquedas bibliográficas sobre temas concretos de investigación utilizando bases de datos científicos, especialmente los relacionados con el comportamiento de los nanomateriales en medios naturales y la evaluación de la exposición.

### Resultados de aprendizaje

1. Poseer una visión general y transversal de los procesos fisicoquímicos que determinan el comportamiento de los nanomateriales en sistemas medioambientales y biológicos.
2. Ser capaz de evaluar y cuantificar los diferentes flujos de nanomateriales en el medioambiente y su repercusión sobre el grado de exposición del ser humano y otros organismos.
3. Desarrollar experiencias en el laboratorio para determinar los parámetros fisicoquímicos necesarios para la evaluación de dicha exposición.

### Contenidos

#### **A.- Destino y comportamiento de los nanomateriales en el Medioambiente:**

- 1.- Uso de bases de datos bibliográficas, lectura y redacción de textos científico-técnicos en el contexto de la nanoseguridad.
- 2.- Transformaciones de los nanomateriales en el medio acuoso. Aguas naturales y fluidos biológicos. Estabilidad y procesos de agregación. Interacción con sustancias disueltas y particuladas de naturaleza orgánica e inorgánica. Degradación. Disolución. Generación de especies reactivas del oxígeno.
- 3.- Transformaciones de los nanomateriales en la atmósfera. Degradación por procesos físicos y químicos.
- 4.- Transformaciones de los nanomateriales en suelos, sedimentos y otras matrices sólidas. Degradación por procesos físicos y químicos.

#### **B.- Transporte, exposición y biodisponibilidad de los nanomateriales en el Medioambiente:**

- 1.- Transporte de NMs en el medio acuoso: difusión, sedimentación, convección. Transferencia a y desde la atmósfera y la geosfera.
- 2.- Transporte de nanomateriales en la atmósfera.
- 3.- Transporte de nanomateriales en suelos, sedimentos y otras matrices sólidas.

4.- Modelos cuantitativos de evaluación de la exposición en medios naturales y en ambientes laborales.

5.- Nanomateriales en la interfase ambiente/organismo. Biodisponibilidad.

**Sesiones prácticas en laboratorio:**

1.- Estudio experimental de la interacción de sustancias orgánicas naturales con nanopartículas inorgánicas y sus especies disueltas derivadas (determinación de isothermas de adsorción).

2.- Caracterización experimental de la superficie de nanopartículas incubadas en diferentes medios de cultivo (FT-IR, Raman, TOC, difracción circular).

3.- Estudio experimental de la estabilidad y deposición de nanopartículas sintéticas en aguas naturales, efecto de pH, salinidad y temperatura (mediante DLS, potencial zeta y espectroscopía UV-vis).

4.- Estudio experimental del transporte y retención de nanopartículas a través de una columna de suelo.

**Sesiones prácticas en aula de informática:**

1.- Uso de programas de cálculo de la especiación en aguas naturales: Visual Minteq.

2.- Programas de cálculo para la estimación de la exposición a nanomateriales en medios acuosos: Matlab.

**ACTIVIDADES FORMATIVAS**

| Actividad formativa                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Nº Horas | % Presencialidad |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------------|
| A-1 Clases expositivas/participativas                                                                                                                                                                                                                                                                              | 105      | 33               |
| A-2 Resolución de problemas relativos a las técnicas utilizadas en la caracterización, detección y cuantificación de nanomateriales.                                                                                                                                                                               | 20       | 50               |
| A-3 Resolución de casos simplificados, que requieran el diseño de una estrategia global que involucre el uso de distintas técnicas Actividades de aprendizaje cooperativo                                                                                                                                          | 45       | 33               |
| A-4 Trabajos dirigidos. Estudio de casos reales. Elaboración de informes y presentación de resultados. Realización de proyectos en grupo                                                                                                                                                                           | 60       | 25               |
| A-5 Prácticas de laboratorio: realización de actividades prácticas y elaboración de informes.                                                                                                                                                                                                                      | 40       | 75               |
| A-6 Tutorías: reuniones con los respectivos profesores individualmente o en grupo, para dirigir el aprendizaje de manera personalizada Seguimiento de casos y problemas. Pruebas de evaluación                                                                                                                     | 20       | 0                |
| A-7 Participación en foros de debate a través del Campus Virtual                                                                                                                                                                                                                                                   | 10       | 0                |
| A-8 Trabajo personal del estudiante. Incluye el estudio personal del estudiante, y su participación en el Campus Virtual y TICs realizando diversas tareas como ejercicios de autoevaluación o participación en foros y la consulta de bases de datos informáticos para obtener bibliografía y material documental | 50       | 0                |
| Total                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 350      | 30               |

### Metodologías Docentes

Durante las sesiones presenciales se trabajará sobre material didáctico (libros, artículos, material elaborado por el profesor) disponible previamente a la sesión de aula. La dinámica de estas sesiones será fundamentalmente expositiva, abierta a debate y con cuestiones sobre el material disponible.

La mayor parte del trabajo del estudiante se desarrollará a través del campus virtual (en este caso Moodle 2). Para ello todo el material se encontrará alojado en dicha plataforma para su consulta por parte del estudiante. Cada unidad didáctica contará con unos cuestionarios para el trabajo autónomo del estudiante, que permitirán además evaluar su progreso. Estas discusiones y actividades en grupo serán supervisadas por los profesores durante las tutorías.

La resolución de problemas se hará a través de tareas en la plataforma Moodle 2. Se crearán foros para realizar las consultas que podrán ser discutidas tanto por los propios estudiantes como por el profesor, así como videoconferencias cuando sea preciso.

Se realizarán trabajos dirigidos en grupos reducidos mediante la plataforma Moodle 2.

Las sesiones en el laboratorio y en aula informática se harán de forma individual o en pequeños grupos supervisados por el profesorado. Se realizarán unas cuestiones previas a la sesión, y posterior a la práctica se elaborará un informe en el que se detallen los principales resultados obtenidos.

### SISTEMAS DE EVALUACIÓN

| Sistema de evaluación                                                                                                                                            | Ponderación mínima | Ponderación máxima |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|
| Cuestionarios realizados en cada unidad didáctica                                                                                                                |                    | 30                 |
| Resolución de problemas y casos. Participación activa en las sesiones presenciales y foros                                                                       |                    | 50                 |
| Presentación, exposición y defensa de proyectos en grupo. Participación en las presentaciones y debates. Elaboración de informes de las sesiones de laboratorio. |                    | 20                 |
| <b>Observaciones</b>                                                                                                                                             |                    |                    |
|                                                                                                                                                                  |                    |                    |
|                                                                                                                                                                  |                    |                    |

**MÓDULO 4. Bioeconanotoxicología. Bioquímica y Biología Molecular en Nanoescala**

| Módulo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                     | Bioeconanotoxicología. Bioquímica y Biología Molecular en Nanoescala |                 |                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------|
| Materia                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                     |                                                                      |                 |                |
| Créditos ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 12                                                                                  | Carácter (Obligatorio...)                                            | Obligatorio     |                |
| Asignaturas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                     | ECTS                                                                 | Anual/Semestral | Curso/semestre |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Interacciones de los nanomateriales con sistemas biológicos                         | 6                                                                    | Anual           |                |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Metodología para la evaluación de la toxicidad y ecotoxicidad de los nanomateriales | 6                                                                    | Anual           |                |
| Lenguas de impartición                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                     |                                                                      |                 |                |
| Castellano como lengua vehicular. Los materiales de trabajo (artículos científicos, informes y presentaciones y material on-line) serán mayoritariamente en inglés. Ciertas clases, impartidas por docentes invitados, serán también en inglés. Se dará soporte, en forma de tutorías personalizadas en: inglés, francés e italiano a los estudiantes matriculados cuyo nivel de castellano pueda resultar un hándicap para el seguimiento de las asignaturas. |                                                                                     |                                                                      |                 |                |
| Competencias que el estudiante adquiere                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                     |                                                                      |                 |                |
| <b>Competencias generales</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                     |                                                                      |                 |                |
| CG-002: Analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las actividades humanas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                     |                                                                      |                 |                |
| CG-003: Desarrollar capacidades de resolución de problemas aplicando los conocimientos adquiridos, en entornos nuevos dentro de contextos multidisciplinares relacionados con la Nanotecnología, Ciencias Ambientales, Citotoxicología, Metalómica, Química Medioambiental, Edafología , Sedimentología, Hidrología, etc                                                                                                                                       |                                                                                     |                                                                      |                 |                |
| CG-004: Integrar conocimientos y formular juicios a partir de una información, que incluyan reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                     |                                                                      |                 |                |
| CG-005: Comunicar conclusiones propias, así como las razones que las sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                     |                                                                      |                 |                |
| CG-006: Ser capaz de trabajar en equipos multidisciplinares e internacionales, compartiendo conocimientos, información, instrumentación, etc.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                     |                                                                      |                 |                |
| <b>Competencias transversales</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                     |                                                                      |                 |                |
| CT-001: Se capaz de obtener información de distintas fuentes bibliográficas, ordenarla y analizarla críticamente para poder evaluar su utilidad y fiabilidad.                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                     |                                                                      |                 |                |
| CT-002: Usar de forma efectiva las tecnologías de la información y de las comunicaciones.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                     |                                                                      |                 |                |
| CT-003: Adquirir capacidad para la comunicación eficaz oral, escrita o gráfica usando herramientas de presentación adecuadas, en un entorno multilingüe y multidisciplinar.                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                     |                                                                      |                 |                |

### Competencias específicas

CE-017.- Conocer y saber utilizar de forma adecuada el vocabulario y la terminología específica dentro del ámbito de la toxicología y ecotoxicología de los nanomateriales.

CE-018.- Realizar búsquedas bibliográficas sobre temas concretos de investigación utilizando bases de datos científicos, especialmente los relacionados con la toxicidad y los reglamentos y legislación aplicable.

CE-019.- Conocer los mecanismos de toxicidad de los diferentes nanomateriales.

CE-020.- Desarrollar estudios de campo y diseñar procedimientos que permitan simular o reproducir condiciones ambientales a partir de los cuales predecir la toxicidad de los nanomateriales en interacción con sistemas biológicos (cultivos celulares, organismos unicelulares y organismos pluricelulares y superiores).

CE-021.-Diseño, realización e interpretación de ensayos de toxicidad in vitro y en vivo de nanomateriales.

CE-022.-Estimar los riesgos tóxicos sobre el medio ambiente sobre las personas de la exposición a los nanomateriales.

### Resultados de aprendizaje

1.- El alumno tendrá que ser capaz de diseñar una aproximación experimental para valorar el efecto tóxico (u otro tipo de interacción) sobre un sistema biológico, en función de:

- a) el tipo de nanomaterial y sus biodisponibilidad
- b) el escenario de exposición (aérea, terrestre o acuática)
- c) la vía de exposición (directa, indirecta, por contacto, ingestión o respiración...)
- d) el nivel de organización biológica del sistema estudiado (unicelular, celular, pluricelular...)

2.- Ser capaz de llevar a cabo o dirigir a otros en el desarrollo de este tipo de aproximación experimental.

3.- Valorará e interpretará de forma crítica los resultados, basándose en la información científica más actualizada posible.

4.- Ser capaz de redactar y presentar los resultados en los diferentes formatos, según la necesidad (informe técnico industrial, informe científico, artículo científico o presentación antes audiencias diversas).

### Contenidos

#### **1 Interacciones de los nanomateriales con sistemas biológicos**

- 1.1 La toxicología ambiental como ciencia pluridisciplinar
- 1.2 Consideraciones prácticas para los estudios de toxicología y ecotoxicología sobre nanomateriales
- 1.3 Bioacumulación, biotransformación, biodegradación, modo de acción tóxica.
- 1.4 Interacciones de los nanomateriales con biomoléculas
- 1.5 Factores biológicos que modifican la toxicidad de los nanomateriales
- 1.6 Factores ambientales que modifican la toxicidad de los nanomateriales
- 1.7 El caso de nanomateriales metálicos: "biotic ligand model"
- 1.8 Toxicidad de mezclas

## **2 Metodología para la evaluación de la toxicidad y ecotoxicidad de los nanomateriales**

- 2.1 La curva dosis respuesta como herramienta básica de trabajo
- 2.2 Métodos standard vs. no standard
- 2.3 Diseño experimental e hipótesis de trabajo
- 2.4 Escenarios de exposición: contacto, ingestión, inhalación, alimentación
- 2.5 Organismos de experimentación
- 2.6 Análisis de los datos e interpretación (introducción al software libre R)
- 2.7 Metodos y parámetros para valorar el impacto biológico de los nanomateriales: in vitro, in vivo, moleculares, fisiológicos, celulares, reproductivos, a nivel de organismo y de población
- 2.8 Uso de organismos como biomonitores

### **Sesiones prácticas**

Tests de ecotoxicología con diferentes organismos modelado de curvas dosis respuesta, cálculo de parámetros relevantes (EC50, NOEC, FEC, etc...)

### **ACTIVIDADES FORMATIVAS**

| Actividad formativa                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Nº Horas   | % Presencial |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|--------------|
| A-1 Clases expositivas/participativas                                                                                                                                                                                                                                                                              | 90         | 33           |
| A-3 Resolución de casos simplificados. Actividades de aprendizaje cooperativo                                                                                                                                                                                                                                      | 20         | 50           |
| A-4 Trabajos dirigidos. Estudio de casos reales. Elaboración de informes y presentación de resultados. Realización de proyectos en grupo                                                                                                                                                                           | 40         | 25           |
| A-5 Prácticas de laboratorio: realización de actividades prácticas y elaboración de informes. Consistirán en la realización de tests ecotoxicológicos sobre diferentes organismos (algas y cultivos celulares). Se dan más detalles en observaciones                                                               | 40         | 75           |
| A-6 Tutorías: reuniones con los respectivos profesores individualmente o en grupo, para dirigir el aprendizaje de manera personalizada. Seguimiento de casos y problemas. Pruebas de evaluación                                                                                                                    | 20         | 0            |
| A-7 Participación en foros de debate a través del Campus Virtual                                                                                                                                                                                                                                                   | 5          | 0            |
| A-8 Trabajo personal del estudiante. Incluye el estudio personal del estudiante, y su participación en el Campus Virtual y TICs realizando diversas tareas como ejercicios de autoevaluación o participación en foros y la consulta de bases de datos informáticos para obtener bibliografía y material documental | 55         | 0            |
| <b>Total</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>300</b> | <b>30</b>    |

### **Metodologías Docentes**

Sesiones teóricas, organizadas en dos formatos:

- a) sesiones presenciales concentradas en el inicio y parte media del curso de tres horas al inicio y final de la asignatura
- b) sesiones y presentaciones por video-conferencia que serán grabadas y puestas a disposición de los alumnos a través del Campus Virtual.
- c) Seminarios específicos impartidos por especialistas. Los seminarios podrán ser presenciales u on line (videoconferencia).
- d) sesiones prácticas en laboratorios de la Universidad de Zaragoza (y de otros centros de Investigación o Docencia participantes en el Máster), en las que los alumnos realizarán tests ecotoxicológicos con nanomateriales.

Las clases se combinarán con discusiones y actividades prácticas (búsqueda de documentación, análisis de la información recogida, producción de materiales de síntesis) tanto presenciales como virtualmente a través de las herramientas del Campus Virtual (Plataforma Moodle). Estas discusiones y actividades en grupo serán supervisadas por los profesores durante las tutorías.

Trabajos individuales y en grupo: éstos permitirán el desarrollo de los contenidos teóricos de forma autónoma y aplicarlos al estudio y resolución de casos reales propuestos por los profesores.

Presentaciones: El resultado de los trabajos individuales y en grupo se presentará oralmente ante el resto, de modo presencial o virtual.

#### **SISTEMAS DE EVALUACIÓN**

| <b>Sistema de evaluación</b>                                                                            | <b>Ponderación mínima</b> | <b>Ponderación máxima</b> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Participación activa en al menos el 80% de las sesiones presenciales y foros.                           | 0                         | 40                        |
| Entrega de trabajos e informes sobre los materiales proporcionados.                                     | 0                         | 30                        |
| Presentación, exposición y defensa de proyectos en grupo. Participación en las presentaciones y debates | 0                         | 30                        |

#### **Observaciones**

Clases prácticas: se realizarán en los laboratorios, y consistirán en la realización de tests ecotoxicológicos sobre diferentes organismos. Se expondrán suelos naturales, conteniendo diferentes organismos (comunidad bacteriana, lombrices y plantas superiores) a diferentes tipos de nanomateriales durante varios días. En cada grupo de organismos se valorará la toxicidad sobre diferentes parámetros:

-comunidad bacteriana: número de células, y capacidad de degradar diferentes sustratos de carbono

-plantas: crecimiento y fotosíntesis

-lombrices: mortalidad, peso y evitación.

Se expondrán algas (cultivos puros de *Chlamydomonas reinhardtii*) a diferentes concentraciones de nanomateriales durante 1 hora en condiciones controladas. Se analizarán los resultados mediante curvas dosis-respuesta.

## TRABAJO FIN DE MÁSTER

| Módulo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |    |                           |                 |                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---------------------------|-----------------|----------------|
| Materia                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    | Trabajo Fin de Máster     |                 |                |
| Créditos ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 12 | Carácter (Obligatorio...) | Obligatorio     |                |
| Asignaturas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |    | ECTS                      | Anual/Semestral | Curso/semestre |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |    |                           | Semestral       | 2º             |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |    |                           |                 |                |
| Lenguas de impartición                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |    |                           |                 |                |
| Castellano como lengua vehicular. Los materiales de trabajo (artículos científicos, informes y presentaciones y material on-line) serán mayoritariamente en inglés. Se dará soporte, en forma de tutorías personalizadas en inglés a los estudiantes matriculados cuyo nivel de castellano pueda resultar un hándicap para el seguimiento de su trabajo. |    |                           |                 |                |
| Competencias que el estudiante adquiere                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |                           |                 |                |
| <b>Competencias generales</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |    |                           |                 |                |
| CG-001: Manejar especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.                                                                                                                                                                                                                                                                         |    |                           |                 |                |
| CG-002: Analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las actividades humanas.                                                                                                                                                                                                                                                                |    |                           |                 |                |
| CG-003: Desarrollar capacidades de resolución de problemas aplicando los conocimientos adquiridos, en entornos nuevos dentro de contextos multidisciplinares relacionados con la Nanotecnología, Ciencias Ambientales, Citotoxicología, Metalómica, Química Medioambiental, Edafología , Sedimentología, Hidrología, etc                                 |    |                           |                 |                |
| CG-004: Integrar conocimientos y formular juicios a partir de una información, que incluyan reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.                                                                                                                                         |    |                           |                 |                |
| CG-005: Comunicar conclusiones propias, así como las razones que las sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.                                                                                                                                                                                       |    |                           |                 |                |
| CG-007: Ser capaz de desarrollar un proyecto, participando en las etapas de búsqueda bibliográfica, planificación y desarrollo de los experimentos, obtención de resultados, interpretación, y difusión de los mismos.                                                                                                                                   |    |                           |                 |                |
| <b>Competencias transversales</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |    |                           |                 |                |
| CT-001: Se capaz de obtener información de distintas fuentes bibliográficas, ordenarla y analizarla críticamente para poder evaluar su utilidad y fiabilidad.                                                                                                                                                                                            |    |                           |                 |                |
| CT-002: Usar de forma efectiva las tecnologías de la información y de las comunicaciones.                                                                                                                                                                                                                                                                |    |                           |                 |                |
| CT-003: Adquirir capacidad para la comunicación eficaz oral, escrita o gráfica usando herramientas de presentación adecuadas, en un entorno multilingüe y multidisciplinar.                                                                                                                                                                              |    |                           |                 |                |

| <b>Resultados de aprendizaje</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>1.- El alumno tendrá que ser capaz de desarrollar un trabajo experimental, teórico o bibliográfico con un alto grado de autonomía.</p> <p>2.- Valorar e interpretar de forma crítica resultados, basándose en información científica lo más actualizada posible y de los conocimientos adquiridos.</p> <p>3.- Ser capaz de redactar y presentar los resultados en diferentes formatos, así como interaccionar con profesionales de otros ámbitos y disciplinas.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Contenidos</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <p>Los estudiantes, de acuerdo a las competencias adquiridas, realizarán un trabajo fin de Máster relacionado con alguno de los aspectos desarrollados en los módulos del Máster. Podrá desarrollarse en alguna de estas modalidades:</p> <p>1.- Un trabajo de carácter experimental en el laboratorio para la obtención e interpretación de resultados generados por el propio estudiante.</p> <p>2.- Un trabajo de carácter no presencial, que requiera entre otros, el análisis y la interpretación de resultados, el estudio de modelos de comportamiento o el desarrollo y aplicación de legislación, siempre en relación directa con nanomateriales y sus usos y aplicaciones en relación con el Medioambiente.</p> <p>3.- Un trabajo bibliográfico original y crítico basado en la búsqueda de información en fuentes contrastadas.</p> |

| <b>ACTIVIDADES FORMATIVAS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                 |                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|---------------------|
| <b>Actividad formativa</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>Nº Horas</b> | <b>% Presencial</b> |
| A-9 Realización de actividades prácticas en el laboratorio, estudio de casos, búsqueda bibliográfica                                                                                                                                                                                                                     | 150             | 50                  |
| A-6 Tutorías: para dirigir el aprendizaje de manera personalizada.                                                                                                                                                                                                                                                       | 20              | 0                   |
| A-7 Participación en foros de debate a través del Campus Virtual                                                                                                                                                                                                                                                         | 5               | 0                   |
| A-8 Trabajo personal del estudiante. Incluye el estudio personal del estudiante, y su participación en el Campus Virtual y TICs realizando diversas tareas como ejercicios de autoevaluación o la consulta de bases de datos informáticos para obtener bibliografía y material documental                                | 50              | 0                   |
| A-4 Trabajo dirigido. Elaboración de la memoria.                                                                                                                                                                                                                                                                         | 55              | 0                   |
| A-10 Defensa de la memoria frente a un Tribunal                                                                                                                                                                                                                                                                          | 20              | 5                   |
| Total                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 300             |                     |
| <b>Metodologías Docentes</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                 |                     |
| <p>El seguimiento del trabajo del estudiante se hará a través de la tutorización bien presencial, en el caso de trabajos con un alto grado de experimentalidad (modalidad 1), o bien mediante el Campus Virtual en aquellos casos en los que la línea temática permita un trabajo no presencial (modalidades 2 y 3).</p> |                 |                     |

| <b>SISTEMAS DE EVALUACIÓN</b>                                                                                                                                            |                           |                           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| <b>Sistema de evaluación</b>                                                                                                                                             | <b>Ponderación mínima</b> | <b>Ponderación máxima</b> |
| Se valorará la calidad científica del trabajo presentado, la metodología utilizada, los resultados obtenidos y su interpretación, así como su defensa ante el tribunal.. | 0                         | 100                       |
| <b>Observaciones</b>                                                                                                                                                     |                           |                           |
|                                                                                                                                                                          |                           |                           |

## 6. PERSONAL ACADÉMICO

### 6.1 PERSONAL ACADÉMICO

El núcleo principal de profesorado del Máster Universitario en Nanotecnología Medioambiental lo configuran 20 profesores de los cuales 11 son del Grupo de Espectroscopía Analítica y Sensores del Instituto de Investigación en Ciencias Ambientales de Aragón, Departamento de Química Analítica de la Universidad de Zaragoza, 6 del Grupo de Investigación de Fisicoquímica de Sistemas Macromoleculares de Interés Ambiental del Departamento de Química de la Universidad de Lleida y 3 del Departamento de Química Aplicada y del Departamento de Física de la Universidad Pública de Navarra. Su experiencia docente está avalada por un total de 85 quinquenios (media de 4,25) y su calidad investigadora por 54 sexenios (media 2,7), entre otros indicadores objetivos como pueden ser publicaciones indexadas en el ISI WOK, dirección de Tesis Doctorales, proyectos en convocatorias competitivas nacionales y europeas, contratos de transferencia de I+D+I, etc

El profesorado del máster de las tres universidades tienen una amplia experiencia en trabajo docente “on-line” al llevar varios años utilizando las plataformas virtuales correspondientes y más recientemente el sistema Moodle 2. Se cuenta con el apoyo de especialistas en docencia “on-line” del Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad de Zaragoza.

En todos los casos son especialistas de reconocido prestigio a nivel internacional en sus campos de actuación, especialmente en Ciencia de Materiales, Movilidad y Biodisponibilidad de Nanomateriales, Caracterización y Especiación química, funcional y dinámica de nanopartículas y biocoloides. Este cuadro se completa con científicos especialistas en econanotoxicología y edafología provenientes de centros del CSIC (Instituto Pirenaico de Ecología e Instituto de Ciencias Agrarias), así como están comprometidos miembros de otros centros tales como Universidad Rovira i Virgili (cito y genotoxicidad), Instituto Ibérico de Nanotecnología de Braga (Nanomateriales), IPREM de la Universidad de Pau (metalómica), y Departamento de Química de la Universidad de Cincinnati (USA) con su especial aportación al ámbito de la proteómica y metabolómica experimental.

Todos ellos, junto a algunas incorporaciones puntuales que puedan realizarse para impartir charlas monográficas de exposición de los últimos avances en cuestiones muy específicas, garantizan un claustro de profesores de excelencia que avala una calidad docente del más alto nivel.

## PERSONAL DOCENTE UNIVERSITARIO

| Categoría Académica                   | Nº        | Total %       | Doctores % | Horas %<br>Media prof. implicado |
|---------------------------------------|-----------|---------------|------------|----------------------------------|
| <b>UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA</b>        |           |               |            |                                  |
| Catedrático Universidad               | 2         | 10,00         | 100        | 40                               |
| Titular Universidad                   | 9         | 45,00         | 100        | 15                               |
| <b>UNIVERSIDAD DE LLEIDA</b>          |           |               |            |                                  |
| Catedrático Universidad               | 2         | 10,00         | 100        | 11                               |
| Titular Universidad                   | 1         | 5,00          | 100        | 7                                |
| Contratado Doctor                     | 3         | 15,00         | 100        | 11                               |
| <b>UNIVERSIDAD PÚBLICA DE NAVARRA</b> |           |               |            |                                  |
| Catedrático Universidad               | 2         | 10,00         | 100        | 15                               |
| Titular Universidad                   | 1         | 5,00          | 100        | 15                               |
| <b>Total Personal Académico</b>       | <b>20</b> | <b>100,00</b> | <b>100</b> | <b>-</b>                         |

Experiencia docente e investigadora:

| Categoría Académica                   | Experiencia Docente<br>Quinquenios |          |          |          |          |          | Experiencia Investigadora<br>Sexenios |          |          |          |          |          |
|---------------------------------------|------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|---------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                                       | 1                                  | 2        | 3        | 4        | 5        | >5       | 1                                     | 2        | 3        | 4        | 5        | >5       |
| <b>UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA</b>        |                                    |          |          |          |          |          |                                       |          |          |          |          |          |
| Catedrático Universidad               | -                                  | -        | -        | 1        | -        | 1        | -                                     | -        | 1        | -        | 1        | -        |
| Titular Universidad                   | -                                  | 1        | -        | 3        | 2        | 3        | 1                                     | 3        | 3        | 1        | -        | -        |
| <b>UNIVERSIDAD DE LLEIDA</b>          |                                    |          |          |          |          |          |                                       |          |          |          |          |          |
| Catedrático Universidad               | -                                  | -        | 1        | -        | -        | 1        | -                                     | -        | 1        | -        | 1        | -        |
| Titular Universidad                   | -                                  | -        | -        | -        | -        | 1        | -                                     | -        | 1        | -        | -        | -        |
| Contratado Doctor                     | -                                  | 1        | 2        | -        | -        | -        | -                                     | 2        | 1        | -        | -        | -        |
| <b>UNIVERSIDAD PÚBLICA DE NAVARRA</b> |                                    |          |          |          |          |          |                                       |          |          |          |          |          |
| Catedrático Universidad               | -                                  | -        | -        | 2        | -        | -        | -                                     | -        | 2        | -        | -        | -        |
| Titular Universidad                   | -                                  | -        | -        | 1        | -        | -        | -                                     | 1        | -        | -        | -        | -        |
| <b>Total Personal Académico</b>       | <b>0</b>                           | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>7</b> | <b>2</b> | <b>6</b> | <b>1</b>                              | <b>6</b> | <b>9</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>0</b> |

Además se cuenta con la colaboración de profesorado de otros centros de investigación nacionales y extranjeros:

#### **Centros Nacionales:**

| <b>Institución</b>                                                                    | <b>Nº</b> | <b>Categoría</b> | <b>Quinq.</b> | <b>Sex.</b> |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------------|---------------|-------------|
| <b>IPE-CSIC. Zaragoza</b>                                                             | 1         | Investigador     | 2             | 1           |
| <b>ICMAN-CSIC. Cádiz</b>                                                              | 1         | Investigador     | 6             | 4           |
| <b>CERETOX (Centro IT) Parque Científico de Barcelona</b>                             | 2         | Investigador     | N.A.          | N.A.        |
| <b>Instituto de Ciencias Agrarias (CSIC). Madrid</b>                                  | 2         | Investigador     |               |             |
| <b>Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. Madrid</b> | 1         | Investigador     | N.A.          | 3           |
| <b>Universidad Rovira i Virgili. Tarragona</b>                                        | 2         | Investigador     |               |             |

#### **Centros Extranjeros:**

- University of Cincinnati (USA). Prof J. Caruso
- Institut Pluridisciplinaire de Recherche sur L'Environnement et les Matériaux - Université de Pau et des Pays de l'Adour. CNRS (Francia) Prof . J.Spuznar
- Iberian Nanotechnology Institute (Braga. Portugal). Prof J. Rivas
- Université Montpellier 1 Prof. J.M. Rouanet

#### **LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:**

En lo referente a sus líneas de investigación, estas se corresponden en gran medida con los ámbitos generales de objetivos científicos de los módulos planteados en este máster. El profesorado proveniente de las áreas de Ingeniería Química y Física Aplicada de la Universidad Pública de Navarra es especialista en la caracterización y aplicaciones de nanomateriales, el profesorado del área de Química Analítica de la Universidad de Zaragoza en las técnicas de detección caracterización y cuantificación de nanomateriales, los del área de Química-Física de la Universidad de Lleida son especialistas en estudios de movilidad, biodisponibilidad y transporte de nanocoloides y nanomateriales. Así mismo se cuenta con profesores/investigadores especializados en nanotoxicología, fundamentalmente provenientes del CSIC y de otros institutos de investigación.

### **Universidad de Zaragoza:**

#### Nanotecnología Y Nanociencia Medioambiental Analítica

- Especiación Funcional y Química Multielemental en Nanopartículas naturales: NOM, Coloides, Biocoloides: Fitoplancton, Proteínas
- Nuevas Técnicas y Metodologías Analíticas para la caracterización de Nanopartículas artificiales en medios naturales.

#### Sensores Analíticos Nanoestructurados

- Diseño y desarrollo de biosensores (Inmunosensores y Aptasensores) para la determinación "in situ" de contaminantes en materias primas y alimentos y otros parámetros en Bioquímica Clínica y Medio Ambiente.

### **Universidad Pública de Navarra:**

- Desarrollo y aplicaciones de nanomateriales.
- Depuración de efluentes líquidos y gaseosos contaminados. Adsorción de moléculas gaseosas y líquidas en sólidos nanoporosos.
- Combustión catalítica de compuestos orgánicos volátiles (COV), producción de hidrocarburos líquidos a partir de gas de síntesis (CO/H<sub>2</sub>), nuevos procesos de oxidación parcial.
- Valorización y minimización de la generación de residuos industriales. Mejores tecnologías disponibles.
- Sostenibilidad ambiental urbana. A21L
- Valorización y minimización de la generación de residuos industriales. Mejores tecnologías disponibles.
- Propiedades y aplicaciones de materiales magnéticos nanoestructurados (nanopartículas magnéticas)
- Sensores y actuadores
- Nanoestructuras basadas en óxidos metálicos semiconductores

### **Universidad de Lleida**

Las líneas de investigación del grupo se centran en el estudio experimental y teórico del comportamiento, transporte y biodisponibilidad de metales (tanto especies disueltas como nanopartículas de óxidos metálicos) en el medioambiente, incluyendo procesos de asociación con sustancias macromoleculares orgánicas (sustancias húmicas, polisacáridos, polielectrolitos sintéticos, nanopartículas poliméricas, etc.) y adsorción en superficies de relevancia ambiental.

### **Instituto Pirenaico de Ecología (CSIC)**

Ecotoxicología dulceacuícola y terrestre. Diseño de ensayos para evaluar impactos de nanomateriales, metales pesados, pesticidas.

## **Líneas de investigación de otros centros implicados**

### **Instituto de Ciencias Agrarias (ICA)-CSIC. Madrid**

Caracterización de la movilidad y disponibilidad de iones metálicos en suelos naturales

### **Instituto de Ciencias Marinas de Andalucía (ICMAN)-CSIC. Cádiz**

Ecotoxicología marina. Diseño y aplicación de bioensayos para organismos marinos y estuáricos. Efecto de contaminantes regulados y emergentes (fármacos y nanopartículas) sobre la biota acuática a diferentes niveles, incluyendo respuestas – omics.

### **CERETOX (Centro IT) Parque Científico. Barcelona - Universidad Rovira i Virgili. Tarragona**

Toxicología in vitro, Toxicología in vivo (toxicología aguda, toxicología a dosis repetida: toxicidad sistémica, genotoxicología, toxicología sobre el desarrollo, histopatología...), ecotoxicología, métodos alternativos a la experimentación animal, Toxicología ambiental.

### **Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. Madrid**

Estudio de los mecanismos de toxicidad de contaminantes (disruptores endocrinos, nanopartículas y otros) sobre peces y otros organismos.

### **Université Montpellier 1 (Francia)**

Mecanismos de estrés oxidativo y la influencia de la alimentación.

### **Institut Pluridisciplinaire de Recherche sur L'Environnement et les Matériaux - Université de Pau et des Pays de l'Adour. CNRS (Francia)**

Especiación, química, funcional y dinámica en muestras medioambientales. IPREM

### **Iberian Nanotechnology Institute (Braga. Portugal)**

Síntesis y caracterización de nanomateriales

### **University of Cincinnati (USA).**

Proteómica, metalómica.

## 6.2 OTROS RECURSOS HUMANOS DISPONIBLES

### Universidad de Zaragoza

El personal de apoyo disponible en la Universidad de Zaragoza será el existente en la Facultad de Ciencias y en el Instituto de Investigación de Ciencias Ambientales de Aragón (IUCA) sin necesidad de realizar nuevas contrataciones

| PAS Secretaría Facultad de Ciencias       |   |
|-------------------------------------------|---|
| Administrador                             | 1 |
| Jefe de Secretaría                        | 1 |
| Jefe de Negociado Asuntos Académicos      | 1 |
| Jefe de Negociado Asuntos Administrativos | 1 |
| Técnico en Relaciones Internacionales     | 1 |
| Puestos Básicos de Administración         | 5 |

| PAS Secretaría IUCA     |   |
|-------------------------|---|
| Técnico Administrativo  | 1 |
| Auxiliar Administrativo | 1 |

| Técnicos de Laboratorio                                               |   |
|-----------------------------------------------------------------------|---|
| Técnicos laboratorio Dpto. Química Analítica.<br>Facultad de Ciencias | 3 |
| Técnicos laboratorio IUCA                                             | 3 |

Además de los técnicos de laboratorio pertenecientes al Dpto. de Química Analítica de la Facultad de Ciencias y del Instituto de Investigación en Ciencias Ambientales (IUCA), se dispone del personal de los Servicios de Apoyo a la Investigación de la Universidad de Zaragoza, altamente cualificados para el manejo de equipos e instrumentación, que colaborarán cuando así sea necesario en el máster ENVIRONNANO.

### Universidad de Lleida

#### **Tipo de vinculación con la universidad/Departamento**

Personal cualificado de apoyo/ Química

Laboral Grupo III / Química

Personal técnico de apoyo/ Química

Personal técnico de apoyo/ Química

Auxiliar Administrativa/ Química

Técnico de investigación L-II/ Química

### **6.3 MECANISMOS PARA ASEGURAR LA IGUALDAD ENTRE HOMBRES Y MUJERES Y LA NO DISCRIMINACIÓN DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD**

La Universidad de Zaragoza, tal como se recoge en sus Estatutos (Capítulo I, Art. 3): “h) facilitará la integración en la comunidad universitaria de las personas con discapacidades; i) asegurará el pleno respeto a los principios de libertad, igualdad y no discriminación, y fomentará valores como la paz, la tolerancia y la convivencia entre grupos y personas, así como la integración social”.

Estos principios, ya contemplados en normativas de rango superior (artículos 9.2, 10, 14 y 49 de la Constitución española; ley Orgánica 3/2007, de 22 de marzo para la igualdad efectiva de mujeres y hombres; ley 51/2003, de 2 de diciembre, de igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal de las personas con discapacidad; Ley 7/2007 de 12 de Abril, del Estatuto básico del Empleado Público; Ley 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades (BOE 24/12/2001), modificada por la Ley Orgánica 4/2007, de 12 de abril, (BOE 13/04/2007), son de aplicación efectiva en los procesos de contratación del profesorado y del personal de apoyo, existiendo en la Universidad de Zaragoza órganos que velan por su cumplimiento y atienden las reclamaciones al respecto (Comisión de Garantías, Comisiones de Contratación, Tribunales de Selección, Defensor Universitario).

#### **MEDIDAS PARA ASEGURAR LA IGUALDAD ENTRE HOMBRES Y MUJERES**

En relación con los mecanismos de que se dispone para asegurar la igualdad entre hombre y mujeres, en la Universidad de Zaragoza se ha creado el Observatorio de igualdad de género, dependiendo del Vicerrectorado de Relaciones Institucionales y Comunicación, que tiene como objetivo prioritario la promoción de la igualdad de oportunidades de todas las personas que forman la comunidad universitaria. Su función es garantizar la igualdad real, fundamentalmente en los distintos ámbitos que competen a la Universidad.

Entre otras, tiene la tarea de garantizar la promoción equitativa de mujeres y hombres en las carreras profesionales tanto de personal docente e investigador como de personal de administración y servicios. Así mismo, tiene encomendada la tarea de elaborar un plan de igualdad de oportunidades específico para la Universidad de Zaragoza.

## MEDIDAS PARA ASEGURAR LA NO DISCRIMINACIÓN ACCESO AL EMPLEO PÚBLICO DE PERSONAS CON DISCAPACIDAD

El artículo 59.1 de la Ley 7/2007 de 12 de abril, del Estatuto Básico del Empleado Público, establece que las Administraciones en sus ofertas de empleo público, reservarán un cupo no inferior al 5% de las vacantes para ser cubiertas entre personas con discapacidad.

En cumplimiento de esta norma, el Pacto del Personal Funcionario de la UZ en su artículo

25.2 establece la reserva de un 5% en los procesos de selección del Personal de Administración y Servicios. Para el PDI no hay normativas equivalentes, pero los órganos encargados de la selección velan por el cumplimiento de los principios de igualdad y accesibilidad, que en algunos casos se van incluyendo ya explícitamente en las disposiciones normativas al respecto.

Asimismo, el artículo 59.2 de dicho Estatuto Básico del Empleado Público establece que cada Administración Pública adoptará las medidas precisas para establecer las adaptaciones y ajustes razonables de tiempos y medios en el proceso selectivo y, una vez superado dicho proceso, las adaptaciones en el puesto de trabajo. A este respecto, la Universidad de Zaragoza tiene establecido un procedimiento a través de su Unidad de Prevención de Riesgos Laborales, para que los Órganos de Selección realicen tanto las adaptaciones como los ajustes que se estimen necesarios. Además, se faculta a dichos Órganos para que puedan recabar informes y, en su caso, colaboración de los órganos técnicos de la Administración Laboral, Sanitaria o de los órganos competentes del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales o de la Comunidad Autónoma.

## 7. RECURSOS MATERIALES Y SERVICIOS

La docencia presencial correspondiente a la parte teórica del máster Nanotecnología Medioambiental se realizará en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Zaragoza y por los sistemas de videoconferencia disponibles en las tres universidades participantes ya que este tipo de actividad se considera presencial.

Las actividades formativas de carácter no presencial se realizarán utilizando las plataformas virtuales de las tres universidades participantes.

La docencia correspondiente a la parte práctica del máster se realizará en los laboratorios del Dpto. de Química Analítica de la Facultad de Ciencias y en los de los Servicios de Apoyo a la Investigación de la Universidad de Zaragoza. Si fuese aconsejable y necesario podrán programarse sesiones prácticas en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agraria (Universidad de Lleida) y la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y Telecomunicación (Universidad Pública de Navarra).

Los medios materiales y servicios disponibles tanto en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Zaragoza así como en los otros centros garantizan la consecución de los objetivos formativos del máster. A continuación se describe la infraestructura, equipamiento y recursos necesarios para el desarrollo del título que se propone.

Las clases prácticas de laboratorio se desarrollarán en los laboratorios del Dpto. de Química Analítica de la Facultad de Ciencias. Para algunas prácticas específicas se utilizarán instalaciones del Laboratorio de Microscopías Avanzadas (LMA) de la Universidad de Zaragoza así como diversos servicios de apoyo a la investigación (SAI) tales como Servicio de Análisis Químico, Servicio de Microscopía Electrónica de Materiales, Servicio de Microscopía Electrónica de Sistemas Biológicos, Servicio de Microscopía Óptica e Imagen, Servicio de Infracción de Rayos X y Análisis por Fluorescencia.

| Servicios                                                      | Utilización prevista                                                                                 |
|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Laboratorio de Microscopías Avanzadas (LMA)                    | Caracterización morfológica de nanomateriales en general                                             |
| Servicio de Análisis Químico                                   | Identificación, especiación y determinación cuantitativa de la composición química de nanomateriales |
| Servicio de Microscopía Electrónica de Materiales              | Técnicas complementarias a las del LMA para la caracterización morfológicas de nanomateriales        |
| Servicio de Microscopía Electrónica de Sistemas Biológicos     | Estudios de interacción nanomateriales-seres vivos a nivel celular                                   |
| Servicio de Microscopía Óptica e Imagen                        | Técnicas complementarias a las del LMA para la caracterización morfológicas de nanomateriales        |
| Servicio de Infracción de Rayos X y Análisis por Fluorescencia | Caracterización estructural y algunas determinaciones cuantitativas en nanomateriales                |

**1. INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTO FACULTAD DE CIENCIAS**  
**UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA**

|            | AULAS | AULAS DE INFORMÁTICA | SALONES DE ACTOS | LABORATORIOS | BIBLIOTECA |
|------------|-------|----------------------|------------------|--------------|------------|
| EDIFICIO A | 11    | 1                    | 1                | 1            |            |
| EDIFICIO B | 14    | 5                    | 1                |              | 1          |
| EDIFICIO C | 7     | 1                    | 1                |              | 1          |
| EDIFICIO D | 6     | 1                    |                  | 7            | 1          |
| TOTAL      | 38    | 8                    | 3                | 8            | 3          |

**AULAS:** EQUIPAMIENTO BÁSICO: retroproyector o videoproector fijo con pantalla para proyección, conexión a internet y wi-fi. La capacidad total de las aulas es de 3.360 plazas (el Aula Magna tiene capacidad para 400 alumnos)

**AULAS DE INFORMÁTICA:** EQUIPAMIENTO BÁSICO: unos 120 ordenadores entre todas las aulas, retroproyector o videoproector fijo con pantalla para proyección, conexión a internet y wi-fi

**SALONES DE ACTOS:** hay 3 salones de actos para conferencias o eventos de tipo académico con capacidad para 360 personas en total, con retroproyector o videoproector fijo con pantalla para proyección, conexión a internet y wi-fi.

**SALA DE VIDEOCONFERENCIAS:** El salón de actos del edificio B (Matemáticas) está equipado con una máquina multiconferencia POLYCOM que admite hasta tres usuarios remotos a parte del usuario local.

**LABORATORIOS:** existen 7 laboratorios generales en el edificio D (Química), y 1 en el edificio A (Física) dependientes de la Facultad de Ciencias, al margen de los que existen en los departamentos.

**BIBLIOTECA:** hay una biblioteca con ubicaciones diferentes en tres de los cuatro edificios que forman la Facultad de Ciencias. Entre su equipamiento cabe destacar 16 PCs y terminales de uso público, 8 tarjetas de red, 3 escáneres, 3 impresoras y 4 fotocopadoras. Entre los servicios que presta la biblioteca se encuentran: lectura en sala, préstamo a domicilio, hemeroteca, información presencial o a través del blog y redes sociales, servicio de reprografía y servicio de obtención de documentos. Entre los recursos bibliográficos se encuentran el catálogo Roble y las bases de datos, destacando por su carácter científico: ISI Web of Knowledge, Georef, Mathscinet, Scifinder Scholar, Scopus.

**OTROS ESPACIOS DE USO COMÚN:** La Facultad de Ciencias cuenta también con una sala de estudio con capacidad para 72 personas, espacios de uso común con red WiFi, salas de ordenadores a disposición de los alumnos, etc.

#### **PLATAFORMAS VIRTUALES PARA ENSEÑANZA SEMIPRESENCIAL (UZ).**

Dado el carácter semipresencial del máster, se hace necesario el uso del campo digital que dispone la Universidad de Zaragoza. El Anillo Digital Docente, para el curso 2014/2015 tendrá como única Plataforma Moodle 2.0., una aplicación web (software libre) que facilita la enseñanza virtual permitiendo a los profesores la gestión de cursos virtuales para sus alumnos. Cada asignatura dispone de su propio curso que el profesor organiza según sus necesidades, pudiendo utilizar foros, blogs, etc. Esta plataforma respalda la interacción grupal permitiendo también la conversación privada entre los estudiantes.

#### **LABORATORIOS DPTO. QUÍMICA ANALÍTICA. UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA:**

El Departamento de Química Analítica de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Zaragoza dispone de 5 laboratorios para las prácticas de los alumnos del máster:

- Laboratorio General de Prácticas
- Laboratorio de Espectrometría Atómica
- Laboratorio de Espectrometría Molecular
- Laboratorio de Electroanálisis y Sensores
- Laboratorio de Métodos de Separación y Flow Field Flow Fraction

#### **INSTRUMENTACIÓN DISPONIBLE**

- Espectrofluorímetro Shimadzu RF510
- Espectrofotómetro de Absorción Atómica Perkin Elmer 2380
- Cromatógrafo Gases Perkin Elmer 3920B con integrador-registrador
- Cromatógrafo Gases Varian 3300
- Cromatógrafo Líquidos Shimadzu LC-20AT
- Detector UV VIS para HPLC Shimadzu
- Espectrofluorímetro Perkin Elmer LS 45
- Luminómetro modular PTI
- Láser de Nitrogeno PTI mod. GL-3300
- Espectrofotómetro LUMIN PE LS508
- Espectrofotómetro UV-VIS-8453A
- Oxímetro
- Espectrofotómetro modular Ocean Optics QE6500
- Espectrómetro de Luminiscencia mod. LS
- Espectrofotómetro AA Perkin Elmer ET HGA-800 con inyector automático
- Sistema de Ablación láser ND Y AG 213
- Horno de grafito con inyector automático PENS 9744

- Espectrofotómetro HP 8452A Diod e Array
- Estereomicroscopio DV4ZEISS
- Microscopio estativo Axio Imager
- Potenciostato Autolab ecochemie
- Amperometric Detector LC-4c con Cell Stand C3
- FFF-Field Flow Fractionation Colloid Separation System
- PN3241 UV/VIS Detector
- Photodiode Array Detector UV
- Sistema cromatográfico para bioseparaciones
- HPLC/UPL con estación cromatográfica
- Sistema Electroforesis 1D, 2D, IEF BIORAD (fuente de potencia, cubeta, secador de geles)
- Cromatógrafo Gases Dual System Varian CP-3800 con dos puertos de olfacción ODO II (SGE)
- Detector MS Varian 240-M
- Cromatógrafo de gases Varian 3800 acoplado a Espectrometro de masas Varian Saturn 2200 (Ion trap) y sistema de inyección automática Palm System
- Cromatógrafo de gases Shimadzu GCMS-QP2010 Plus con sistema de inyección automática
- Cromatógrafo de gases Varian CP-3800-FID
- Cromatógrafo de gases 8000/8130 Carlo
- Erba con detector FID
- Cromatógrafo de gases Varian 3400CX con FID
- Cromatógrafo de gases Varian CP-3800 con detector PFPD y Sistema de inyección automática Palm System
- Cámara de flujo laminar PV100 Telstar
- Cromatógrafo líquido HPLC-MS Varian Prostart
- Espectrofotómetro UV-VIS Shimadzu UV-1700
- Rotavapor BUCHI R-215
- Centrifuga BECKMAN COULTER X-22R Q.Anal.\_F. Ciencias
- Cromatógrafo de Gases MS OP 2010 con inyector PALL LHS2-SHIM
- Espectrofotómetro UV-VIS Shimadzu UV1700
- Espectrofotómetro de absorción atómica mod. AAS 5 EAD/Solid Analytik Jena
- Espectrofotómetro de absorción atómica con fuente continua ContrAA 700 Analytik Jena
- Cromatógrafo Líquido de Alta Resolución Waters

## 2. **INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTO DPTO. QUÍMICA APLICADA y DPTO. FÍSICA DE LA UNIVERSIDAD PÚBLICA DE NAVARRA**

**CENTRO SUPERIOR DE INNOVACIÓN EDUCATIVA.** Este centro es el responsable del Aulario Virtual de la UPNA para la enseñanza virtual en la plataforma MiAulario. Este centro serviría de apoyo al profesorado para establecer las metodologías docentes que deberían acompañar al desarrollo de las clases dentro de este nuevo Máster. El centro dispone de dos aulas web (aulas virtuales) con capacidad para 15 asistentes.

**SALAS DE INFORMÁTICA:** La UPNA cuenta con 22 aulas situadas en la tercera planta del Aulario con más de 30 ordenadores cada una donde se imparten aquellas asignaturas o prácticas que requieren de este tipo de soporte de las titulaciones de grado. Cuenta además con 4 aulas de informática de libre acceso con 25 ordenadores cada una, situadas en el aulario, y un aula más situada en el edificio donde se encuentra ubicada la biblioteca. La UPNA cuenta actualmente con 115 puntos *Wifi* con posibilidad de acceso para 5750 usuarios.

El Departamento de Química Aplicada y el Departamento de Física de la Universidad Pública de Navarra cuentan con laboratorios de docencia para impartir prácticas a los estudiantes, laboratorios de Investigación y una sala instrumental.

Las dotaciones, en cuanto a equipamiento, de estos laboratorios incluyen:

#### **LABORATORIOS PARA DOCENCIA:**

- Material general de vidrio (pipetas, buretas, vasos, matraces, etc)
- Equipamiento común (equipos de agua destilada, agitadores, balanzas, pH-metros, etc).
- Baños de agua termostatizados
- Baños de ultrasonidos
- Centrífugas
- Estufas
- Espectrofotómetros UV/VIS
- Espectrofotómetros de AA, etc.

**LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN** (bajo responsabilidad de los profesores participantes en el máster), además del equipamiento básico, cuentan con:

- Dos unidades catalíticas automáticas (Microactivity Reference, PDI Eng&Tech),
- Cromatógrafos de gases con detectores FID, TCD y Masas (Agilent 6890)
- Espectrofotómetros UV-visible y AA (Perkin Elmer, Zuzi, Jenway, HACH DR/2000)
- Molino de bolas (Orto–Alresa)
- Dos estufas de vacío (VACIOTEM de Selecta)
- Dos hornos eléctricos programables (Naberthem)
- Rotavapor (Buchi 3000R)
- Centrífuga (Rotonta 460S)
- Frigoríficos
- Equipo para adsorción física y química mediante el método volumétrico estático (ASAP 2010 de Micromeritics)
- Baños criostáticos de circulación (PolyScience 9101) para el control de la temperatura de adsorción
- Equipo estándar para reducción y desorción en temperatura programada (TPD/TPR 2900 de Micromeritics)
- Equipo de difracción de rayos X (Siemens D-5000).

### **3. INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTO DPTO. QUÍMICA** **UNIVERSIDAD DE LLEIDA**

#### **Aulas y equipamiento**

La Universitat de Lleida dispone de dos campus (Campus de la ETSEA y Campus de Ciencias de la Salud) en los que ya se está impartiendo docencia relacionada con el grado en Biotecnología y que avalan la experiencia de esta universidad para poder ofertar este grado.

El campus de la ETSEA de Lleida es actualmente el principal campus agroalimentario de Cataluña en el que se imparten 6 titulaciones de grado, y 11 másteres según la nueva legislación. Ha llegado a acoger 2900 estudiantes por lo que dispone de las infraestructuras básicas para la actividad docente: aulas (1.704 m<sup>2</sup>), la mayoría de las cuales disponen de Pizarra Digital Interactiva, salas de informática (312 m<sup>2</sup>), laboratorios docentes y de investigación, etc. La superficie total es de 22.736 m<sup>2</sup>.

Todas las instalaciones generales del campus de la ETSEA están operativas y la escuela dispone de un Subdirector de Infraestructuras y Servicios para su gestión y de un Servicio de Mantenimiento.

El servicio de informática de la UdL dispone en el Campus de la ETSEA de cuatro aulas de informática (120 ordenadores) y de una sala de usuarios (30 ordenadores).

En referencia a los recursos tecnológicos, la ETSEA dispone de una página web propia, en tres idiomas (catalán, castellano e inglés): [www.etsea.udl.cat](http://www.etsea.udl.cat). En ella se proporciona información sobre:

- Escuela
- Estudios
- Investigación
- Relaciones Exteriores
- Departamentos
- Servicios
- El campus
- Universidad- Empresa
- Noticias y Convocatorias

#### **Recursos tecnológicos:**

- **Internet:** Toda la comunidad universitaria tiene acceso a Internet, mediante la conexión de red de la UdL o bien, a través de las diferentes zonas de conexión sin cables (WIFI).
- **Plataforma SAKAI (CAMPUS VIRTUAL):** El campus virtual es una herramienta de apoyo a la docencia que permite desarrollar formación semipresencial y no presencial. También puede utilizarse como un recurso de apoyo a la docencia presencial (por ejemplo, para ofrecer recursos o potenciar la comunicación entre el profesorado y el estudiantado).

- **Salas de videoconferencia:** 2 salas, de unos 60 m2 en total, con capacidad para unos 50 alumnos.
- **Intranet:** La Intranet de la UdL está formada por diversos espacios en los que únicamente pueden acceder los usuarios que tienen asignado un nombre de usuario en la red de la UdL, previa autenticación: cualquier Unidad Estructural, Centro, Departamento y Órgano de Gobierno de la UdL.
- **Correo electrónico:** Todos los miembros de la UdL: alumnos, profesores y personal de administración y servicios disponen de una cuenta de correo electrónico, a la cual también pueden acceder vía web desde el exterior (<https://correu.udl.cat>).
- **Observatorio de las TIC:** El Observatorio de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la UdL es un proyecto de la Unidad de Docencia Virtual del ICE que tiene por finalidad ofrecer un espacio de análisis y estudio de diferentes temáticas relacionadas con la utilización de las TIC en la docencia. (<http://www.ice.udl.es/udv/observatori/>)

### **Biblioteca:**

La Universitat de Lleida dispone de un servicio de Biblioteca y Documentación (SBD), reconocido con la certificación de Calidad de ANECA desde 2003, y compuesto por:

-Biblioteca Cappont: La Biblioteca de Cappont se inauguró el año 2003 en conmemoración del 700 Aniversario de la Universidad en Lérida. Concebida como en biblioteca de campus, cubre las áreas de derecho, empresariales, trabajo, informática, ingeniería, psicología, pedagogía, educación social y sociología. Ocupa 4.520m2 y dispone de 509 plazas de lectura.

-Biblioteca Ciencias de la Salud: La Biblioteca de Ciencias de la Salud "Jaume d'Agramunt" fue inaugurada el 26 de febrero de 1999 y se encuentra ubicada en el edificio de la Escuela Universitaria de Enfermería; tiene una superficie de 722 m2 y dispone de 182 plazas de lectura.

-Biblioteca ETSEA: La biblioteca, situada en la planta baja del tercer edificio del campus del ETSEA dispone de un total de 1.303 m2 y un número de 394 plazas de lectura. Su fondo se centra en los temas de agronomía, economía, explotaciones agropecuarias, hortofruticultura, jardinería, mecanización y construcciones rurales, industrias agrarias y alimenticias, explotaciones e industrias forestales, medio ambiente y ciencias del suelo.

-Biblioteca Letras: La Biblioteca de Letras se encuentra en la planta baja del Edificio del Rectorado, tiene una superficie de 1642 m, dispone de 250 plazas de lectura y cubre las áreas de Filología, Comunicación audiovisual, Geografía, Historia y Arte. Cuenta también con fondos especiales como los de los filólogos Samuel Gili Gaya y Porqueras Mayo, así como el del poeta leridano Màrius Torres, al cual se accede desde la biblioteca virtual que lleva su nombre.

-Centro de Documentación Europea: El Centro de Documentación Europea (CDE) de la Universidad de Lérida, fue creado fruto de un convenio firmado por la Comisión Europea y la escuela técnica Superior de Ingeniería Agraria, en el año 1988. Forma

parte de la red de centros de información de la Unión Europea (UE) y empieza su actividad en el año 1991.

-Biblioteca Hospital Universitario Arnau de Vilanova: Situada en la primera planta del edificio antiguo del Hospital, la biblioteca se integra funcionalmente en el SBD de la UdL, en virtud de Convenio de colaboración entre la Universidad de Lérida y el Hospital Universitario Arnau de Vilanova, para dar apoyo a los profesionales del Hospital, en el estudiantado de ciencias de la salud y a la comunidad universitaria en general.

-Biblioteca Digital de la Fundació Josep Laporte

-MEDLINE PubMed

A través del SBD se ofrecen diferentes servicios, a los que se puede acceder mediante la página web de la Biblioteca ([www.bib.udl.cat](http://www.bib.udl.cat)):

- Adquisiciones:
- Formación de usuarios
- Préstamo de ordenadores portátiles y memorias USB
- Préstamo
- Obtención de documentos (SOD): o entidades expresamente autorizadas
- Información Bibliográfica
- Reprografía
- Folletos informativos
- Refworks

#### Biblioteca digital

La Universitat de Lleida pone a disposición de los usuarios una serie de documentos que pueden ser consultados on-line:

- A) Dossier electrónico (dossier-e). El dossier es un conjunto de materiales digitalizados, el objetivo del cual es ser un complemento de apoyo a la enseñanza, la docencia y la investigación.
- B) Libros electrónicos
- C) Buscador de revistas-e
- D) Diccionarios electrónicos
- E) Enciclopedias electrónicas
- F) Bases de datos
- G) Tesis doctorales
- H) Guías temáticas
- I) Bibliotecas virtuales
- J) Prensa
- K) Diarios Oficiales
- L) Depósitos de documentos digitales

#### Laboratorios

El Dpto. de Química de la Universidad de Lleida cuenta con 2 laboratorios de investigación en química ambiental, con una superficie total aproximada de 80m<sup>2</sup>. Además del equipamiento básico, los laboratorios cuentan con:

- Equipos de valoración potenciométrica con electrodos selectivos de iones

- Potenciostatos y stands polarográficos (Metrohm A.G.) para la aplicación de técnicas electroanalíticas en dispersiones de nanomateriales,
- Sensores pasivos para la determinación de especies metálicas solubles mediante Diffusive Gradients in Thin Films (DGT Research, Inc.),
- Espectrofotometría UV-vis, Raman y FT-IR,
- Equipo de Dispersión de Luz Dinámica (DLS) y movilidad electroforética para la determinación de tamaños y potenciales zeta de nanopartículas (Malvern Zetasizer),
- Equipos de análisis elemental por ICP-MS (Agilent),
- Equipo de Fraccionamiento en Flujo por campo de Flujo, FFF (Postnova) para el fraccionamiento de nanopartículas.

#### Campus de la ETSEA

| <b>Laboratorios</b>                                                               | <b>Unidad Responsable</b>                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Análisis instrumental                                                             | Química                                     |
| Química orgánica y Bioquímica                                                     | Química                                     |
| Ingeniería ambiental                                                              | Medio Ambiente y Ciencia del Suelo          |
| Laboratorio Docente Multifuncional                                                | Química, Bioquímica y Análisis instrumental |
| Servicio de cromatografía de gases y de líquido-líquido                           | Servicios científico-técnicos UdL           |
| Espectrofotometría UV-Vis / FT-IR                                                 | Servicios científico-técnicos UdL           |
| Análisis elemental y por espectroscopía NIR                                       | Servicios científico-técnicos UdL           |
| Análisis elemental por absorción atómica de llama y plasma acoplado por inducción | Servicios científico-técnicos UdL           |
| Resonancia magnética nuclear (RMN)                                                | Servicios científico-técnicos UdL           |

#### **4. INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTO INSTITUTO PIRENAICO DE ECOLOGÍA (CSIC)**

##### **Laboratorios y equipamiento para prácticas**

1. Sistemas para el desarrollo de monocultivos algales en condiciones axénicas.
2. Sistemas para el desarrollo y experimentación con biofilms algales mediante el uso de mesocosmos (canales artificiales)
3. Métodos para la evaluación de la toxicidad de nanomateriales sobre algas mediante medidas de fotosíntesis.
4. Sistemas para evaluar el impacto tóxico sobre la fisiología (capacidad de degradar diferentes fuentes de carbono) de la comunidad bacteriana de suelos y aguas.

##### **Equipamiento para enseñanza "on-line"**

1. Sala de videoconferencia (equipada con sistema POLYCOM a través de IP y fibra óptica)
2. Disponibilidad de webcams (y banda ancha) en los ordenadores de todos los docentes implicados en el módulo.

## ACCESIBILIDAD UNIVERSAL

La Ley 51/2003, de 2 de diciembre, de igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal de las personas con discapacidad se basa y pone de relieve los conceptos de no discriminación, acción positiva y accesibilidad universal. La ley prevé, además, la regulación de los efectos de la lengua de signos, el reforzamiento del diálogo social con las asociaciones representativas de las personas con discapacidad mediante su inclusión en el Real Patronato y la creación del Consejo Nacional de la Discapacidad, y el establecimiento de un calendario de accesibilidad por ley para todos los entornos, productos y servicios nuevos o ya existentes. Establece, la obligación gradual y progresiva de que todos los entornos, productos y servicios deben ser abiertos, accesibles y practicables para todas las personas y dispone plazos y calendarios para realización de las adaptaciones necesarias.

Respecto a los productos y servicios de la Sociedad de la Información la Ley establece en su disposición final séptima, las condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación para el acceso y utilización de las tecnologías, productos y servicios relacionados con la sociedad de la información y medios de comunicación social.

Y favoreciendo la formación en diseño para todos la disposición final décima se refiere al currículo formativo sobre accesibilidad universal y formación de profesionales que el Gobierno, debe desarrollar en «diseño para todos», en todos los programas educativos, incluidos los universitarios, para la formación de profesionales en los campos del diseño y la construcción del entorno físico, la edificación, las infraestructuras y obras públicas, el transporte, las comunicaciones y telecomunicaciones y los servicios de la sociedad de la información.

La Universidad de Zaragoza ha sido sensible a los aspectos relacionados con la igualdad de oportunidades desde siempre, tomando como un objetivo prioritario desde finales de los años 80, convertir los edificios universitarios, y su entorno de ingreso en accesibles mediante la eliminación de barreras arquitectónicas.

En este sentido, se suscribieron tres convenios con el INSERSO en el que participó la Fundación ONCE que desarrollaban programas de eliminación de barreras arquitectónicas. De esta forma, en 1998 podíamos afirmar que la Universidad de Zaragoza no presentaba deficiencias reseñables en la accesibilidad física de sus construcciones.

Se han recibido muestras de reconocimiento de esta labor en numerosas ocasiones y, por citar un ejemplo de distinción, en el año 2004, la Universidad de Zaragoza obtuvo el Premio anual de accesibilidad en “Adecuación y urbanización de espacios públicos” que otorga anualmente la Asociación de Disminuidos Físicos de Aragón y el Colegio de Arquitectos.

En los convenios reseñados, existían epígrafes específicos de acomodo de mobiliario y medios en servicios de atención, en el transporte y en telenseñanza.

La Universidad de Zaragoza ha dado recientemente un paso más en esta dirección suscribiendo un nuevo convenio en 2004 para la elaboración de un Plan de

accesibilidad sensorial para la Universidad de Zaragoza que se tuvo disponible en 2005 y que se acompaña como referencia básica en los nuevos encargos de proyectos de las construcciones. El Plan fue elaborado por la empresa Vía Libre-FUNDOSA dentro del convenio suscrito por el IMSERSO, Fundación ONCE y la Universidad. Contempla el estudio, análisis de situación y planteamiento de mejoras en cuatro ámbitos de actuación: edificios, espacios públicos, transporte y sitio web.

Por lo tanto, cabe resaltar que las infraestructuras universitarias presentes y futuras tienen entre sus normas de diseño las consideraciones que prescribe la mencionada Ley 51/2003.

Junto con el cumplimiento de la reseñada Ley, se tiene en cuenta el resto de la normativa estatal, autonómica y local vigente en materia de accesibilidad.

## **MECANISMOS PARA REALIZAR O GARANTIZAR LA REVISIÓN Y EL MANTENIMIENTO DE LOS MATERIALES Y SERVICIOS DISPONIBLES EN LA UNIVERSIDAD Y SU ACTUALIZACIÓN**

Los mecanismos para realizar o garantizar la revisión y el mantenimiento de los materiales y servicios en la universidad, así como los mecanismos para su actualización son los propios de la Universidad de Zaragoza. La Universidad de Zaragoza dispone de un servicio centralizado de mantenimiento cuyo objetivo es mantener en perfecto estado las instalaciones y servicios existentes en cada uno de los Centros Universitarios.

Este servicio se presta por tres vías fundamentales:

- Mantenimiento Preventivo
- Mantenimiento Correctivo
- Mantenimiento Técnico-Legal

Para garantizar la adecuada atención en cada uno de los Centros, se ha creado una estructura de Campus que permite una respuesta más rápida y personalizada.

El equipo humano lo forman treinta y dos personas pertenecientes a la plantilla de la Universidad, distribuidos entre los cinco campus actuales: San Francisco y Paraninfo, Río Ebro, Veterinaria, Huesca y Teruel. En cada campus existe un Jefe de Mantenimiento y una serie de técnicos y oficiales de distintos gremios. Esta estructura se engloba bajo el nombre de Unidad de Ingeniería y Mantenimiento que está dirigida por un Ingeniero Superior y cuenta, además, con el apoyo de un Arquitecto Técnico.

Dada la gran cantidad de instalaciones existentes, y que el horario del personal propio de la Universidad es de 8 a 15 h, se cuenta con el apoyo de una empresa externa de mantenimiento para absorber las puntas de trabajo y cubrir toda la franja horaria de apertura de los centros. Además, se cuenta con otras empresas especializadas en distintos tipos de instalaciones con el fin de prestar una atención específica que permita cumplir las exigencias legales, cuando sea el caso.

## 8. RESULTADOS PREVISTOS

### 8.1 VALORES CUANTITATIVOS ESTIMADOS PARA LOS INDICADORES Y SU JUSTIFICACIÓN

De acuerdo con la instrucción 8.1 de la ANECA para la cumplimentación de las memorias de verificación de títulos nuevos, en este apartado de resultados previstos se han utilizado valores procedentes de títulos de ramas de conocimiento similares tales como Nanociencia y Nanotecnología en general o másteres universitarios en Investigación Química, tomando como referencia datos de los cursos 2009-10, 2010-11, 2011-12.

Tasa de graduación: 100%

Tasa de abandono: 0%

Tasa de eficiencia: 100%. En el caso de este máster y aventurando una posible situación de futuro es posible que esta tasa de eficiencia pudiera ser algo inferior debido a que la novedad y la singularidad del tema podría hacer que hubiera alumnos que se matriculasen solo en algunos módulos y asignaturas.

### 8.2 PROCEDIMIENTO GENERAL PARA VALORAR EL PROGRESO Y RESULTADOS

**Informe Anual de los Resultados de Aprendizaje.** La Comisión Paritaria Coordinadora (CPC) será la encargada de evaluar anualmente, mediante un Informe de los Resultados de Aprendizaje, el progreso de los estudiantes en el logro de los resultados de aprendizaje previstos en el conjunto de la titulación y en los diferentes módulos que componen el plan de estudios. El Informe Anual de los Resultados de Aprendizaje formará parte de la Memoria de Calidad del Título, elaborada por la citada Comisión. Este informe estará basado en la observación de los resultados obtenidos por los estudiantes en sus evaluaciones en los diferentes módulos o materias. La distribución estadística de las calificaciones y las tasas de éxito y rendimiento académico en los diferentes módulos será analizada en relación a los objetivos y resultados de aprendizaje previstos en cada uno de ellos. Para que el análisis de estas tasas produzca resultados significativos es necesaria una validación previa de los objetivos, criterios y sistemas de evaluación que se siguen por parte del profesorado encargado de la docencia. Esta validación tiene como fin asegurar que, por un lado, los resultados de aprendizaje exigidos a los estudiantes son coherentes con respecto a los objetivos generales de la titulación y resultan adecuados a su nivel de exigencia; y, por otro lado, esta validación pretende asegurar que los sistemas y criterios de

evaluación utilizados son adecuados para los resultados de aprendizaje que pretenden evaluar, y son suficientemente transparentes y fiables.

Por esta razón, el Informe Anual de los Resultados de Aprendizaje se elaborará siguiendo tres procedimientos fundamentales que se suceden y se complementan entre sí:

**1. Guías docentes.** Aprobación, al inicio de cada curso académico, por parte del Coordinador General, primero, y la CPC, en segunda instancia, de la guía docente elaborada por el equipo de profesores responsable de la planificación e impartición de la docencia en cada bloque o módulo del Plan de Estudios. Esta aprobación validará, expresamente, los resultados de aprendizaje previstos en dicha guía como objetivos para cada módulo, así como los indicadores que acreditan su adquisición a los niveles adecuados. Igualmente, la aprobación validará expresamente los criterios y procedimientos de evaluación previstos en este documento, a fin de asegurar su adecuación a los objetivos y niveles previstos, su transparencia y fiabilidad. El Coordinador General será responsable de acreditar el cumplimiento efectivo, al final del curso académico, de las actividades y de los criterios y procedimientos de evaluación previstos en las guías docentes.

**2. Datos de resultados.** Cálculo de la distribución estadística de las calificaciones y las tasas de éxito y rendimiento académico obtenidas por los estudiantes para los diferentes módulos, en sus distintas materias y actividades.

**3. Análisis de resultados y conclusiones.** Elaboración del Informe Anual de Resultados de Aprendizaje. Este informe realiza una exposición y evaluación de los resultados obtenidos por los estudiantes en el curso académico. Se elabora a partir del análisis de los datos del punto anterior y de los resultados del Cuestionario de la Calidad de la Experiencia de los Estudiantes, así como de la consideración de la información y evidencias adicionales solicitadas sobre el desarrollo efectivo de la docencia ese año y de las entrevistas que se consideren oportunas con los equipos de profesorado y los representantes de los estudiantes.

El Informe Anual de Resultados de Aprendizaje deberá incorporar:

a) Una tabla con las estadísticas de calificaciones, las tasas de éxito y las tasas de rendimiento para los diferentes módulos en sus distintas materias y actividades.

b) Una evaluación cualitativa de esas calificaciones y tasas de éxito y rendimiento que analice los siguientes aspectos: - La evolución global en relación a los resultados obtenidos en años anteriores - Módulos, materias o actividades cuyos resultados se consideren excesivamente bajos, analizando las causas y posibles soluciones de esta situación y teniendo en cuenta que estas causas pueden ser muy diversas, desde unos resultados de aprendizaje o niveles excesivamente altos fijados como objetivo, hasta una planificación o desarrollo inadecuados de las actividades de aprendizaje, pasando por carencias en los recursos disponibles o una organización académica ineficiente. - Módulos, materias o actividades cuyos resultados se consideren óptimos,

analizando las razones estimadas de su éxito. En este apartado y cuando los resultados se consideren de especial relevancia, se especificarán los nombres de los profesores responsables de estas actividades, materias o módulos para su posible Mención de Calidad Docente para ese año, justificándola por los excepcionales resultados de aprendizaje (tasas de éxito y rendimiento) y en la especial calidad de la planificación y desempeño docentes que, a juicio de la Comisión, explican esos resultados.

c) Conclusiones.

d) Un anexo (1) con el documento de aprobación formal de las guías docentes de los módulos, acompañado de la documentación pertinente. Se incluirá también la acreditación, por parte del coordinador de Titulación del cumplimiento efectivo durante el curso académico de lo contenido en dichas guías.

Este Informe deberá entregarse antes del 15 de octubre de cada año a la dirección Centro y a la Comisión de Garantía de Calidad de la Universidad de Zaragoza para su consideración a los efectos oportunos.

## **9. SISTEMAS DE GARANTÍA DE CALIDAD**

De acuerdo con el Convenio firmado por las tres Universidades para la organización e impartición del Máster en Nanotecnología Medioambiental, el Sistema de Garantía de Calidad del Máster se regirá por la normativa de la Universidad coordinadora que es la Universidad de Zaragoza.

En el siguiente enlace de la Universidad de Zaragoza aparece descrito el sistema de garantía de calidad: <http://www.unizar.es/innovacion/calidad/procedimientos.html>.

## **10. CALENDARIO DE IMPLANTACIÓN**

Curso de implantación 2014-15

# ANEXO VINCULACIÓN ÁREAS DE CONOCIMIENTO

|   | MÓDULO                                                        | ECTS | MATERIA                                                              | ECTS | ASIGNATURA                                                                           | ECTS | AREA DE CONOCIMIENTO                                                                                                                                                                |
|---|---------------------------------------------------------------|------|----------------------------------------------------------------------|------|--------------------------------------------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | NANOMATERIALES Y MEDIO AMBIENTE                               | 8    | Nanomateriales y medio ambiente                                      | 8    | Nanomateriales y medio ambiente                                                      | 8    | Física Aplicada<br>Ingeniería Química<br>Química Analítica<br>Química Física<br>Tecnología del medio ambiente                                                                       |
| 2 | DETECCIÓN, CARACTERIZACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE NANOMATERIALES | 14   | Detección, caracterización y cuantificación de nanomateriales        | 14   | Técnicas para la detección, caracterización y cuantificación de nanomateriales I     | 8    | Ingeniería Química<br>Química Analítica<br>Química Física<br>Tecnología del medio ambiente                                                                                          |
|   |                                                               |      |                                                                      |      | Técnicas para la detección, caracterización y cuantificación de nanomateriales II    | 6    | Ingeniería Química<br>Química Analítica<br>Química Física<br>Tecnología del medio ambiente                                                                                          |
| 3 | BIODISPONIBILIDAD Y MOVILIDAD DE NANOMATERIALES               | 14   | Destino y comportamiento de los nanomateriales en el medioambiente   | 7    | Destino y comportamiento de los nanomateriales en el medioambiente                   | 7    | Ingeniería Química<br>Química Analítica<br>Química Física<br>Tecnología del medio ambiente                                                                                          |
|   |                                                               |      | Transporte, exposición y biodisponibilidad de nanomateriales         | 7    | Transporte, exposición y biodisponibilidad de nanomateriales                         | 7    | Ingeniería Química<br>Química Analítica<br>Química Física<br>Tecnología del medio ambiente                                                                                          |
| 4 | NANOTOXICOLOGÍA                                               | 12   | Interacciones de nanomateriales con sistemas biológicos              | 6    | Interacciones de nanomateriales con sistemas biológicos                              | 6    | Biología Celular<br>Bioquímica y Biología Molecular<br>Ingeniería Química<br>Química Analítica<br>Química Física<br>Tecnología del medio ambiente<br>Toxicología                    |
|   |                                                               |      | Evaluación de la toxicidad de nanomateriales: métodos y conclusiones | 6    | Metodologías para la evaluación de la toxicidad y ecotoxicidad de los nanomateriales | 6    | Biología Celular<br>Bioquímica y Biología Molecular<br>Ingeniería Química<br>Química Analítica<br>Química Física<br>Tecnología del medio ambiente<br>Toxicología                    |
| 5 | TRABAJO FIN MÁSTER                                            | 12   |                                                                      |      |                                                                                      |      | Biología Celular<br>Bioquímica y Biología Molecular<br>Física Aplicada<br>Ingeniería Química<br>Química Analítica<br>Química Física<br>Tecnología del medio ambiente<br>Toxicología |
|   | TOTAL                                                         | 60   |                                                                      |      |                                                                                      |      |                                                                                                                                                                                     |