

IMPRESO SOLICITUD PARA VERIFICACIÓN DE TÍTULOS OFICIALES

1. DATOS DE LA UNIVERSIDAD, CENTRO Y TÍTULO QUE PRESENTA LA SOLICITUD

De conformidad con el Real Decreto 1393/2007, por el que se establece la ordenación de las Enseñanzas Universitarias Oficiales

UNIVERSIDAD SOLICITANTE	CENTRO	CÓDIGO CENTRO	
Universidad Politécnica de Catalunya	Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (BARCELONA)	08032877	
NIVEL	DENOMINACIÓN CORTA		
Máster	Métodos Numéricos en Ingeniería		
DENOMINACIÓN ESPECÍFICA			
Máster Universitario en Métodos Numéricos en Ingeniería por la Universidad Politécnica de Catalunya			
RAMA DE CONOCIMIENTO			
Ingeniería y Arquitectura			
CONJUNTO	CONVENIO		
No			
HABILITA PARA EL EJERCICIO DE PROFESIONES REGULADAS	NORMA HABILITACIÓN		
No			
SOLICITANTE			
NOMBRE Y APELLIDOS	CARGO		
Ana Sastre Requena	Vicerectora de Política Acadèmica de la Universitat Politècnica de Catalunya		
Tipo Documento	Número Documento		
NIF	38408777L		
REPRESENTANTE LEGAL			
NOMBRE Y APELLIDOS	CARGO		
Antoni Giró Roca	Rector de la Universitat Politècnica de Catalunya		
Tipo Documento	Número Documento		
NIF	39826078Z		
RESPONSABLE DEL TÍTULO			
NOMBRE Y APELLIDOS	CARGO		
Ramon Codina Rovira	Catedrático de universidad		
Tipo Documento	Número Documento		
NIF	46620264T		
2. DIRECCIÓN A EFECTOS DE NOTIFICACIÓN			
A los efectos de la práctica de la NOTIFICACIÓN de todos los procedimientos relativos a la presente solicitud, las comunicaciones se dirigirán a la dirección que figure en el presente apartado.			
DOMICILIO	CÓDIGO POSTAL	MUNICIPIO	TELÉFONO
c/ Jordi Girona, 31	08034	Barcelona	934016101
E-MAIL	PROVINCIA	FAX	
rector@upc.edu	Barcelona	934016201	

### 3. PROTECCIÓN DE DATOS PERSONALES

De acuerdo con lo previsto en la Ley Orgánica 5/1999 de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal, se informa que los datos solicitados en este impreso son necesarios para la tramitación de la solicitud y podrán ser objeto de tratamiento automatizado. La responsabilidad del fichero automatizado corresponde al Consejo de Universidades. Los solicitantes, como cedentes de los datos podrán ejercer ante el Consejo de Universidades los derechos de información, acceso, rectificación y cancelación a los que se refiere el Título III de la citada Ley 5-1999, sin perjuicio de lo dispuesto en otra normativa que ampare los derechos como cedentes de los datos de carácter personal.

El solicitante declara conocer los términos de la convocatoria y se compromete a cumplir los requisitos de la misma, consintiendo expresamente la notificación por medios telemáticos a los efectos de lo dispuesto en el artículo 59 de la 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común, en su versión dada por la Ley 4/1999 de 13 de enero.

	En: Barcelona, AM 23 de diciembre de 2011
	Firma: Representante legal de la Universidad

## 1. DESCRIPCIÓN DEL TÍTULO

### 1.1. DATOS BÁSICOS

NIVEL	DENOMINACIÓN ESPECÍFICA	CONJUNTO	CONVENIO	CONV. ADJUNTO
Máster	Máster Universitario en Métodos Numéricos en Ingeniería por la Universidad Politécnica de Catalunya	No		Ver anexos. Apartado 1.

#### LISTADO DE ESPECIALIDADES

No existen datos

RAMA	ISCED 1	ISCED 2
Ingeniería y Arquitectura	Programas de formación básica	

#### NO HABILITA O ESTÁ VINCULADO CON PROFESIÓN REGULADA ALGUNA

#### AGENCIA EVALUADORA

Agència per a la Qualitat del Sistema Universitari de Catalunya (AQU)

#### UNIVERSIDAD SOLICITANTE

Universidad Politécnica de Catalunya

#### LISTADO DE UNIVERSIDADES

CÓDIGO	UNIVERSIDAD
024	Universidad Politécnica de Catalunya

#### LISTADO DE UNIVERSIDADES EXTRANJERAS

CÓDIGO	UNIVERSIDAD
No existen datos	

#### LISTADO DE INSTITUCIONES PARTICIPANTES

No existen datos

### 1.2. DISTRIBUCIÓN DE CRÉDITOS EN EL TÍTULO

CRÉDITOS TOTALES	CRÉDITOS DE COMPLEMENTOS FORMATIVOS	CRÉDITOS EN PRÁCTICAS EXTERNAS
120		30
CRÉDITOS OPTATIVOS	CRÉDITOS OBLIGATORIOS	CRÉDITOS TRABAJO FIN GRADO/MÁSTER
15	45	30

#### LISTADO DE ESPECIALIDADES

ESPECIALIDAD	CRÉDITOS OPTATIVOS
No existen datos	

### 1.3. Universidad Politécnica de Catalunya

#### 1.3.1. CENTROS EN LOS QUE SE IMPARTE

##### LISTADO DE CENTROS

CÓDIGO	CENTRO
08032877	Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (BARCELONA)

#### 1.3.2. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (BARCELONA)

##### 1.3.2.1. Datos asociados al centro

##### TIPOS DE ENSEÑANZA QUE SE IMPARTEN EN EL CENTRO

PRESENCIAL	SEMIPRESENCIAL	VIRTUAL
Si	Si	Si

##### PLAZAS DE NUEVO INGRESO OFERTADAS

PRIMER AÑO IMPLANTACIÓN		SEGUNDO AÑO IMPLANTACIÓN	
35		50	
<b>TIEMPO COMPLETO</b>			
<b>ECTS MATRÍCULA MÍNIMA</b>		<b>ECTS MATRÍCULA MÁXIMA</b>	
<b>PRIMER AÑO</b>	45.0	60.0	
<b>RESTO DE AÑOS</b>	45.0	75.0	
<b>TIEMPO PARCIAL</b>			
<b>ECTS MATRÍCULA MÍNIMA</b>		<b>ECTS MATRÍCULA MÁXIMA</b>	
<b>PRIMER AÑO</b>	30.0	45.0	
<b>RESTO DE AÑOS</b>	30.0	45.0	
<b>NORMAS DE PERMANENCIA</b>			
<a href="http://www.upc.edu/sga/normatives/normatives-academiques-de-la-upc/estudis-de-master-universitari-namu">http://www.upc.edu/sga/normatives/normatives-academiques-de-la-upc/estudis-de-master-universitari-namu</a>			
<b>LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE</b>			
<b>CASTELLANO</b>	<b>CATALÁN</b>	<b>EUSKERA</b>	
Si	Si	No	
<b>GALLEGO</b>	<b>VALENCIANO</b>	<b>INGLÉS</b>	
No	No	Si	
<b>FRANCÉS</b>	<b>ALEMÁN</b>	<b>PORTUGUÉS</b>	
No	No	No	
<b>ITALIANO</b>	<b>OTRAS</b>		
No	No		

## 2. JUSTIFICACIÓN, ADECUACIÓN DE LA PROPUESTA Y PROCEDIMIENTOS

Ver anexos, apartado 2.

### 3. COMPETENCIAS

3.1 COMPETENCIAS BÁSICAS Y GENERALES
<b>BÁSICAS</b>
CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación
CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio
CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios
CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades
CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.
<b>GENERALES</b>
CG1 - Conocimiento de los métodos numéricos y mecanismos de solución. Completar y consolidar la formación básica del alumno en la resolución de problemas mediante métodos numéricos y computacionales reforzando su conocimiento de las bases así como de las aplicaciones específicas.
CG2 - Conocimiento de las teorías y aplicaciones de los métodos numéricos. Capacidad para adquirir conocimiento y comprensión avanzados sobre las teorías y aplicaciones de los métodos numéricos en la solución de problemas de ingeniería.
CG3 - Experiencia en la solución de problemas mediante los métodos numéricos. Capacidad para adquirir experiencia y criterio en la aplicación de métodos numéricos a través de la utilización de programas de cálculo, pre y post procesadores gráficos, lenguajes de programación y librerías de cálculo científico.
CG4 - Consolidación de los criterios de aplicación de los métodos numéricos. Completar y consolidar los conocimientos, los criterios y el espíritu crítico para plantear la soluciones convencionales y así como para realizar análisis de resultados en problemas característicos de modelización numérica.
CG5 - Conocimiento de las redes sociales en el entorno de los métodos numéricos Conocer y adquirir una conciencia crítica sobre la vanguardia de la comunidad española, europea e internacional de métodos numéricos en ingeniería.
CG6 - Modelización numérica de problemas reales. Profundizar en la habilidad para resolver problemas reales de ingeniería mediante modelización numérica a través de la identificación del modelo matemático subyacente, del método de cálculo más adecuado y de la interpretación crítica de los resultados.
CG7 - Independencia crítica. Adquirir capacidad para utilizar de forma autónoma su conocimiento y comprensión de la ingeniería computacional para diseñar soluciones a problemas nuevos o poco familiares, incorporando conocimientos y saber hacer teóricos y prácticos, si es necesario, de otras disciplinas de la ingeniería y las ciencias básicas, y diseñando nuevos métodos de resolución originales y adecuados a los objetivos finales planteados.
CG8 - Conocimiento de los alcances de los métodos numéricos. Comprender la aplicabilidad y limitaciones de la modelización numérica y de las tecnologías de cálculo existentes.
CG9 - Independencia investigadora. Adquirir experiencia y autonomía en la búsqueda, filtraje, recopilación y síntesis de información científico y técnica de vanguardia.
<b>3.2 COMPETENCIAS TRANSVERSALES</b>
CT1 - Capacidad emprendedora y de innovación. Conocer y entender los mecanismos en que se basa la investigación científica así como los mecanismos e instrumentos de transferencia de resultados entre los diferentes agentes socioeconómicos implicados en los procesos de I+D+i. adquiriendo la capacidad de ejercer de líder de un equipo de trabajo compuesto por diversos perfiles y disciplinas profesionales.
CT2 - Sostenibilidad y compromiso social. Ser capaz de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.

CT3 - Tercera lengua. Tener conocimiento del inglés como tercera lengua, en un nivel adecuado de forma oral y escrita en consonancia con las necesidades de trabajar y comunicarse de forma efectiva en entornos internacionales e interculturales.

CT4 - Comunicación eficaz oral y escrita. Mejorar la capacidad de comunicación: presentaciones orales, elaboración de informes profesionales y científicos de forma clara y concisa para comunicar sus conclusiones, los conocimientos y razones últimas que la sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

CT5 - Trabajo en equipo. Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinario, tanto como un miembro más, o realizando tareas de dirección con el fin de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos considerando los recursos y tiempos disponibles. Obtener un buen conocimiento de la comunidad de métodos numéricos en ingeniería a nivel nacional e internacional

CT6 - Uso solvente de los recursos de la información. Gestionar la adquisición, estructuración, análisis y visualización de datos e información bibliográfica e informática de carácter científico y técnico y valorar de forma crítica los resultados de esta gestión

CT7 - Aprendizaje autónomo. Detectar carencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento y motivarse para proseguir la formación continua a lo largo de su vida profesional.

### 3.3 COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

CE1 - Conocimientos de modelización numérica práctica. Capacidad para adquirir conocimientos en modelización numérica avanzada aplicada a distintas áreas de la ingeniería tales como: o Ingeniería civil y medioambiental o Ingeniería mecánica y aeroespacial o Nanoingeniería y bioingeniería o Ingeniería naval y marina, etc.

CE2 - Conocimientos del estado del arte en algoritmos numéricos. Capacidad para ponerse al día en las últimas tecnologías numéricas para la resolución de problemas de ingeniería y ciencias aplicadas.

CE3 - Conocimientos de modelización de materiales Capacidad para adquirir los conocimientos relativos a los modelos físicos modernos de ciencia de materiales (modelos constitutivos avanzados) en mecánica de sólidos y de fluidos

CE4 - Conocimientos de criterios de validación y verificación Capacidad de gestión de las técnicas de control de calidad de la simulación numérica (Validación y Verificación)

CE5 - Experiencia en simulaciones numéricas. Adquisición de soltura en las herramientas de simulación numérica modernas y su aplicación en problemas multidisciplinares de ingeniería y ciencias aplicadas.

CE6 - Interpretación de modelos numéricos. Comprender la aplicabilidad y las limitaciones de las distintas técnicas de cálculo por ordenador

CE7 - Experiencia en la programación de métodos de cálculo. Capacidad para adquirir formación en el desarrollo y utilización de programas de cálculo existentes, así como de pre y post procesadores, conocimiento de lenguajes de programación y de librerías de cálculo estándar.

## 4. ACCESO Y ADMISIÓN DE ESTUDIANTES

### 4.1 SISTEMAS DE INFORMACIÓN PREVIO

Ver anexos. Apartado 3.

### 4.2 REQUISITOS DE ACCESO Y CRITERIOS DE ADMISIÓN

#### Acceso

De acuerdo con lo previsto en el artículo 16 del Real Decreto 1393/2007, modificado por el Real Decreto 861/2010, podrán acceder a enseñanzas oficiales de master quienes reúnan los requisitos exigidos:

Estar en posesión de un título universitario oficial español u otro expedido por una institución de educación superior perteneciente a otro Estado integrante del Espacio Europeo de Educación Superior que faculte en el mismo para el acceso a enseñanzas de master.

Asimismo, podrán acceder 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 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 Master.

En el caso de la versión presencial, que será impartida en inglés, el alumno deberá acreditar un nivel básico de este idioma, que podrá ser justificado mediante cualquier título oficial de nivel básico o superior. En el caso de que el candidato no disponga de ningún título oficial, se solicitará una evaluación de sus conocimientos por parte del Servei de Llengües i Terminologia de la Universitat Politècnica de Catalunya (<http://www.upc.edu/slt>)

### Admisión

El artículo 17 del Real Decreto 1393/2007, modificado por el Real Decreto 861/2010, regula la admisión a las enseñanzas de master y establece que los estudiantes podrán ser admitidos conforme a los requisitos específicos y criterios de valoración que establezca la universidad.

De acuerdo con la normativa académica de masters universitarios aprobada por el Consejo de Gobierno de la Universitat Politècnica de Catalunya, los estudiantes pueden acceder a cualquier master universitario de la UPC, relacionado o no con su currículum universitario, previa admisión por parte del órgano responsable del master, de conformidad con los requisitos de admisión específicos y los criterios de valoración de méritos establecidos.

Los requisitos específicos de admisión al master son competencia del órgano responsable y tienen el objetivo de asegurar la igualdad de oportunidades de acceso a la enseñanza para estudiantes calificados suficientemente. En todos los casos, los elementos que se consideren incluirán la ponderación de los expedientes académicos de los candidatos y la acreditación de determinados conocimientos de idiomas.

El proceso de selección se podrá completar con la valoración de aspectos del currículum, como los méritos que tengan una relevancia o significación especiales en relación con el programa solicitado. El órgano responsable del master hará públicos los requisitos específicos de admisión y los criterios de valoración de méritos y de selección de candidatos especificados antes del inicio del periodo general de preinscripción de los masters universitarios a través de los medios que considere adecuados. En cualquier caso, estos medios tendrán que incluir siempre la publicación de esta información en el sitio web institucional de la UPC.

Asimismo, dicho órgano responsable resolverá las solicitudes de acceso de acuerdo con los criterios mencionados y publicará el listado de estudiantes admitidos.

### Requisitos específicos de admisión

El master de Métodos Numéricos en Ingeniería está abierto a estudiantes con perfiles de ingreso recomendado muy diversos, desde graduados en matemáticas o física hasta ingenieros de distintas especialidades.

### Criterios de valoración de méritos y selección

En el proceso de admisión se tendrán en cuenta los siguientes elementos, con los pesos indicados: expediente académico (70 %), currículum (10 %), carta de motivación y/o entrevista personal (10 %) y

dos cartas de recomendación de profesores/investigadores o de ingenieros cualificados de empresas que conozcan a los futuros alumnos (10 %). Estos criterios se publicarán en la web del master. La puntuación final se utilizará como criterio de admisión en el supuesto de que la demanda supere la oferta.

### **Órganos y mecanismos de coordinación docente**

La Comisión de Gestión del Master Universitario en Métodos Numéricos en Ingeniería, cuya misión es coordinar la oferta formativa y asegurar su calidad, estará compuesta por:

El Director del master, que la presidirá

Tres personas nombradas por la ETSECCPB y los Deptos de RMEE y Matemática Aplicada III de la UPC.

Un estudiante, en representación de los estudiantes matriculados en el master

Las funciones de la Comisión de Gestión del Master Universitario en Métodos Numéricos en Ingeniería son:

Aprobar las candidaturas para la admisión y selección y los sistemas de reclamación

Seguir, en el proceso de admisión, los procedimientos estipulados por la Generalitat de Catalunya y velar por el cumplimiento de la normativa académica sobre este tema

Desarrollar un protocolo y un plan para distribuir y publicitar el master

Informar sobre las condiciones de convenios de colaboración

Responsabilizarse del funcionamiento general del programa, de estimular y coordinar la movilidad y de analizar los resultados que garanticen la calidad del master

Elaborar el plan de usos e infraestructuras y servicios compartidos que potencie el rendimiento del estudiante: de aularios, de espacios docentes, etc.

Plantear propuestas de mejora a través del análisis de los puntos débiles y de las potencialidades del master, así como establecer mecanismos para hacer un seguimiento de la implantación.

Establecer la periodicidad de sus reuniones y el sistema de toma de decisiones para llegar a los acuerdos correspondientes

Decidir sobre los aspectos docentes que no estén regulados por las disposiciones legales o por la normativa de la universidad



Definir y publicar los mecanismos, calendario y procedimiento para que los reconocimientos académicos se hagan efectivos en los expedientes del alumnado susceptible

#### 4.3 APOYO A ESTUDIANTES

Los mecanismos de apoyo y orientación a los estudiantes ya matriculados son los siguientes:

- ¿ El Director del curso, que atiende las consultas de los estudiantes en su despacho.
- ¿ El tutor. A cada estudiante se le asigna un tutor en el momento de acceder al master, que lo orienta en cuestiones académicas. Dicho tutor puede ser el propio Director del master, el profesor responsable de una asignatura o cualquier otro profesor del master.

La acción tutorial se plantea en la titulación como un servicio de atención al estudiantado, mediante el cual el profesorado orienta, informa y asesora de forma personalizada.

La orientación que propicia la tutoría constituye un soporte al alumnado para facilitar su adaptación a la universidad. Se persigue un doble objetivo:

- ¿ Realizar un seguimiento en cuanto a la progresión académica
- ¿ Asesorar respecto a la trayectoria curricular y el proceso de aprendizaje (métodos de estudio, recursos disponibles)

La secretaría del curso, que orienta en cuestiones administrativas, ya sea presencialmente o a través de la e-secretaría.

A modo orientativo el calendario de acogida y orientación de los estudiantes y el responsable de las acciones correspondientes a la modalidad presencial y mixta son:

Periodo	Acción	Responsable
Inicio del Master	Acogida	Coordinador del Master Servicio de Acogida de la UPC (proyecto “La UPC te Informa”) Sesión de bienvenida de la ETSECCPB
Matricula	Tutor (supervisión)	
Inicio Segundo semestre	Matricula	Tutor (supervisión)
Inicio Tercer semestre	Matricula	Tutor (supervisión)
Inicio Cuarto semestre	Matricula	Tutor (supervisión)
Asignación del Director de Tesis	Coordinador del Master / Tutor	
Durante el Cuarto semestre	Dirección de Tesis	Director de Tesis

Para los estudiantes que sigan la versión a distancia, estas actividades podrán llevarse a cabo a través de Internet mediante el Centro Virtual que se pondrá a disposición del Master (ver apartado 1.3.1 y 7.1) y con la ayuda de la red de Aulas CIMNE ( <http://www.cimne.com/aulascimne>), que servirá de apoyo personal.

El estudiante podrá consultar al tutor que se le asigne al inicio del master cualquier duda que le surja sobre el funcionamiento administrativo del mismo.

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

##### Reconocimiento de Créditos Cursados en Enseñanzas Superiores Oficiales no Universitarias

MÍNIMO	MÁXIMO

##### Reconocimiento de Créditos Cursados en Títulos Propios

MÍNIMO	MÁXIMO

##### Adjuntar Título Propio

Ver anexos. Apartado 4.

##### Reconocimiento de Créditos Cursados por Acreditación de Experiencia Laboral y Profesional

MÍNIMO	MÁXIMO

En aplicación del artículo 6 del Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales, modificado por el Real Decreto 861/2010, el Consejo de Gobierno de esta universidad ha aprobado la Normativa Académica de los estudios de Masteres Universitarios de la UPC. Esta normativa, de aplicación a los estudiantes que cursen enseñanzas oficiales conducentes a la obtención de un título de master, es pública y requiere la aprobación de los Órganos de Gobierno de la universidad en caso de modificaciones.

En dicha normativa se regulan, de acuerdo a lo establecido en el artículo 6 antes mencionado, los criterios y mecanismos de reconocimiento de créditos obtenidos en unas enseñanzas oficiales, en la misma u otra universidad, que son computados a efectos de la obtención de un título oficial, así como el sistema de transferencia de créditos.

Asimismo, y de acuerdo a lo establecido en el Real Decreto 861/2010, podrán ser objeto de reconocimiento los créditos cursados en otras enseñanzas superiores oficiales o enseñanzas universitarias conducentes a la obtención de otros títulos, a los que se refiere el artículo 34.1 de la Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades.

La experiencia laboral y profesional acreditada también podrá ser reconocida en créditos que computarán a efectos de obtención de un título oficial, siempre y cuando dicha experiencia esté relacionada con las competencias inherentes a dicho título.

El número total de créditos que se pueden reconocer por experiencia laboral o profesional y por enseñanzas universitarias no oficiales no podrá ser superior, en su conjunto, al 15% del total de créditos del plan de estudios. El reconocimiento de estos créditos no incorpora calificación, por lo que no computan a efectos de baremación del expediente. En el caso que nos ocupa este 15% implica un máximo de 18 ECTS que se pueden reconocer por enseñanzas superiores no oficiales, incluyendo el

reconocimiento de parte de las prácticas externas a partir de experiencia laboral. No se reconocerán en ningún caso las asignaturas de la materia Aplicaciones Multidisciplinares.

No obstante lo anterior y de forma excepcional, los créditos procedentes de títulos propios podrán ser objeto de reconocimiento en un porcentaje superior al 15%, o en su caso, ser objeto de reconocimiento en su totalidad, siempre que el correspondiente título propio haya sido extinguido y sustituido por un título oficial. En este caso, se ha de hacer constar tal circunstancia en la memoria de verificación del plan de estudios, tal y como se indica en el artículo 6.4 del Real Decreto 861/2010. En nuestro caso particular se podrá reconocer la totalidad de los créditos cursados en el Master con el mismo nombre que se pretende substituir con la presente propuesta (a excepción de las prácticas en empresa, inexistentes en la versión actual, y del trabajo de fin de Master).

La presente propuesta es heredera del actual Master de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería, que es un título propio de la UPC. No está previsto reconocer créditos de dicho título en el Master que ahora se propone.

El trabajo o proyecto de fin de master, tal y como establece el Real Decreto 861/2010, no será reconocido en ningún caso, en consecuencia, el estudiante ha de matricular y superar estos créditos definidos en el plan de estudios.

También se definen unos criterios de aplicación general, los cuales se detallan a continuación:

Los reconocimientos se harán siempre a partir de las asignaturas cursadas en los estudios de origen, nunca a partir de asignaturas convalidadas, adaptadas o reconocidas previamente.

Cuando los estudios de procedencia son oficiales o bien son títulos propios que se han extinguido y se han sustituido por un título oficial de master universitario, los reconocimientos conservarán la calificación obtenida en los estudios de origen y computarán a efectos de baremación del expediente académico

No se podrán realizar reconocimientos en un programa de master universitario de créditos cursados en unos estudios de grado o de primer ciclo, si éste pertenece a la anterior ordenación de estudios, ni de créditos obtenidos como asignaturas de libre elección cursadas en el marco de unos estudios de primer, segundo y primer y segundo ciclo.

Con independencia del número de créditos que sean objeto de reconocimiento, para tener derecho a la expedición de un título de master de la UPC se han de haber matriculado y superado un mínimo de 60 créditos ECTS, en los que no se incluyen créditos reconocidos o convalidados de otras titulaciones de origen oficiales o propias, ni el reconocimiento por experiencia laboral o profesional acreditada. En consecuencia, no se podrá realizar ningún reconocimiento en programas de master de 60 ECTS.

El reconocimiento de créditos tendrá los efectos económicos que fije anualmente el decreto por el que se establecen los precios para la prestación de servicios académicos en las universidades públicas catalanas, de aplicación en las enseñanzas conducentes a la obtención de un título oficial con validez en todo el territorio nacional.

Para el reconocimiento de créditos obtenidos en titulaciones propias, ha de haber una equivalencia respecto a las competencias específicas y/o transversales y a la carga de trabajo para el estudiante entre las asignaturas de ambos planes de estudio. Igualmente, para proceder a dicho reconocimiento las enseñanzas universitarias no oficiales (títulos propios) de origen han de cumplir las siguientes condiciones:

- ¿ Han de ser de nivel de postgrado.
- ¿ Han de estar inscritas en el Registro de Universidades, Centros y Títulos (RUCT) o haber sido aprobadas por el Consejo de Gobierno de una universidad dentro de su programación universitaria.
- ¿ Han de tener una duración mínima de 60 ECTS.
- ¿ Las condiciones de acceso al título propio objeto de reconocimiento han de ser como mínimo las exigidas para acceder a un título de master.

Respecto al reconocimiento de créditos por experiencia laboral o profesional acreditada, únicamente se reconocerán créditos en los planes de estudio de master que contemplen prácticas externas con carácter obligatorio o el reconocimiento de créditos optativos por la realización de estas prácticas. El número máximo de créditos a reconocer será el establecido en el plan de estudios al efecto, siempre y cuando

no se supere el 15% de los créditos de la titulación establecido con carácter general, incluyendo el reconocimiento procedente de títulos propios.

Referente al procedimiento para el reconocimiento de créditos, el estudiante deberá presentar su solicitud en el período establecido a tal efecto junto con la documentación acreditativa establecida en cada caso y de acuerdo al procedimiento establecido al respecto.

El órgano responsable del Master, por delegación del rector o rectora, resolverá las solicitudes de reconocimiento de los estudiantes. Asimismo, este órgano define y hace públicos los mecanismos, calendario y procedimiento para que los reconocimientos se hagan efectivos en el expediente correspondiente.

La transferencia de créditos implica que, en los documentos académicos oficiales acreditativos de las enseñanzas seguidas por cada estudiante, se incluirán la totalidad de los créditos obtenidos en enseñanzas oficiales cursadas con anterioridad, en la misma u otra universidad, que no hayan conducido a la obtención de un título oficial.

Todos los créditos obtenidos por el estudiante en enseñanzas oficiales cursadas en cualquier universidad, los reconocidos y los superados para la obtención del correspondiente título, así como los transferidos, serán incluidos en su expediente académico y reflejados en el Suplemento Europeo al Título, regulado en el Real Decreto 1044/2003, de 1 de agosto, por el que se establece el procedimiento para la expedición por las universidades del Suplemento Europeo al Título.

La transferencia de créditos se realizará a petición del estudiante mediante solicitud dirigida a la unidad responsable de la gestión del master, acompañado del correspondiente certificado académico oficial que acredite los créditos superados.

La resolución de la transferencia de créditos no requerirá la autorización expresa del órgano responsable del master. Una vez la unidad responsable de la gestión compruebe que la documentación aportada por el estudiante es correcta, se procederá a la inclusión en el expediente académico de los créditos transferidos.

En el caso de créditos obtenidos en titulaciones propias, no procederá la transferencia de créditos.

#### 4.6 COMPLEMENTOS FORMATIVOS

Como se ha dicho anteriormente, el máster de Métodos Numéricos en Ingeniería está abierto a estudiantes con perfiles de ingreso recomendado muy diversos, desde graduados en matemáticas o física hasta ingenieros de distintas especialidades. No está previsto solicitar complementos de formación a los estudiantes cuyo expediente académico permita su admisión.

No obstante la Comisión de Gestión del Máster Universitario en Métodos Numéricos en Ingeniería podrá establecer los complementos formativos que los alumnos pudieran necesitar, en caso necesario, y en ningún caso serán más de 30 ECTS.

En el caso de los complementos de formación para los ingenieros técnicos se contemplarán en una normativa específica que está en fase de elaboración.

## 5. PLANIFICACIÓN DE LAS ENSEÑANZAS

<b>5.1 DESCRIPCIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS</b>		
Ver anexos. Apartado 5.		
<b>5.2 ACTIVIDADES FORMATIVAS</b>		
Trabajo en colaboración dentro de un grupo		
Trabajo individual		
Resolución de problemas prácticos		
Evaluación continua		
Práctica de laboratorio informático		
Práctica en empresas		
Tutoría personalizada		
Clases teóricas		
<b>5.3 METODOLOGÍAS DOCENTES</b>		
Clase magistral		
Clase expositiva interactiva con el alumno		
Seminarios		
Clases prácticas		
Tutorías		
Clase expositiva con el alumno		
Tutorías en web		
<b>5.4 SISTEMAS DE EVALUACIÓN</b>		
Evaluación final con libro abierto		
Evaluación final sin libro abierto		
Evaluación por ejercicios a lo largo del curso		
Evaluación mediante un tribunal		
Evaluación por informes de seguimiento a lo largo del curso		
<b>5.5 NIVEL 1: Formación común obligatoria ( 45 ECTS) Materias: Fundamentos numéricos ( 15 ECTS) y Mecánica computacional ( 30 ECTS)</b>		
<b>5.5.1 Datos Básicos del Módulo</b>		
<b>NIVEL 2: Materia de Fundamentos Numéricos (15 ECTS) PRESENCIAL</b>		
<b>5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2</b>		
<b>CARÁCTER</b>	OBLIGATORIA	
<b>ECTS MATERIA</b>	15	
<b>DESPLIEGUE TEMPORAL: Cuatrimestral</b>		
<b>ECTS Cuatrimestral 1</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 2</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 3</b>
15		
<b>ECTS Cuatrimestral 4</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 5</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 6</b>
<b>ECTS Cuatrimestral 7</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 8</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 9</b>
<b>ECTS Cuatrimestral 10</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 11</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 12</b>
<b>LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE</b>		
<b>CASTELLANO</b>	<b>CATALÁN</b>	<b>EUSKERA</b>
Si	No	No

<b>GALLEGO</b>	<b>VALENCIANO</b>	<b>INGLÉS</b>
No	No	Si
<b>FRANCÉS</b>	<b>ALEMÁN</b>	<b>PORTUGUÉS</b>
No	No	No
<b>ITALIANO</b>	<b>OTRAS</b>	
No	No	
<b>NIVEL 3: Materias fundamentales</b>		
<b>5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3</b>		
<b>CARÁCTER</b>	<b>ECTS ASIGNATURA</b>	<b>DESPLIEGUE TEMPORAL</b>
OBLIGATORIA	5	Cuatrimstral
<b>DESPLIEGUE TEMPORAL</b>		
<b>ECTS Cuatrimestral 1</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 2</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 3</b>
5		
<b>ECTS Cuatrimestral 4</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 5</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 6</b>
<b>ECTS Cuatrimestral 7</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 8</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 9</b>
<b>ECTS Cuatrimestral 10</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 11</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 12</b>
<b>LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE</b>		
<b>CASTELLANO</b>	<b>CATALÁN</b>	<b>EUSKERA</b>
Si	No	No
<b>GALLEGO</b>	<b>VALENCIANO</b>	<b>INGLÉS</b>
No	No	Si
<b>FRANCÉS</b>	<b>ALEMÁN</b>	<b>PORTUGUÉS</b>
No	No	No
<b>ITALIANO</b>	<b>OTRAS</b>	
No	No	
<b>NIVEL 3: Métodos numéricos para ecuaciones en derivadas parciales</b>		
<b>5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3</b>		
<b>CARÁCTER</b>	<b>ECTS ASIGNATURA</b>	<b>DESPLIEGUE TEMPORAL</b>
OBLIGATORIA	5	Cuatrimstral
<b>DESPLIEGUE TEMPORAL</b>		
<b>ECTS Cuatrimestral 1</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 2</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 3</b>
5		
<b>ECTS Cuatrimestral 4</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 5</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 6</b>
<b>ECTS Cuatrimestral 7</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 8</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 9</b>
<b>ECTS Cuatrimestral 10</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 11</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 12</b>
<b>LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE</b>		
<b>CASTELLANO</b>	<b>CATALÁN</b>	<b>EUSKERA</b>
Si	No	No
<b>GALLEGO</b>	<b>VALENCIANO</b>	<b>INGLÉS</b>
No	No	Si

<b>FRANCÉS</b>	<b>ALEMÁN</b>	<b>PORTUGUÉS</b>
No	No	No
<b>ITALIANO</b>	<b>OTRAS</b>	
No	No	
<b>NIVEL 3: Técnicas de pre y post proceso gráfico</b>		
<b>5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3</b>		
<b>CARÁCTER</b>	<b>ECTS ASIGNATURA</b>	<b>DESPLIEGUE TEMPORAL</b>
OBLIGATORIA	5	Cuatrimestral
<b>DESPLIEGUE TEMPORAL</b>		
<b>ECTS Cuatrimestral 1</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 2</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 3</b>
5		
<b>ECTS Cuatrimestral 4</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 5</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 6</b>
<b>ECTS Cuatrimestral 7</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 8</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 9</b>
<b>ECTS Cuatrimestral 10</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 11</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 12</b>
<b>LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE</b>		
<b>CASTELLANO</b>	<b>CATALÁN</b>	<b>EUSKERA</b>
Si	No	No
<b>GALLEGO</b>	<b>VALENCIANO</b>	<b>INGLÉS</b>
No	No	Si
<b>FRANCÉS</b>	<b>ALEMÁN</b>	<b>PORTUGUÉS</b>
No	No	No
<b>ITALIANO</b>	<b>OTRAS</b>	
No	No	
<b>5.5.1.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿ El alumno será capaz de entender y asimilar los fundamentos del análisis lineal de elementos finitos, obtener la forma débil de la formulación variacional y su solución, así como conocer la estructura básica de un programa de elementos finitos.</li> <li>¿ Comprender porque el método de los elementos finitos se aproxima a la solución de las PDE, considerando los errores de truncamiento, consistencia convergencia y estabilidad de la solución de un sistema lineal de ecuaciones y problemas de autovalores</li> <li>¿ Resolver a mano problemas lineales de mecánica y transferencia de calor utilizando EF al tiempo de ser capaz de utilizar adecuadamente un código de EF para obtener resultados de problemas de ingeniería.</li> <li>¿ El alumno deberá entender y formular procedimientos numéricos para solucionar problemas típicos, identificando el método mas adecuado para la correspondiente PDE.</li> <li>¿ Entender los métodos numéricos que tienen mayor relevancia en el cálculo y diseño en ingeniería: los problemas de contorno y valor inicial para ecuaciones de conservación</li> <li>¿ Desarrollar la capacidad de abstracción y síntesis, comprendiendo la estructura de espacio vectorial y concepto de linealidad.</li> <li>¿ El alumno deberá adquirir independencia en sus estudios. Ser capaz de implementar y utilizar programas de ordenador para solucionar problemas tipo e interpretar con fundamento los resultados obtenidos.</li> <li>¿ El alumno será capaz de entender y asimilar los pasos básicos para la generación de una malla; ventajas y desventajas de los algoritmos de generación mas comúnmente usados, así como de conocer los fundamentos de la visualización científica</li> <li>¿ El alumno deberá entender e identificar las diferentes causas de problemas para una representación de CAD, corregir las características del modelo gráfico y generar una malla. Igualmente debe ser capaz de seleccionar la técnica adecuada de visualización acorde con el tipo de variable a visualizar.</li> <li>¿ El alumno deberá ser capaz de implementar y utilizar programas de ordenador así como herramientas de mallado para solucionar problemas sólidos y fluidos.</li> </ul>		
<b>5.5.1.3 CONTENIDOS</b>		
<p>Los contenidos de esta materia se reparten en los tres cursos siguientes:</p> <p><b>1.1-Introducción al Método de los Elementos Finitos (5 ECTS)</b></p> <p>Este curso introduce al alumno en los conceptos básicos del Método de los elementos finitos, incluyendo los planteamientos de la formulación básica, análisis de los métodos obtenidos y aspectos esenciales de</p>		

su implementación. Se analizarán problemas lineales de aspecto práctico como la transferencia de calor y la elasticidad, complementándose con ejercicios prácticos.

- ¿ Introducción al método de los elementos finitos
- ¿ Errores
- ¿ Sistemas lineales de ecuaciones
- ¿ Aproximación e interpolación
- ¿ Integración numérica
- ¿ Sistemas discretos y sistemas continuos. Introducción al MEF
- ¿ Resolución por el MEF de problemas unidimensionales.
- ¿ Aplicación a la ecuación de Poisson
- ¿ Elementos finitos unidimensionales más avanzados
- ¿ Aplicación del MEF a la ecuación de Poisson en dos dimensiones
- ¿ Aplicación del MEF a la ecuación de Poisson en tres dimensiones
- ¿ Formulación matricial de la solución del problema de Poisson por el MEF
- ¿ Obtención de las funciones de forma de elementos bi y tridimensionales de clase C0
- ¿ Elementos isoparamétricos bi y tridimensionales
- ¿ Problemas de elasticidad bidimensional

### Recursos para el aprendizaje:

- ¿ Notas de clase.
- ¿ Zienkiewicz, O.C.; Morgan, K., Finite elements and approximation, Wiley, 1983
- ¿ Hughes, T.J.R., The finite element method, Prentice-Hall, 1987
- ¿ Henwood, D.J., Bonet, J., Finite elements – A gentle introduction, Macmillan, 1997
- ¿ Zienkiewicz, O.C.; Taylor, R.L., The finite element method: 1 basic formulation and linear problems, Elsevier, 2005
- ¿ Huerta, A.; Sarrate, J.; Rodríguez-Ferran, A. Métodos numéricos. Introducción, aplicaciones y programación. Edicions UPC, 1999
- ¿ Trefethen, L.N. & Bau, D., Numerical linear algebra, SIAM, 1996
- ¿ Saad, Y., Iterative methods for sparse linear systems. Academic Press, 2000
- ¿ Burden, R.L.; Faires, J.D. Análisis numérico. Sexta edición. International Thomson Editores, 1998.

### 1.2-Métodos numéricos para ecuaciones en derivadas parciales (5 ECTS)

El curso presenta los fundamentos modernos y clásicos de los métodos numéricos para la solución de ecuaciones diferenciales lineales y no lineales. Se presenta la aplicación a una amplia variedad de problemas en ciencias, ingeniería y otros campos.

Los temas a tratar incluyen diferencias finitas, volúmenes finitos y elementos de contorno.

Distintos tipos de discretizaciones y un amplio bosquejo de los métodos directos e iterativos para solucionar los sistemas de ecuaciones. Igualmente se tratarán temas para la solución numérica del problema de autovalores y autovectores.

- ¿ Revisión de las ecuaciones diferenciales.
- ¿ Métodos de diferencias finitas para ecuaciones elípticas.
- ¿ Métodos de diferencias finitas para ecuaciones parabólicas (incluyendo aspectos de consistencia, estabilidad y convergencia)
- ¿ Métodos de diferencias finitas para ecuaciones hiperbólicas
- ¿ Introducción a los volúmenes finitos
- ¿ Introducción a los métodos integrales y elementos de contorno
- ¿ Técnicas de solución: a. Métodos directos y su implementación b. Métodos iterativos (estacionarios y métodos de Krylov) Problemas no lineales. Métodos de Newton Raphson. Métodos de Cuasi-Newton. Métodos de Newton-Secantes. Desarrollos numéricos de los métodos NR, QN y SN. Minimización unidimensional. Control de longitud de arco c. Técnica de solución del problema de autovalores

### Recursos para el aprendizaje:

- ¿ Notas de clase
- ¿ Hoffman, J.D., Numerical Methods for engineers and scientists, McGraw-Hill, 1992
- ¿ Smith, G.D., Numerical Solution of Partial Differential Equations, Oxford University Press, 1986
- ¿ Further readings:
- ¿ Leveque, R., Numerical Methods for Conservation Laws, Lectures in Mathematics, ETH Zürich, 1992
- ¿ Vila, A.; Rodríguez-Ferran, A.; Huerta, A. Métodos numéricos para sistemas no lineales de ecuaciones.
- ¿ Iterative methods for nonlinear systems of equations: an introduction. Laboratori de Càlcul Numèric.
- ¿ Dennis, J.E.; Schnabel, R.B. Numerical methods for unconstrained optimization and nonlinear equations. Prentice-Hall Series in Computational Mathematics, 1983., Reimpreso en Classics in Applied Mathematics, SIAM, 1996.



1.3-Técnicas de Pre y Post proceso gráfico (5 ECTS)

El curso se presenta como una introducción del primero y del último paso en la simulación numérica. Esto es, presenta las técnicas numéricas involucradas en el pre y post proceso. Por un lado, las principales técnicas que permiten construir mallas desde un modelo en CAD y por otro lado las técnicas numéricas de visualización de campos discretos sobre una malla. Estas técnicas son introducidas resolviendo ejercicios prácticos utilizando un paquete comercial (GiD)

- ¿ Representación geométrica.
- ¿ Revisión de los algoritmos de mallado.
- ¿ Generación de mallas estructuradas.
- ¿ Generación de mallas de triángulos y tetraedros.
- ¿ Generación de mallas de cuadriláteros y hexaedros.
- ¿ Técnicas de mejora de la calidad del mallado.
- ¿ Fundamentos de la visualización científica.
- ¿ Técnicas de representación de un campo discreto.
- ¿ Estimación de error y adaptabilidad.
- ¿ Resolución de problemas prácticos de ingeniería, interpretación y visualización de resultados

Recursos para el aprendizaje:

- ¿ Notas de clase.
- ¿ Faux D. and Pratt M.J. Computational Geometry for Design and Manufacture, Elli Horwood Publishers, 1987.
- ¿ Thompson J.F., Soni B.K., and Weatherill N.P, Handbook of Grid Generation. CRC press, 1999
- ¿ Schroeder W., Martin K., Lorensen B., The Visualization Toolkit An Object-Oriented Approach To 3D Graphics, Kitware, Inc, 2002

5.5.1.4 OBSERVACIONES

MODALIDAD PRESENCIAL

5.5.1.5 COMPETENCIAS

5.5.1.5.1 BÁSICAS Y GENERALES

CG1 - Conocimiento de los métodos numéricos y mecanismos de solución. Completar y consolidar la formación básica del alumno en la resolución de problemas mediante métodos numéricos y computacionales reforzando su conocimiento de las bases así como de las aplicaciones específicas.

CG2 - Conocimiento de las teorías y aplicaciones de los métodos numéricos. Capacidad para adquirir conocimiento y comprensión avanzados sobre las teorías y aplicaciones de los métodos numéricos en la solución de problemas de ingeniería.

CG3 - Experiencia en la solución de problemas mediante los métodos numéricos. Capacidad para adquirir experiencia y criterio en la aplicación de métodos numéricos a través de la utilización de programas de cálculo, pre y post procesadores gráficos, lenguajes de programación y librerías de cálculo científico.

CG6 - Modelización numérica de problemas reales. Profundizar en la habilidad para resolver problemas reales de ingeniería mediante modelización numérica a través de la identificación del modelo matemático subyacente, del método de cálculo más adecuado y de la interpretación crítica de los resultados.

CG7 - Independencia crítica. Adquirir capacidad para utilizar de forma autónoma su conocimiento y comprensión de la ingeniería computacional para diseñar soluciones a problemas nuevos o poco familiares, incorporando conocimientos y saber hacer teóricos y prácticos, si es necesario, de otras disciplinas de la ingeniería y las ciencias básicas, y diseñando nuevos métodos de resolución originales y adecuados a los objetivos finales planteados.

CG8 - Conocimiento de los alcances de los métodos numéricos. Comprender la aplicabilidad y limitaciones de la modelización numérica y de las tecnologías de cálculo existentes.

CG9 - Independencia investigadora. Adquirir experiencia y autonomía en la búsqueda, filtraje, recopilación y síntesis de información científico ¿ técnica de vanguardia.

5.5.1.5.2 TRANSVERSALES

CT1 - Capacidad emprendedora y de innovación. Conocer y entender los mecanismos en que se basa la investigación científica así como los mecanismos e instrumentos de transferencia de resultados entre los diferentes agentes socioeconómicos implicados en los procesos de I+D +i. adquiriendo la capacidad de ejercer de líder de un equipo de trabajo compuesto por diversos perfiles y disciplinas profesionales.

CT2 - Sostenibilidad y compromiso social. Ser capaz de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.

CT3 - Tercera lengua. Tener conocimiento del inglés como tercera lengua, en un nivel adecuado de forma oral y escrita en consonancia con las necesidades de trabajar y comunicarse de forma efectiva en entornos internacionales e interculturales.

CT4 - Comunicación eficaz oral y escrita. Mejorar la capacidad de comunicación: presentaciones orales, elaboración de informes profesionales y científicos de forma clara y concisa para comunicar sus conclusiones, los conocimientos y razones últimas que la sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

CT5 - Trabajo en equipo. Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinario, tanto como un miembro más, o realizando tareas de dirección con el fin de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos considerando los recursos y tiempos disponibles. Obtener un buen conocimiento de la comunidad de métodos numéricos en ingeniería a nivel nacional e internacional

CT6 - Uso solvente de los recursos de la información. Gestionar la adquisición, estructuración, análisis y visualización de datos e información bibliográfica e informática de carácter científico y técnico y valorar de forma crítica los resultados de esta gestión

CT7 - Aprendizaje autónomo. Detectar carencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento y motivarse para proseguir la formación continua a lo largo de su vida profesional.

#### 5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS

CE1 - Conocimientos de modelización numérica práctica. Capacidad para adquirir conocimientos en modelización numérica avanzada aplicada a distintas áreas de la ingeniería tales como: o Ingeniería civil y medioambiental o Ingeniería mecánica y aeroespacial o Nanoingeniería y bioingeniería o Ingeniería naval y marina, etc.

CE3 - Conocimientos de modelización de materiales Capacidad para adquirir los conocimientos relativos a los modelos físicos modernos de ciencia de materiales (modelos constitutivos avanzados) en mecánica de sólidos y de fluidos

CE5 - Experiencia en simulaciones numéricas. Adquisición de soltura en las herramientas de simulación numérica modernas y su aplicación en problemas multidisciplinares de ingeniería y ciencias aplicadas.

CE6 - Interpretación de modelos numéricos. Comprender la aplicabilidad y las limitaciones de las distintas técnicas de cálculo por ordenador

CE7 - Experiencia en la programación de métodos de cálculo. Capacidad para adquirir formación en el desarrollo y utilización de programas de cálculo existentes, así como de pre y post procesadores, conocimiento de lenguajes de programación y de librerías de cálculo estándar.

#### 5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS

ACTIVIDAD FORMATIVA	HORAS	PRESENCIALIDAD
Trabajo en colaboración dentro de un grupo	40	10
Trabajo individual	112	0
Resolución de problemas prácticos	90	10
Evaluación continua	15	100
Práctica de laboratorio informático	30	20
Tutoría personalizada	3	100
Clases teóricas	85	100

#### 5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES

Clase magistral

Clase expositiva interactiva con el alumno

Seminarios

Clases prácticas

Tutorías

Clase expositiva con el alumno

Tutorías en web

#### 5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN

SISTEMA DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN MÍNIMA	PONDERACIÓN MÁXIMA
-----------------------	--------------------	--------------------

Evaluación final con libro abierto	0.0	50.0
Evaluación final sin libro abierto	25.0	50.0
Evaluación por ejercicios a lo largo del curso	20.0	75.0
<b>NIVEL 2: Materia de Mecánica Computacional (30 ECTS) PRESENCIAL</b>		
<b>5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2</b>		
<b>CARÁCTER</b>	OBLIGATORIA	
<b>ECTS MATERIA</b>	30	
<b>DESPLIEGUE TEMPORAL: Cuatrimestral</b>		
<b>ECTS Cuatrimestral 1</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 2</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 3</b>
10	20	
<b>ECTS Cuatrimestral 4</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 5</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 6</b>
<b>ECTS Cuatrimestral 7</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 8</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 9</b>
<b>ECTS Cuatrimestral 10</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 11</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 12</b>
<b>LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE</b>		
<b>CASTELLANO</b>	<b>CATALÁN</b>	<b>EUSKERA</b>
Si	No	No
<b>GALLEGO</b>	<b>VALENCIANO</b>	<b>INGLÉS</b>
No	No	Si
<b>FRANCÉS</b>	<b>ALEMÁN</b>	<b>PORTUGUÉS</b>
No	No	No
<b>ITALIANO</b>	<b>OTRAS</b>	
No	No	
<b>NIVEL 3: Mecánica de medios continuos</b>		
<b>5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3</b>		
<b>CARÁCTER</b>	<b>ECTS ASIGNATURA</b>	<b>DESPLIEGUE TEMPORAL</b>
OBLIGATORIA	5	Cuatrimestral
<b>DESPLIEGUE TEMPORAL</b>		
<b>ECTS Cuatrimestral 1</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 2</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 3</b>
5		
<b>ECTS Cuatrimestral 4</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 5</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 6</b>
<b>ECTS Cuatrimestral 7</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 8</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 9</b>
<b>ECTS Cuatrimestral 10</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 11</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 12</b>
<b>LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE</b>		
<b>CASTELLANO</b>	<b>CATALÁN</b>	<b>EUSKERA</b>
Si	No	No
<b>GALLEGO</b>	<b>VALENCIANO</b>	<b>INGLÉS</b>
No	No	Si
<b>FRANCÉS</b>	<b>ALEMÁN</b>	<b>PORTUGUÉS</b>
No	No	No
<b>ITALIANO</b>	<b>OTRAS</b>	

No	No	
<b>NIVEL 3: Mecánica de fluidos computacional</b>		
<b>5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3</b>		
<b>CARÁCTER</b>	<b>ECTS ASIGNATURA</b>	<b>DESPLIEGUE TEMPORAL</b>
OBLIGATORIA	5	Cuatrimestral
<b>DESPLIEGUE TEMPORAL</b>		
<b>ECTS Cuatrimestral 1</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 2</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 3</b>
5		
<b>ECTS Cuatrimestral 4</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 5</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 6</b>
<b>ECTS Cuatrimestral 7</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 8</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 9</b>
<b>ECTS Cuatrimestral 10</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 11</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 12</b>
<b>LINGÜAS EN LAS QUE SE IMPARTE</b>		
<b>CASTELLANO</b>	<b>CATALÁN</b>	<b>EUSKERA</b>
Si	No	No
<b>GALLEGO</b>	<b>VALENCIANO</b>	<b>INGLÉS</b>
No	No	Si
<b>FRANCÉS</b>	<b>ALEMÁN</b>	<b>PORTUGUÉS</b>
No	No	No
<b>ITALIANO</b>	<b>OTRAS</b>	
No	No	
<b>NIVEL 3: Propagación de ondas y electromagnetismo</b>		
<b>5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3</b>		
<b>CARÁCTER</b>	<b>ECTS ASIGNATURA</b>	<b>DESPLIEGUE TEMPORAL</b>
OBLIGATORIA	5	Cuatrimestral
<b>DESPLIEGUE TEMPORAL</b>		
<b>ECTS Cuatrimestral 1</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 2</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 3</b>
	5	
<b>ECTS Cuatrimestral 4</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 5</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 6</b>
<b>ECTS Cuatrimestral 7</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 8</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 9</b>
<b>ECTS Cuatrimestral 10</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 11</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 12</b>
<b>LINGÜAS EN LAS QUE SE IMPARTE</b>		
<b>CASTELLANO</b>	<b>CATALÁN</b>	<b>EUSKERA</b>
Si	No	No
<b>GALLEGO</b>	<b>VALENCIANO</b>	<b>INGLÉS</b>
No	No	Si
<b>FRANCÉS</b>	<b>ALEMÁN</b>	<b>PORTUGUÉS</b>
No	No	No
<b>ITALIANO</b>	<b>OTRAS</b>	
No	No	
<b>NIVEL 3: Mecánica de sólidos computacional</b>		

5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		
CARÁCTER	ECTS ASIGNATURA	DESPLIEGUE TEMPORAL
OBLIGATORIA	5	Cuatrimestral
DESPLIEGUE TEMPORAL		
ECTS Cuatrimestral 1	ECTS Cuatrimestral 2	ECTS Cuatrimestral 3
	5	
ECTS Cuatrimestral 4	ECTS Cuatrimestral 5	ECTS Cuatrimestral 6
ECTS Cuatrimestral 7	ECTS Cuatrimestral 8	ECTS Cuatrimestral 9
ECTS Cuatrimestral 10	ECTS Cuatrimestral 11	ECTS Cuatrimestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
Si	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Si
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
NIVEL 3: Elementos finitos en fluidos		
5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		
CARÁCTER	ECTS ASIGNATURA	DESPLIEGUE TEMPORAL
OBLIGATORIA	5	Cuatrimestral
DESPLIEGUE TEMPORAL		
ECTS Cuatrimestral 1	ECTS Cuatrimestral 2	ECTS Cuatrimestral 3
	5	
ECTS Cuatrimestral 4	ECTS Cuatrimestral 5	ECTS Cuatrimestral 6
ECTS Cuatrimestral 7	ECTS Cuatrimestral 8	ECTS Cuatrimestral 9
ECTS Cuatrimestral 10	ECTS Cuatrimestral 11	ECTS Cuatrimestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
Si	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Si
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
NIVEL 3: Análisis avanzado de estructuras		
5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		
CARÁCTER	ECTS ASIGNATURA	DESPLIEGUE TEMPORAL

OBLIGATORIA	5	Cuatrimestral
<b>DESPLIEGUE TEMPORAL</b>		
ECTS Cuatrimestral 1	ECTS Cuatrimestral 2	ECTS Cuatrimestral 3
	5	
ECTS Cuatrimestral 4	ECTS Cuatrimestral 5	ECTS Cuatrimestral 6
ECTS Cuatrimestral 7	ECTS Cuatrimestral 8	ECTS Cuatrimestral 9
ECTS Cuatrimestral 10	ECTS Cuatrimestral 11	ECTS Cuatrimestral 12
<b>LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE</b>		
<b>CASTELLANO</b>	<b>CATALÁN</b>	<b>EUSKERA</b>
Si	No	No
<b>GALLEGO</b>	<b>VALENCIANO</b>	<b>INGLÉS</b>
No	No	Si
<b>FRANCÉS</b>	<b>ALEMÁN</b>	<b>PORTUGUÉS</b>
No	No	No
<b>ITALIANO</b>	<b>OTRAS</b>	
No	No	
<b>5.5.1.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿ El alumno será capaz de entender y asimilar los fundamentos de la mecánica de sólidos identificando los aspectos más importantes en la modelación de un material, como los mecanismos de disipación asociados al comportamiento no lineal. Debe ser capaz de interpretar el significado físico de las propiedades del material e identificar correctamente los métodos numéricos para la solución de los problemas de mecánica de sólidos con su aplicación en la elasticidad y conocer los fundamentos de la mecánica de fluidos</li> <li>¿ Conocer los fundamentos teóricos y prácticos del método de los elementos finitos para el análisis de estructuras bajo cargas dinámicas y estáticas; identificar los aspectos teóricos fundamentales para cada topología estructural y los aspectos computacionales inherentes a estas</li> <li>¿ Identificar adecuadamente las teorías asociadas a cada topología estructural para el correcto análisis con el método de los elementos finitos (MEF), para ser capaz de analizar las topologías estructurales comúnmente encontradas en la práctica mediante el MEF utilizando códigos comerciales y al tiempo ser capaz de desarrollar un código propio con los aspectos básicos</li> <li>¿ Conocer los fundamentos del comportamiento de las aproximaciones numéricas a la dinámica de fluidos: Sus ecuaciones, las discretizaciones espaciales y temporales y los aspectos matemáticos más relevantes como la estabilización de la convección y la incompresibilidad, entendiendo los aspectos más importantes en la discretización espacial y temporal así como identificar las correctas condiciones de contorno y los métodos mas adecuados para la solución de los diversos problemas de dinámica de fluidos.</li> <li>¿ El alumno desarrollara habilidades practicas para manejar tensores, formular y realiza análisis de diversos problemas de ingeniería en sólidos y fluidos.</li> </ul>		
<b>5.5.1.3 CONTENIDOS</b>		
<p>Los contenidos de esta materia se reparte en los seis cursos siguientes:</p> <p><b>1.4-Mecánica de medios continuos ( 5 ECTS)</b></p> <p>Es un curso completo en mecánica no lineal del medio continuo enfocado a ingenieros. Se realiza una profunda revisión de los conceptos fundamentales, incluido el movimiento, deformaciones, esfuerzos, balance de leyes de balance, principios variacionales y una introducción a la mecánica de sólidos y de fluidos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>¿ Álgebra tensorial (definiciones, invariantes, gradientes, divergencias, rotacionales, teoremas integrales...).</li> <li>¿ Cinemática: movimientos y deformación (tensores de deformación).</li> <li>¿ Pequeñas deformaciones y compatibilidad.</li> <li>¿ Tensores de esfuerzos.</li> <li>¿ Leyes de balance</li> <li>¿ Leyes constitutivas (ley de la termodinámica, energía de deformación, elasticidad)</li> <li>¿ Problemas del valor del contorno en elasticidad lineal (2D)</li> <li>¿ Introducción a la plasticidad (Von Mises, Tresca, Mohr Coulomb)</li> <li>¿ Fluidos ideales y flujo potencial.</li> <li>¿ Flujo viscoso incompresible (con una introducción al flujo turbulento)</li> </ul> <p><b>Recursos para el aprendizaje:</b></p>		

- ¿ Notas de clase.
- ¿ Holzapfel, G.A., Nonlinear solid mechanics, a continuum approach for engineering, Wiley, 2000
- ¿ Currie, I.G., Fundamentals mechanics of fluids, 2nd edition, McGraw Hill, 1993

### 1.5- Propagación de ondas y electromagnetismo ( 5 ECTS )

Este curso toca los conceptos básicos de la teoría de ondas y se centra en las estrategias computacionales para simular la propagación de ondas lineales en el contexto de diversas aplicaciones de ingeniería.

#### Teoría básica:

- ¿ Ejemplos físicos del movimiento de ondas: Sonido en un tubo, banda elástica, flujo sanguíneo.
- ¿ Introducción a la propagación de ondas en problemas unidimensionales.
- ¿ Teoría elastodinámica en 3D
- ¿ Representación integral y ecuaciones diferenciales.
- ¿ Electromagnetismo.
- ¿ Acústica y vibro acústica.
- ¿ Problemas característicos y de Riemann para ecuaciones lineales hiperbólicas.
- ¿ Métodos numéricos para la propagación de ondas
- ¿ Método del elemento de contorno
- ¿ Métodos basados en el dominio: Diferencias finitas, Volúmenes finitos y Galerkin. a) Formulación general para las ecuaciones de conservación. b) Flujo numérico
- ¿ Métodos corriente arriba, método de Godunov y de Roe. c) Métodos de alta resolución: limitadores de Flujo y de TVD. d) Convergencia, exactitud y estabilidad.
- 10 Condiciones de contorno en fronteras artificiales.

#### Recursos para el aprendizaje:

- ¿ Notas de Clase
- ¿ R.J. LeVeque, Finite volume methods for hyperbolic problems, Cambridge Univ. Press, 2002
- ¿ A. Taflove, Computational electrodynamics: The finite-difference time-domain method, Artech House, 1995
- ¿ J. D. Achenbach, Wave propagation in elastic solids, North Holland Publ. Co., 1973.
- ¿ J. Domínguez, Boundary elements in dynamics, Computational Mechanics Publications, Elsevier, UK, 1993.
- ¿ Jianming Jin, The finite element method in electromagnetics, John Wiley & Sons, 1993

### 1.6- Mecánica de sólidos computacional (5 ECTS)

El curso se centra en los métodos numéricos aplicados a la modelación del comportamiento de materiales no lineales en sólidos. Se hace especial énfasis en la integración de los modelos constitutivos y la adición de la no linealidad en el método de los elementos finitos. El curso cubre tanto los aspectos teóricos esenciales así como la aplicación práctica de estos.

- ¿ Modelación constitutiva de los materiales.
- ¿ Elasticidad y visco elasticidad.
- ¿ Daño continuo y visco daño.
- ¿ Plasticidad y visco plasticidad.
- ¿ Estabilidad del material.
- ¿ Técnicas computacionales en la modelación de materiales no lineales en sólidos.
- ¿ Temas avanzados: Mecánica del contacto y extensión a deformaciones finitas.

#### Recursos para el aprendizaje:

- ¿ Notas de clase
- ¿ Belytschko T., Liu W.K., Moran B., Non-linear Finite Elements for Continua and Structures, Wiley, 2002
- ¿ Simo J.C, Hughes T.J.R., Computational Inelasticity, Springer, 1997

### 1.7- Elementos finitos en fluidos (5 ECTS)

El curso cubre tanto los aspectos teóricos esenciales así como la aplicación práctica de éstos. En particular técnicas específicas para las ecuaciones de Euler y de Navier Stokes.

- ¿ Ecuaciones de conservación.
- ¿ Estabilización de la ecuación estacionaria de convección.
- ¿ Integración temporal de la ecuación transitoria de transporte.

- ¿ Flujo compresible.
- ¿ Problemas transitorios de convección difusión.
- ¿ Flujo viscoso incompresible.
- ¿ Modelación de la turbulencia.
- ¿ Temas avanzados.

#### Recursos para el aprendizaje:

- ¿ Notas de clase
- ¿ Donea, J., Huerta, A., Finite Element Methods for Flow Problems, Wiley, 2003

#### 1.8- Análisis avanzado de estructuras (5 ECTS)

Éste curso presenta los conceptos, formulaciones y aplicaciones del método de los elementos finitos (MEF) para el análisis de estructuras con materiales de construcción clásicos y modernos (materiales compuestos) bajo cargas estáticas y dinámicas. El curso se centra en problemas lineales, sin embargo se da una pequeña introducción al análisis no lineal de estructuras. Los distintos métodos presentados cubren la mayoría de las topologías estructurales en ingeniería como son presas, túneles, taques, laminas, edificios, puentes, estructuras y componentes mecánicos, etc.

Los detalles de la formulación con elementos finitos son proporcionados junto con los aspectos computacionales más importantes, permitiendo que los estudiantes se involucren en la programación por el MEF de problemas de análisis estructural.

- ¿ Conceptos básicos de matriz en el análisis de estructuras de barras.
- ¿ Sólidos en 2D.
- ¿ Sólidos axisimétricos.
- ¿ Sólidos en 3D.
- ¿ Vigas.
- ¿ Placas gruesas y delgadas.
- ¿ Láminas plegadas y curvas.
- ¿ Láminas axisimétricas
- ¿ Análisis dinámico de estructuras
- ¿ Introducción al análisis no lineal de estructuras.
- ¿ Temas diversos.

#### Recursos para el aprendizaje:

- ¿ Notas de Clase
- ¿ O.C. Zienkiewicz and R.L. Taylor. The finite element method. Vols. 1 and 2, 5th Edition, Butterworth-Heinemann, 2003

#### 1.9- Mecánica de fluidos (5 ECTS)

El curso proporciona los elementos para entender las herramientas básicas para el análisis y solución de diferentes tipos de flujos, desde el ideal hasta el flujo viscoso, contrastando los resultados numéricos con los experimentales. El curso comprende seis temas principales:

- ¿ Conceptos básicos y revisión: Resumen de análisis vectorial: Teoremas clásicos: Greens, Gauss, Stokes - derivadas Eulerianas/Lagrangianas y teoremas de transporte de Reynolds
- ¿ Ecuaciones reguladoras: Ecuaciones de continuidad y leyes de conservación. Masa, impulso y conservación de la energía. Clasificación de ecuaciones. Condiciones de contorno. Ejemplos
- ¿ Fluidos ideales: incompresible, flujo potencial irrotacional. Eficiencia, función de la eficiencia. Ejemplos.
- ¿ Fluidos viscosos incompresibles: Ecuaciones incompresibles de Navier-Stokes: Flujo de Couette, Flujo de Poiseuille, Flujo en tuberías.
- ¿ Características y ecuaciones de fluidos compresibles.
- ¿ Naturaleza de las turbulencias
- ¿ Contrastar enfoques analítico, numérico y experimental para resolver problemas en ingenierí

#### Recursos para el aprendizaje

- ¿ I.G. Currie, Fundamental Mechanics of Fluids, 2nd edition, McGraw Hill International Editions, 1993.



- ¿ B. Le Mehaute, An Introduction to Hydrodynamics and Water Waves, Springer-Verlag, 1976.
- ¿ A.R. Patterson, A First Course in Fluid Dynamics, Cambridge University Press, 1983.
- ¿ A.J.Chorin & J.E. Marsden, A Mathematical Introduction to Fluid Mechanics, Springer-Verlag, 1979.

#### 5.5.1.4 OBSERVACIONES

### MODALIDAD PRESENCIAL

#### 5.5.1.5 COMPETENCIAS

##### 5.5.1.5.1 BÁSICAS Y GENERALES

CG1 - Conocimiento de los métodos numéricos y mecanismos de solución. Completar y consolidar la formación básica del alumno en la resolución de problemas mediante métodos numéricos y computacionales reforzando su conocimiento de las bases así como de las aplicaciones específicas.

CG2 - Conocimiento de las teorías y aplicaciones de los métodos numéricos. Capacidad para adquirir conocimiento y comprensión avanzados sobre las teorías y aplicaciones de los métodos numéricos en la solución de problemas de ingeniería.

CG3 - Experiencia en la solución de problemas mediante los métodos numéricos. Capacidad para adquirir experiencia y criterio en la aplicación de métodos numéricos a través de la utilización de programas de cálculo, pre y post procesadores gráficos, lenguajes de programación y librerías de cálculo científico.

CG4 - Consolidación de los criterios de aplicación de los métodos numéricos. Completar y consolidar los conocimientos, los criterios y el espíritu crítico para plantear la soluciones convencionales y así como para realizar análisis de resultados en problemas característicos de modelización numérica.

CG5 - Conocimiento de las redes sociales en el entorno de los métodos numéricos Conocer y adquirir una conciencia crítica sobre la vanguardia de la comunidad española, europea e internacional de métodos numéricos en ingeniería.

CG6 - Modelización numérica de problemas reales. Profundizar en la habilidad para resolver problemas reales de ingeniería mediante modelización numérica a través de la identificación del modelo matemático subyacente, del método de cálculo más adecuado y de la interpretación crítica de los resultados.

CG7 - Independencia crítica. Adquirir capacidad para utilizar de forma autónoma su conocimiento y comprensión de la ingeniería computacional para diseñar soluciones a problemas nuevos o poco familiares, incorporando conocimientos y saber hacer teóricos y prácticos, si es necesario, de otras disciplinas de la ingeniería y las ciencias básicas, y diseñando nuevos métodos de resolución originales y adecuados a los objetivos finales planteados.

CG8 - Conocimiento de los alcances de los métodos numéricos. Comprender la aplicabilidad y limitaciones de la modelización numérica y de las tecnologías de cálculo existentes.

CG9 - Independencia investigadora. Adquirir experiencia y autonomía en la búsqueda, filtraje, recopilación y síntesis de información científico ¿ técnica de vanguardia.

##### 5.5.1.5.2 TRANSVERSALES

CT1 - Capacidad emprendedora y de innovación. Conocer y entender los mecanismos en que se basa la investigación científica así como los mecanismos e instrumentos de transferencia de resultados entre los diferentes agentes socioeconómicos implicados en los procesos de I+D+i. adquiriendo la capacidad de ejercer de líder de un equipo de trabajo compuesto por diversos perfiles y disciplinas profesionales.

CT2 - Sostenibilidad y compromiso social. Ser capaz de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.

CT3 - Tercera lengua. Tener conocimiento del inglés como tercera lengua, en un nivel adecuado de forma oral y escrita en consonancia con las necesidades de trabajar y comunicarse de forma efectiva en entornos internacionales e interculturales.

CT4 - Comunicación eficaz oral y escrita. Mejorar la capacidad de comunicación: presentaciones orales, elaboración de informes profesionales y científicos de forma clara y concisa para comunicar sus conclusiones, los conocimientos y razones últimas que la sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

CT5 - Trabajo en equipo. Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinario, tanto como un miembro más, o realizando tareas de dirección con el fin de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos considerando los recursos y tiempos disponibles. Obtener un buen conocimiento de la comunidad de métodos numéricos en ingeniería a nivel nacional e internacional

CT6 - Uso solvente de los recursos de la información. Gestionar la adquisición, estructuración, análisis y visualización de datos e información bibliográfica e informática de carácter científico y técnico y valorar de forma crítica los resultados de esta gestión

CT7 - Aprendizaje autónomo. Detectar carencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento y motivarse para proseguir la formación continua a lo largo de su vida profesional.

#### 5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS

CE1 - Conocimientos de modelización numérica práctica. Capacidad para adquirir conocimientos en modelización numérica avanzada aplicada a distintas áreas de la ingeniería tales como: o Ingeniería civil y medioambiental o Ingeniería mecánica y aeroespacial o Nanoingeniería y bioingeniería o Ingeniería naval y marina, etc.

CE2 - Conocimientos del estado del arte en algoritmos numéricos. Capacidad para ponerse al día en las últimas tecnologías numéricas para la resolución de problemas de ingeniería y ciencias aplicadas.

CE3 - Conocimientos de modelización de materiales Capacidad para adquirir los conocimientos relativos a los modelos físicos modernos de ciencia de materiales (modelos constitutivos avanzados) en mecánica de sólidos y de fluidos

CE5 - Experiencia en simulaciones numéricas. Adquisición de soltura en las herramientas de simulación numérica modernas y su aplicación en problemas multidisciplinares de ingeniería y ciencias aplicadas.

CE6 - Interpretación de modelos numéricos. Comprender la aplicabilidad y las limitaciones de las distintas técnicas de cálculo por ordenador

CE7 - Experiencia en la programación de métodos de cálculo. Capacidad para adquirir formación en el desarrollo y utilización de programas de cálculo existentes, así como de pre y post procesadores, conocimiento de lenguajes de programación y de librerías de cálculo estándar.

#### 5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS

ACTIVIDAD FORMATIVA	HORAS	PRESENCIALIDAD
Trabajo en colaboración dentro de un grupo	80	10
Trabajo individual	224	0
Resolución de problemas prácticos	180	10
Evaluación continua	30	100
Práctica de laboratorio informático	60	20
Tutoría personalizada	6	100
Clases teóricas	170	100

#### 5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES

Clase magistral

Clase expositiva interactiva con el alumno

Seminarios

Clases prácticas

Tutorías

Clase expositiva con el alumno

Tutorías en web

#### 5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN

SISTEMA DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN MÍNIMA	PONDERACIÓN MÁXIMA
Evaluación final con libro abierto	0.0	50.0
Evaluación final sin libro abierto	25.0	50.0
Evaluación por ejercicios a lo largo del curso	0.0	75.0

#### NIVEL 2: Materia de Fundamentos Numéricos (15 ECTS) A DISTANCIA

##### 5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2

CARÁCTER	OBLIGATORIA	

<b>ECTS MATERIA</b>	15	
<b>DESPLIEGUE TEMPORAL: Cuatrimestral</b>		
<b>ECTS Cuatrimestral 1</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 2</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 3</b>
15		
<b>ECTS Cuatrimestral 4</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 5</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 6</b>
<b>ECTS Cuatrimestral 7</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 8</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 9</b>
<b>ECTS Cuatrimestral 10</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 11</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 12</b>
<b>LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE</b>		
<b>CASTELLANO</b>	<b>CATALÁN</b>	<b>EUSKERA</b>
Si	No	No
<b>GALLEGO</b>	<b>VALENCIANO</b>	<b>INGLÉS</b>
No	No	Si
<b>FRANCÉS</b>	<b>ALEMÁN</b>	<b>PORTUGUÉS</b>
No	No	No
<b>ITALIANO</b>	<b>OTRAS</b>	
No	No	
<b>NIVEL 3: Introducción al métodos de los elementos finitos</b>		
<b>5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3</b>		
<b>CARÁCTER</b>	<b>ECTS ASIGNATURA</b>	<b>DESPLIEGUE TEMPORAL</b>
OBLIGATORIA	5	Cuatrimestral
<b>DESPLIEGUE TEMPORAL</b>		
<b>ECTS Cuatrimestral 1</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 2</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 3</b>
5		
<b>ECTS Cuatrimestral 4</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 5</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 6</b>
<b>ECTS Cuatrimestral 7</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 8</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 9</b>
<b>ECTS Cuatrimestral 10</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 11</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 12</b>
<b>LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE</b>		
<b>CASTELLANO</b>	<b>CATALÁN</b>	<b>EUSKERA</b>
Si	No	No
<b>GALLEGO</b>	<b>VALENCIANO</b>	<b>INGLÉS</b>
No	No	Si
<b>FRANCÉS</b>	<b>ALEMÁN</b>	<b>PORTUGUÉS</b>
No	No	No
<b>ITALIANO</b>	<b>OTRAS</b>	
No	No	
<b>NIVEL 3: Métodos numéricos para ecuaciones en derivadas parciales</b>		
<b>5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3</b>		
<b>CARÁCTER</b>	<b>ECTS ASIGNATURA</b>	<b>DESPLIEGUE TEMPORAL</b>
OBLIGATORIA	5	Cuatrimestral
<b>DESPLIEGUE TEMPORAL</b>		

ECTS Cuatrimestral 1	ECTS Cuatrimestral 2	ECTS Cuatrimestral 3
5		
ECTS Cuatrimestral 4	ECTS Cuatrimestral 5	ECTS Cuatrimestral 6
ECTS Cuatrimestral 7	ECTS Cuatrimestral 8	ECTS Cuatrimestral 9
ECTS Cuatrimestral 10	ECTS Cuatrimestral 11	ECTS Cuatrimestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
Si	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Si
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
NIVEL 3: Técnicas de Pre y Post proceso gráfico		
5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		
CARÁCTER	ECTS ASIGNATURA	DESPLIEGUE TEMPORAL
OBLIGATORIA	5	Cuatrimestral
DESPLIEGUE TEMPORAL		
ECTS Cuatrimestral 1	ECTS Cuatrimestral 2	ECTS Cuatrimestral 3
5		
ECTS Cuatrimestral 4	ECTS Cuatrimestral 5	ECTS Cuatrimestral 6
ECTS Cuatrimestral 7	ECTS Cuatrimestral 8	ECTS Cuatrimestral 9
ECTS Cuatrimestral 10	ECTS Cuatrimestral 11	ECTS Cuatrimestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
Si	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Si
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
5.5.1.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE		
<b>Resultado del aprendizaje</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>¿ El alumno será capaz de entender y asimilar los fundamentos del análisis lineal de elementos finitos, obtener la forma débil de la formulación variacional y su solución, así como conocer la estructura básica de un programa de elementos finitos.</li> <li>¿ Comprender porque el método de los elementos finitos se aproxima a la solución de las PDE, considerando los errores de truncamiento, consistencia convergencia y estabilidad de la solución de un sistema lineal de ecuaciones y problemas de autovalores</li> <li>¿ Resolver a mano problemas lineales de mecánica y transferencia de calor utilizando EF al tiempo de ser capaz de utilizar adecuadamente un código de EF para obtener resultados de problemas de ingeniería.</li> <li>¿ El alumno deberá entender y formular procedimientos numéricos para solucionar problemas típicos, identificando el método mas adecuado para la correspondiente PDE.</li> </ul>		

- ¿ Entender los métodos numéricos que tienen mayor relevancia en el cálculo y diseño en ingeniería: los problemas de contorno y valor inicial para ecuaciones de conservación
- ¿ Desarrollar la capacidad de abstracción y síntesis, comprendiendo la estructura de espacio vectorial y concepto de linealidad.
- ¿ El alumno deberá adquirir independencia en sus estudios. Ser capaz de implementar y utilizar programas de ordenador para solucionar problemas tipo e interpretar con fundamento los resultados obtenidos.
- ¿ El alumno será capaz de entender y asimilar los pasos básicos para la generación de una malla; ventajas y desventajas de los algoritmos de generación más comúnmente usados, así como de conocer los fundamentos de la visualización científica
- ¿ El alumno deberá entender e identificar las diferentes causas de problemas para una representación de CAD, corregir las características del modelo gráfico y generar una malla. Igualmente debe ser capaz de seleccionar la técnica adecuada de visualización acorde con el tipo de variable a visualizar.
- ¿ El alumno deberá ser capaz de implementar y utilizar programas de ordenador así como herramientas de mallado para solucionar problemas sólidos y fluidos.

### 5.5.1.3 CONTENIDOS

Los contenidos de esta materia se reparten en los tres cursos siguientes:

#### 1.1-Introducción al Método de los Elementos Finitos (5 ECTS)

Este curso introduce al alumno en los conceptos básicos del Método de los elementos finitos, incluyendo los planteamientos de la formulación básica, análisis de los métodos obtenidos y aspectos esenciales de su implementación. Se analizarán problemas lineales de aspecto práctico como la transferencia de calor y la elasticidad, complementándose con ejercicios prácticos.

- ¿ Introducción al método de los elementos finitos
- ¿ Errores
- ¿ Sistemas lineales de ecuaciones
- ¿ Aproximación e interpolación
- ¿ Integración numérica
- ¿ Sistemas discretos y sistemas continuos. Introducción al MEF
- ¿ Resolución por el MEF de problemas unidimensionales.
- ¿ Aplicación a la ecuación de Poisson
- ¿ Elementos finitos unidimensionales más avanzados
- ¿ Aplicación del MEF a la ecuación de Poisson en dos dimensiones
- ¿ Aplicación del MEF a la ecuación de Poisson en tres dimensiones
- ¿ Formulación matricial de la solución del problema de Poisson por el MEF
- ¿ Obtención de las funciones de forma de elementos bi y tridimensionales de clase C0
- ¿ Elementos isoparamétricos bi y tridimensionales
- ¿ Problemas de elasticidad bidimensional

#### Recursos para el aprendizaje:

- ¿ Notas de clase.
- ¿ Zienkiewicz, O.C.; Morgan, K., Finite elements and approximation, Wiley, 1983
- ¿ Hughes, T.J.R., The finite element method, Prentice-Hall, 1987
- ¿ Henwood, D.J., Bonet, J., Finite elements – A gentle introduction, Macmillan, 1997
- ¿ Zienkiewicz, O.C.; Taylor, R.L., The finite element method: 1 basic formulation and linear problems, Elsevier, 2005
- ¿ Huerta, A.; Sarrate, J.; Rodríguez-Ferran, A. Métodos numéricos. Introducción, aplicaciones y programación. Edicions UPC, 1999
- ¿ Trefethen, L.N. & Bau, D., Numerical linear algebra, SIAM, 1996
- ¿ Saad, Y., Iterative methods for sparse linear systems. Academic Press, 2000
- ¿ Burden, R.L.; Faires, J.D. Análisis numérico. Sexta edición. International Thomson Editores, 1998.

#### 1.2-Métodos numéricos para ecuaciones en derivadas parciales (5 ECTS)

El curso presenta los fundamentos modernos y clásicos de los métodos numéricos para la solución de ecuaciones diferenciales lineales y no lineales. Se presenta la aplicación a una amplia variedad de problemas en ciencias, ingeniería y otros campos.

Los temas a tratar incluyen diferencias finitas, volúmenes finitos y elementos de contorno.

Distintos tipos de discretizaciones y un amplio bosquejo de los métodos directos e iterativos para solucionar los sistemas de ecuaciones. Igualmente se tratarán temas para la solución numérica del problema de autovalores y autovectores.

- ¿ Revisión de las ecuaciones diferenciales.
- ¿ Métodos de diferencias finitas para ecuaciones elípticas.
- ¿ Métodos de diferencias finitas para ecuaciones parabólicas (incluyendo aspectos de consistencia, estabilidad y convergencia)
- ¿ Métodos de diferencias finitas para ecuaciones hiperbólicas
- ¿ Introducción a los volúmenes finitos
- ¿ Introducción a los métodos integrales y elementos de contorno
- ¿ Técnicas de solución: a. Métodos directos y su implementación b. Métodos iterativos (estacionarios y métodos de Krylov) Problemas no lineales. Métodos de Newton Raphson. Métodos de Cuasi-Newton. Métodos de Newton-Secantes. Desarrollos numéricos de los métodos NR, QN y SN. Minimización unidimensional. Control de longitud de arco c. Técnica de solución del problema de autovalores

#### Recursos para el aprendizaje:

- ¿ Notas de clase
- ¿ Hoffman, J.D., Numerical Methods for engineers and scientists, McGraw-Hill, 1992
- ¿ Smith, G.D., Numerical Solution of Partial Differential Equations, Oxford University Press, 1986
- ¿ Further readings:
- ¿ Leveque, R., Numerical Methods for Conservation Laws, Lectures in Mathematics, ETH Zürich, 1992
- ¿ Vila, A.; Rodríguez-Ferran, A.; Huerta, A. Métodos numéricos para sistemas no lineales de ecuaciones.
- ¿ Iterative methods for nonlinear systems of equations: an introduction. Laboratori de Càlcul Numèric.
- ¿ Dennis, J.E.; Schnabel, R.B. Numerical methods for unconstrained optimization and nonlinear equations. Prentice-Hall Series in Computational Mathematics, 1983., Reimpreso en Classics in Applied Mathematics, SIAM, 1996.

#### 1.3-Técnicas de Pre y Post proceso gráfico (5 ECTS)

El curso se presenta como una introducción del primero y del último paso en la simulación numérica. Esto es, presenta las técnicas numéricas involucradas en el pre y post proceso. Por un lado, las principales técnicas que permiten construir mallas desde un modelo en CAD y por otro lado las técnicas numéricas de visualización de campos discretos sobre una malla. Estas técnicas son introducidas resolviendo ejercicios prácticos utilizando un paquete comercial (GiD)

- ¿ Representación geométrica.
- ¿ Revisión de los algoritmos de mallado.
- ¿ Generación de mallas estructuradas.
- ¿ Generación de mallas de triángulos y tetraedros.
- ¿ Generación de mallas de cuadriláteros y hexaedros.
- ¿ Técnicas de mejora de la calidad del mallado.
- ¿ Fundamentos de la visualización científica.
- ¿ Técnicas de representación de un campo discreto.
- ¿ Estimación de error y adaptabilidad.
- ¿ Resolución de problemas prácticos de ingeniería, interpretación y visualización de resultados

#### Recursos para el aprendizaje:

- ¿ Notas de clase.
- ¿ Faux D. and Pratt M.J. Computational Geometry for Design and Manufacture, Elli Horwood Publishers, 1987.
- ¿ Thompson J.F., Soni B.K., and Weatherill N.P, Handbook of Grid Generation, CRC press, 1999
- ¿

Schroeder W., Martin K., Lorensen B., The Visualization Toolkit An Object-Oriented Approach To 3D Graphics, Kitware, Inc, 20

#### 5.5.1.4 OBSERVACIONES

**MODALIDAD A DISTANCIA, en el apartado de Actividades formativas, los datos que figuran en la columna presencialidad, hacen referencia al % EN WEB.**

#### 5.5.1.5 COMPETENCIAS

#### 5.5.1.5.1 BÁSICAS Y GENERALES

CG1 - Conocimiento de los métodos numéricos y mecanismos de solución. Completar y consolidar la formación básica del alumno en la resolución de problemas mediante métodos numéricos y computacionales reforzando su conocimiento de las bases así como de las aplicaciones específicas.
CG2 - Conocimiento de las teorías y aplicaciones de los métodos numéricos. Capacidad para adquirir conocimiento y comprensión avanzados sobre las teorías y aplicaciones de los métodos numéricos en la solución de problemas de ingeniería.
CG3 - Experiencia en la solución de problemas mediante los métodos numéricos. Capacidad para adquirir experiencia y criterio en la aplicación de métodos numéricos a través de la utilización de programas de cálculo, pre y post procesadores gráficos, lenguajes de programación y librerías de cálculo científico.
CG6 - Modelización numérica de problemas reales. Profundizar en la habilidad para resolver problemas reales de ingeniería mediante modelización numérica a través de la identificación del modelo matemático subyacente, del método de cálculo más adecuado y de la interpretación crítica de los resultados.
CG7 - Independencia crítica. Adquirir capacidad para utilizar de forma autónoma su conocimiento y comprensión de la ingeniería computacional para diseñar soluciones a problemas nuevos o poco familiares, incorporando conocimientos y saber hacer teóricos y prácticos, si es necesario, de otras disciplinas de la ingeniería y las ciencias básicas, y diseñando nuevos métodos de resolución originales y adecuados a los objetivos finales planteados.
CG8 - Conocimiento de los alcances de los métodos numéricos. Comprender la aplicabilidad y limitaciones de la modelización numérica y de las tecnologías de cálculo existentes.
CG9 - Independencia investigadora. Adquirir experiencia y autonomía en la búsqueda, filtraje, recopilación y síntesis de información científico y técnica de vanguardia.
<b>5.5.1.5.2 TRANSVERSALES</b>
CT1 - Capacidad emprendedora y de innovación. Conocer y entender los mecanismos en que se basa la investigación científica así como los mecanismos e instrumentos de transferencia de resultados entre los diferentes agentes socioeconómicos implicados en los procesos de I+D+i, adquiriendo la capacidad de ejercer de líder de un equipo de trabajo compuesto por diversos perfiles y disciplinas profesionales.
CT2 - Sostenibilidad y compromiso social. Ser capaz de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
CT3 - Tercera lengua. Tener conocimiento del inglés como tercera lengua, en un nivel adecuado de forma oral y escrita en consonancia con las necesidades de trabajar y comunicarse de forma efectiva en entornos internacionales e interculturales.
CT4 - Comunicación eficaz oral y escrita. Mejorar la capacidad de comunicación: presentaciones orales, elaboración de informes profesionales y científicos de forma clara y concisa para comunicar sus conclusiones, los conocimientos y razones últimas que la sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
CT5 - Trabajo en equipo. Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinario, tanto como un miembro más, o realizando tareas de dirección con el fin de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos considerando los recursos y tiempos disponibles. Obtener un buen conocimiento de la comunidad de métodos numéricos en ingeniería a nivel nacional e internacional
CT6 - Uso solvente de los recursos de la información. Gestionar la adquisición, estructuración, análisis y visualización de datos e información bibliográfica e informática de carácter científico y técnico y valorar de forma crítica los resultados de esta gestión
CT7 - Aprendizaje autónomo. Detectar carencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento y motivarse para proseguir la formación continua a lo largo de su vida profesional.
<b>5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS</b>
CE1 - Conocimientos de modelización numérica práctica. Capacidad para adquirir conocimientos en modelización numérica avanzada aplicada a distintas áreas de la ingeniería tales como: o Ingeniería civil y medioambiental o Ingeniería mecánica y aeroespacial o Nanoingeniería y bioingeniería o Ingeniería naval y marina, etc.
CE3 - Conocimientos de modelización de materiales Capacidad para adquirir los conocimientos relativos a los modelos físicos modernos de ciencia de materiales (modelos constitutivos avanzados) en mecánica de sólidos y de fluidos
CE5 - Experiencia en simulaciones numéricas. Adquisición de soltura en las herramientas de simulación numérica modernas y su aplicación en problemas multidisciplinares de ingeniería y ciencias aplicadas.
CE6 - Interpretación de modelos numéricos. Comprender la aplicabilidad y las limitaciones de las distintas técnicas de cálculo por ordenador

CE7 - Experiencia en la programación de métodos de cálculo. Capacidad para adquirir formación en el desarrollo y utilización de programas de cálculo existentes, así como de pre y post procesadores, conocimiento de lenguajes de programación y de librerías de cálculo estándar.

#### 5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS

ACTIVIDAD FORMATIVA	HORAS	PRESENCIALIDAD
Trabajo en colaboración dentro de un grupo	20	90
Trabajo individual	185	5
Resolución de problemas prácticos	60	50
Evaluación continua	15	100
Práctica de laboratorio informático	50	20
Tutoría personalizada	20	100
Clases teóricas	25	100

#### 5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES

Clase magistral

Clase expositiva interactiva con el alumno

Seminarios

Clases prácticas

Tutorías

Clase expositiva con el alumno

Tutorías en web

#### 5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN

SISTEMA DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN MÍNIMA	PONDERACIÓN MÁXIMA
Evaluación final con libro abierto	0.0	50.0
Evaluación final sin libro abierto	25.0	50.0
Evaluación por ejercicios a lo largo del curso	20.0	75.0

#### NIVEL 2: Materia de Mecánica Computacional (30 ECTS) A DISTANCIA

##### 5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2

CARÁCTER	OBLIGATORIA	
ECTS MATERIA	30	

##### DESPLIEGUE TEMPORAL: Cuatrimestral

ECTS Cuatrimestral 1	ECTS Cuatrimestral 2	ECTS Cuatrimestral 3
10	20	
ECTS Cuatrimestral 4	ECTS Cuatrimestral 5	ECTS Cuatrimestral 6
ECTS Cuatrimestral 7	ECTS Cuatrimestral 8	ECTS Cuatrimestral 9
ECTS Cuatrimestral 10	ECTS Cuatrimestral 11	ECTS Cuatrimestral 12

##### LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE

CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
Si	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Si
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS



No	No	No
<b>ITALIANO</b>	<b>OTRAS</b>	
No	No	
<b>NIVEL 3: Mecánica de medios continuos</b>		
<b>5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3</b>		
<b>CARÁCTER</b>	<b>ECTS ASIGNATURA</b>	<b>DESPLIEGUE TEMPORAL</b>
OBLIGATORIA	5	Cuatrimestral
<b>DESPLIEGUE TEMPORAL</b>		
<b>ECTS Cuatrimestral 1</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 2</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 3</b>
5		
<b>ECTS Cuatrimestral 4</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 5</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 6</b>
<b>ECTS Cuatrimestral 7</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 8</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 9</b>
<b>ECTS Cuatrimestral 10</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 11</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 12</b>
<b>LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE</b>		
<b>CASTELLANO</b>	<b>CATALÁN</b>	<b>EUSKERA</b>
Si	No	No
<b>GALLEGO</b>	<b>VALENCIANO</b>	<b>INGLÉS</b>
No	No	Si
<b>FRANCÉS</b>	<b>ALEMÁN</b>	<b>PORTUGUÉS</b>
No	No	No
<b>ITALIANO</b>	<b>OTRAS</b>	
No	No	
<b>NIVEL 3: Mecánica de fluidos computacional</b>		
<b>5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3</b>		
<b>CARÁCTER</b>	<b>ECTS ASIGNATURA</b>	<b>DESPLIEGUE TEMPORAL</b>
OBLIGATORIA	5	Cuatrimestral
<b>DESPLIEGUE TEMPORAL</b>		
<b>ECTS Cuatrimestral 1</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 2</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 3</b>
5		
<b>ECTS Cuatrimestral 4</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 5</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 6</b>
<b>ECTS Cuatrimestral 7</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 8</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 9</b>
<b>ECTS Cuatrimestral 10</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 11</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 12</b>
<b>LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE</b>		
<b>CASTELLANO</b>	<b>CATALÁN</b>	<b>EUSKERA</b>
Si	No	No
<b>GALLEGO</b>	<b>VALENCIANO</b>	<b>INGLÉS</b>
No	No	Si
<b>FRANCÉS</b>	<b>ALEMÁN</b>	<b>PORTUGUÉS</b>
No	No	No
<b>ITALIANO</b>	<b>OTRAS</b>	

No	No	
<b>NIVEL 3: Propagación de ondas y electromagnetismo</b>		
<b>5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3</b>		
<b>CARÁCTER</b>	<b>ECTS ASIGNATURA</b>	<b>DESPLIEGUE TEMPORAL</b>
OBLIGATORIA	5	Cuatrimestral
<b>DESPLIEGUE TEMPORAL</b>		
<b>ECTS Cuatrimestral 1</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 2</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 3</b>
	5	
<b>ECTS Cuatrimestral 4</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 5</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 6</b>
<b>ECTS Cuatrimestral 7</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 8</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 9</b>
<b>ECTS Cuatrimestral 10</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 11</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 12</b>
<b>Lenguas en las que se imparte</b>		
<b>CASTELLANO</b>	<b>CATALÁN</b>	<b>EUSKERA</b>
Si	No	No
<b>GALLEGO</b>	<b>VALENCIANO</b>	<b>INGLÉS</b>
No	No	Si
<b>FRANCÉS</b>	<b>ALEMÁN</b>	<b>PORTUGUÉS</b>
No	No	No
<b>ITALIANO</b>	<b>OTRAS</b>	
No	No	
<b>NIVEL 3: Mecánica de sólidos computacional</b>		
<b>5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3</b>		
<b>CARÁCTER</b>	<b>ECTS ASIGNATURA</b>	<b>DESPLIEGUE TEMPORAL</b>
OBLIGATORIA	5	Cuatrimestral
<b>DESPLIEGUE TEMPORAL</b>		
<b>ECTS Cuatrimestral 1</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 2</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 3</b>
	5	
<b>ECTS Cuatrimestral 4</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 5</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 6</b>
<b>ECTS Cuatrimestral 7</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 8</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 9</b>
<b>ECTS Cuatrimestral 10</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 11</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 12</b>
<b>Lenguas en las que se imparte</b>		
<b>CASTELLANO</b>	<b>CATALÁN</b>	<b>EUSKERA</b>
Si	No	No
<b>GALLEGO</b>	<b>VALENCIANO</b>	<b>INGLÉS</b>
No	No	Si
<b>FRANCÉS</b>	<b>ALEMÁN</b>	<b>PORTUGUÉS</b>
No	No	No
<b>ITALIANO</b>	<b>OTRAS</b>	
No	No	
<b>NIVEL 3: Elementos finitos en fluidos</b>		

5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		
CARÁCTER	ECTS ASIGNATURA	DESPLIEGUE TEMPORAL
OBLIGATORIA	5	Cuatrimestral
DESPLIEGUE TEMPORAL		
ECTS Cuatrimestral 1	ECTS Cuatrimestral 2	ECTS Cuatrimestral 3
	5	
ECTS Cuatrimestral 4	ECTS Cuatrimestral 5	ECTS Cuatrimestral 6
ECTS Cuatrimestral 7	ECTS Cuatrimestral 8	ECTS Cuatrimestral 9
ECTS Cuatrimestral 10	ECTS Cuatrimestral 11	ECTS Cuatrimestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
Si	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Si
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
NIVEL 3: Análisis avanzado de estructuras		
5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		
CARÁCTER	ECTS ASIGNATURA	DESPLIEGUE TEMPORAL
OBLIGATORIA	5	Cuatrimestral
DESPLIEGUE TEMPORAL		
ECTS Cuatrimestral 1	ECTS Cuatrimestral 2	ECTS Cuatrimestral 3
	5	
ECTS Cuatrimestral 4	ECTS Cuatrimestral 5	ECTS Cuatrimestral 6
ECTS Cuatrimestral 7	ECTS Cuatrimestral 8	ECTS Cuatrimestral 9
ECTS Cuatrimestral 10	ECTS Cuatrimestral 11	ECTS Cuatrimestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
Si	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Si
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
5.5.1.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE		
<p>¿ El alumno será capaz de entender y asimilar los fundamentos de la mecánica de sólidos identificando los aspectos más importantes en la modelación de un material, como los mecanismos de disipación asociados al comportamiento no lineal. Debe ser capaz de interpretar el significado físico de las propiedades del material e identificar correctamente los métodos numéricos para la solución de los problemas de mecánica de sólidos con su aplicación en la elasticidad y conocer los fundamentos de la mecánica de fluidos</p>		

- ¿ Conocer los fundamentos teóricos y prácticos del método de los elementos finitos para el análisis de estructuras bajo cargas dinámicas y estáticas; identificar los aspectos teóricos fundamentales para cada topología estructural y los aspectos computacionales inherentes a estas
- ¿ Identificar adecuadamente las teorías asociadas a cada topología estructural para el correcto análisis con el método de los elementos finitos (MEF), para ser capaz de analizar las topologías estructurales comúnmente encontradas en la práctica mediante el MEF utilizando códigos comerciales y al tiempo ser capaz de desarrollar un código propio con los aspectos básicos
- ¿ Conocer los fundamentos del comportamiento de las aproximaciones numéricas a la dinámica de fluidos: Sus ecuaciones, las discretizaciones espaciales y temporales y los aspectos matemáticos más relevantes como la estabilización de la convección y la incompresibilidad, entendiendo los aspectos más importantes en la discretización espacial y temporal así como identificar las correctas condiciones de contorno y los métodos más adecuados para la solución de los diversos problemas de dinámica de fluidos.
- ¿ El alumno desarrollara habilidades prácticas para manejar tensores, formular y realiza análisis de diversos problemas de ingeniería en sólidos y fluidos.

### 5.5.1.3 CONTENIDOS

Los contenidos de esta materia se reparte en los seis cursos siguientes:

#### 1.4-Mecánica de medios continuos ( 5 ECTS)

Es un curso completo en mecánica no lineal del medio continuo enfocado a ingenieros. Se realiza una profunda revisión de los conceptos fundamentales, incluido el movimiento, deformaciones, esfuerzos, balance de leyes de balance, principios variacionales y una introducción a la mecánica de sólidos y fluidos.

- ¿ Álgebra tensorial (definiciones, invariantes, gradientes, divergencias, rotacionales, teoremas integrales...).
- ¿ Cinemática: movimientos y deformación (tensores de deformación).
- ¿ Pequeñas deformaciones y compatibilidad.
- ¿ Tensores de esfuerzos.
- ¿ Leyes de balance
- ¿ Leyes constitutivas (ley de la termodinámica, energía de deformación, elasticidad)
- ¿ Problemas del valor del contorno en elasticidad lineal (2D)
- ¿ Introducción a la plasticidad (Von Mises, Tresca, Mohr Coulomb)
- ¿ Fluidos ideales y flujo potencial.
- ¿ Flujo viscoso incompresible (con una introducción al flujo turbulento)

#### Recursos para el aprendizaje:

- ¿ Notas de clase.
- ¿ Holzapfel, G.A., Nonlinear solid mechanics, a continuum approach for engineering, Wiley, 2000
- ¿ Currie, I.G., Fundamentals mechanics of fluids, 2nd edition, McGraw Hill, 1993

#### 1.5- Propagación de ondas y electromagnetismo ( 5 ECTS )

Este curso toca los conceptos básicos de la teoría de ondas y se centra en las estrategias computacionales para simular la propagación de ondas lineales en el contexto de diversas aplicaciones de ingeniería.

#### Teoría básica:

- ¿ Ejemplos físicos del movimiento de ondas: Sonido en un tubo, banda elástica, flujo sanguíneo.
- ¿ Introducción a la propagación de ondas en problemas unidimensionales.
- ¿ Teoría elastodinámica en 3D
- ¿ Representación integral y ecuaciones diferenciales.
- ¿ Electromagnetismo.
- ¿ Acústica y vibro acústica.
- ¿ Problemas característicos y de Riemann para ecuaciones lineales hiperbólicas.
- ¿ Métodos numéricos para la propagación de ondas
- ¿ Método del elemento de contorno
- ¿ Métodos basados en el dominio: Diferencias finitas, Volúmenes finitos y Galerkin.    a) Formulación general para las ecuaciones de conservación.    b) Flujo numérico
- ¿ Métodos corriente arriba, método de Godunov y de Roe.    c) Métodos de alta resolución: limitadores de Flujo y de TVD.    d) Convergencia, exactitud y estabilidad.
- 10 Condiciones de contorno en fronteras artificiales.

#### Recursos para el aprendizaje:

- ¿ Notas de Clase
- ¿ R.J. LeVeque, Finite volume methods for hyperbolic problems, Cambridge Univ. Press, 2002
- ¿ A. Taflove, Computational electrodynamics: The finite-difference time-domain method, Artech House, 1995

- ¿ J. D. Achenbach, Wave propagation in elastic solids, North Holland Publ. Co., 1973.
- ¿ J. Domínguez, Boundary elements in dynamics, Computational Mechanics Publications, Elsevier, UK, 1993.
- ¿ Jianming Jin, The finite element method in electromagnetics, John Wiley & Sons, 1993

### 1.6- Mecánica de sólidos computacional (5 ECTS)

El curso se centra en los métodos numéricos aplicados a la modelación del comportamiento de materiales no lineales en sólidos. Se hace especial énfasis en la integración de los modelos constitutivos y la adición de la no linealidad en el método de los elementos finitos. El curso cubre tanto los aspectos teóricos esenciales así como la aplicación práctica de estos.

- ¿ Modelación constitutiva de los materiales.
- ¿ Elasticidad y visco elasticidad.
- ¿ Daño continuo y visco daño.
- ¿ Plasticidad y visco plasticidad.
- ¿ Estabilidad del material.
- ¿ Técnicas computacionales en la modelación de materiales no lineales en sólidos.
- ¿ Temas avanzados: Mecánica del contacto y extensión a deformaciones finitas.

#### Recursos para el aprendizaje:

- ¿ Notas de clase
- ¿ Belytschko T., Liu W.K., Moran B., Non-linear Finite Elements for Continua and Structures, Wiley, 2002
- ¿ Simo J.C, Hughes T.J.R., Computational Inelasticity, Springer, 1997

### 1.7- Elementos finitos en fluidos (5 ECTS)

El curso cubre tanto los aspectos teóricos esenciales así como la aplicación práctica de éstos. En particular técnicas específicas para las ecuaciones de Euler y de Navier Stokes.

- ¿ Ecuaciones de conservación.
- ¿ Estabilización de la ecuación estacionaria de convección.
- ¿ Integración temporal de la ecuación transitoria de transporte.
- ¿ Flujo compresible.
- ¿ Problemas transitorios de convección difusión.
- ¿ Flujo viscoso incompresible.
- ¿ Modelación de la turbulencia.
- ¿ Temas avanzados.

#### Recursos para el aprendizaje:

- ¿ Notas de clase
- ¿ Donea, J., Huerta, A., Finite Element Methods for Flow Problems, Wiley, 2003

### 1.8- Análisis avanzado de estructuras (5 ECTS)

Éste curso presenta los conceptos, formulaciones y aplicaciones del método de los elementos finitos (MEF) para el análisis de estructuras con materiales de construcción clásicos y modernos (materiales compuestos) bajo cargas estáticas y dinámicas. El curso se centra en problemas lineales, sin embargo se da una pequeña introducción al análisis no lineal de estructuras. Los distintos métodos presentados cubren la mayoría de las topologías estructurales en ingeniería como son presas, túneles, taques, laminas, edificios, puentes, estructuras y componentes mecánicos, etc.

Los detalles de la formulación con elementos finitos son proporcionados junto con los aspectos computaciones más importantes, permitiendo que los estudiantes se involucren en la programación por el MEF de problemas de análisis estructural.

- ¿ Conceptos básicos de matriz en el análisis de estructuras de barras.
- ¿ Sólidos en 2D.
- ¿ Sólidos axisimétricos.
- ¿ Sólidos en 3D.
- ¿ Vigas.
- ¿ Placas gruesas y delgadas.
- ¿ Láminas plegadas y curvas.
- ¿ Láminas axisimétricas
- ¿ Análisis dinámico de estructuras
- ¿ Introducción al análisis no lineal de estructuras.
- ¿ Temas diversos.

### Recursos para el aprendizaje:

- ¿ Notas de Clase
- ¿ O.C. Zienkiewicz and R.L. Taylor. The finite element method. Vols. 1 and 2, 5th Edition, Butterworth-Heinemann, 2003

### 1.9- Mecánica de fluidos (5 ECTS)

El curso proporciona los elementos para entender las herramientas básicas para el análisis y solución de diferentes tipos de flujos, desde el ideal hasta el flujo viscoso, contrastando los resultados numéricos con los experimentales. El curso comprende seis temas principales:

- ¿ Conceptos básicos y revisión: Resumen de análisis vectorial: Teoremas clásicos: Greens, Gauss, Stokes - derivadas Eulerianas/Lagrangianas y teoremas de transporte de Reynolds
- ¿ Ecuaciones reguladoras: Ecuaciones de continuidad y leyes de conservación. Masa, impulso y conservación de la energía. Clasificación de ecuaciones. Condiciones de contorno. Ejemplos
- ¿ Fluidos ideales: incompresible, flujo potencial irrotacional. Eficiencia, función de la eficiencia. Ejemplos.
- ¿ Fluidos viscosos incompresibles: Ecuaciones incompresibles de Navier-Stokes: Flujo de Couette, Flujo de Poiseuille, Fluido en tuberías.
- ¿ Características y ecuaciones de fluidos compresibles.
- ¿ Naturaleza de las turbulencias
- ¿ Contrastar enfoques analítico, numérico y experimental para resolver problemas en ingeniería.

### Recursos para el aprendizaje:

- ¿ I.G. Currie, Fundamental Mechanics of Fluids, 2nd edition, McGraw Hill International Editions, 1993.
  - ¿ B. Le Mehaute, An Introduction to Hydrodynamics and Water Waves, Springer-Verlag, 1976.
- A.R. Patterson, A First Course in Fluid Dynamics, Cambridge University

#### 5.5.1.4 OBSERVACIONES

MODALIDAD A DISTANCIA, en el apartado de Actividades formativas, los datos que figuran en la columna presencialidad, hacen referencia al % EN WEB.

#### 5.5.1.5 COMPETENCIAS

##### 5.5.1.5.1 BÁSICAS Y GENERALES

CG1 - Conocimiento de los métodos numéricos y mecanismos de solución. Completar y consolidar la formación básica del alumno en la resolución de problemas mediante métodos numéricos y computacionales reforzando su conocimiento de las bases así como de las aplicaciones específicas.

CG2 - Conocimiento de las teorías y aplicaciones de los métodos numéricos. Capacidad para adquirir conocimiento y comprensión avanzados sobre las teorías y aplicaciones de los métodos numéricos en la solución de problemas de ingeniería.

CG3 - Experiencia en la solución de problemas mediante los métodos numéricos. Capacidad para adquirir experiencia y criterio en la aplicación de métodos numéricos a través de la utilización de programas de cálculo, pre y post procesadores gráficos, lenguajes de programación y librerías de cálculo científico.

CG4 - Consolidación de los criterios de aplicación de los métodos numéricos. Completar y consolidar los conocimientos, los criterios y el espíritu crítico para plantear la soluciones convencionales y así como para realizar análisis de resultados en problemas característicos de modelización numérica.

CG5 - Conocimiento de las redes sociales en el entorno de los métodos numéricos Conocer y adquirir una conciencia crítica sobre la vanguardia de la comunidad española, europea e internacional de métodos numéricos en ingeniería.

CG6 - Modelización numérica de problemas reales. Profundizar en la habilidad para resolver problemas reales de ingeniería mediante modelización numérica a través de la identificación del modelo matemático subyacente, del método de cálculo más adecuado y de la interpretación crítica de los resultados.

CG7 - Independencia crítica. Adquirir capacidad para utilizar de forma autónoma su conocimiento y comprensión de la ingeniería computacional para diseñar soluciones a problemas nuevos o poco familiares, incorporando conocimientos y saber hacer teóricos y prácticos, si es necesario, de otras disciplinas de la ingeniería y las ciencias básicas, y diseñando nuevos métodos de resolución originales y adecuados a los objetivos finales planteados.

CG8 - Conocimiento de los alcances de los métodos numéricos. Comprender la aplicabilidad y limitaciones de la modelización numérica y de las tecnologías de cálculo existentes.

CG9 - Independencia investigadora. Adquirir experiencia y autonomía en la búsqueda, filtraje, recopilación y síntesis de información científico y técnica de vanguardia.

#### 5.5.1.5.2 TRANSVERSALES

CT1 - Capacidad emprendedora y de innovación. Conocer y entender los mecanismos en que se basa la investigación científica así como los mecanismos e instrumentos de transferencia de resultados entre los diferentes agentes socioeconómicos implicados en los procesos de I+D+i, adquiriendo la capacidad de ejercer de líder de un equipo de trabajo compuesto por diversos perfiles y disciplinas profesionales.

CT2 - Sostenibilidad y compromiso social. Ser capaz de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.

CT3 - Tercera lengua. Tener conocimiento del inglés como tercera lengua, en un nivel adecuado de forma oral y escrita en consonancia con las necesidades de trabajar y comunicarse de forma efectiva en entornos internacionales e interculturales.

CT4 - Comunicación eficaz oral y escrita. Mejorar la capacidad de comunicación: presentaciones orales, elaboración de informes profesionales y científicos de forma clara y concisa para comunicar sus conclusiones, los conocimientos y razones últimas que la sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

CT5 - Trabajo en equipo. Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinario, tanto como un miembro más, o realizando tareas de dirección con el fin de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos considerando los recursos y tiempos disponibles. Obtener un buen conocimiento de la comunidad de métodos numéricos en ingeniería a nivel nacional e internacional

CT6 - Uso solvente de los recursos de la información. Gestionar la adquisición, estructuración, análisis y visualización de datos e información bibliográfica e informática de carácter científico y técnico y valorar de forma crítica los resultados de esta gestión

CT7 - Aprendizaje autónomo. Detectar carencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento y motivarse para proseguir la formación continua a lo largo de su vida profesional.

#### 5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS

CE1 - Conocimientos de modelización numérica práctica. Capacidad para adquirir conocimientos en modelización numérica avanzada aplicada a distintas áreas de la ingeniería tales como: o Ingeniería civil y medioambiental o Ingeniería mecánica y aeroespacial o Nanoingeniería y bioingeniería o Ingeniería naval y marina, etc.

CE2 - Conocimientos del estado del arte en algoritmos numéricos. Capacidad para ponerse al día en las últimas tecnologías numéricas para la resolución de problemas de ingeniería y ciencias aplicadas.

CE3 - Conocimientos de modelización de materiales Capacidad para adquirir los conocimientos relativos a los modelos físicos modernos de ciencia de materiales (modelos constitutivos avanzados) en mecánica de sólidos y de fluidos

CE5 - Experiencia en simulaciones numéricas. Adquisición de soltura en las herramientas de simulación numérica modernas y su aplicación en problemas multidisciplinares de ingeniería y ciencias aplicadas.

CE6 - Interpretación de modelos numéricos. Comprender la aplicabilidad y las limitaciones de las distintas técnicas de cálculo por ordenador

CE7 - Experiencia en la programación de métodos de cálculo. Capacidad para adquirir formación en el desarrollo y utilización de programas de cálculo existentes, así como de pre y post procesadores, conocimiento de lenguajes de programación y de librerías de cálculo estándar.

#### 5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS

ACTIVIDAD FORMATIVA	HORAS	PRESENCIALIDAD
Trabajo en colaboración dentro de un grupo	40	90
Trabajo individual	370	5
Resolución de problemas prácticos	120	50

Evaluación continua	30	100
Práctica de laboratorio informático	100	20
Tutoría personalizada	40	100
Clases teóricas	50	100
<b>5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES</b>		
Clase magistral		
Clase expositiva interactiva con el alumno		
Seminarios		
Clases prácticas		
Tutorías		
Clase expositiva con el alumno		
Tutorías en web		
<b>5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN</b>		
<b>SISTEMA DE EVALUACIÓN</b>	<b>PONDERACIÓN MÍNIMA</b>	<b>PONDERACIÓN MÁXIMA</b>
Evaluación final con libro abierto	0.0	50.0
Evaluación final sin libro abierto	25.0	50.0
Evaluación por ejercicios a lo largo del curso	20.0	75.0
<b>5.5 NIVEL 1: Formación común optativa ( 38 ECTS Materias: Herramientas de cálculo (14 ECTS) y Aplicaciones multidisciplinares ( 24 ECTS)</b>		
<b>5.5.1 Datos Básicos del Módulo</b>		
<b>NIVEL 2: Materia de Herramientas de Cálculo (14 ECTS) PRESENCIAL</b>		
<b>5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2</b>		
<b>CARÁCTER</b>	OPTATIVA	
<b>ECTS MATERIA</b>	14	
<b>DESPLIEGUE TEMPORAL: Cuatrimestral</b>		
<b>ECTS Cuatrimestral 1</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 2</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 3</b>
8	6	
<b>ECTS Cuatrimestral 4</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 5</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 6</b>
<b>ECTS Cuatrimestral 7</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 8</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 9</b>
<b>ECTS Cuatrimestral 10</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 11</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 12</b>
<b>LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE</b>		
<b>CASTELLANO</b>	<b>CATALÁN</b>	<b>EUSKERA</b>
Si	No	No
<b>GALLEGO</b>	<b>VALENCIANO</b>	<b>INGLÉS</b>
No	No	Si
<b>FRANCÉS</b>	<b>ALEMÁN</b>	<b>PORTUGUÉS</b>
No	No	No
<b>ITALIANO</b>	<b>OTRAS</b>	
No	No	
<b>LISTADO DE ESPECIALIDADES</b>		
No existen datos		



<b>NIVEL 3: Programación en ciencias e ingeniería</b>		
<b>5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3</b>		
<b>CARÁCTER</b>	<b>ECTS ASIGNATURA</b>	<b>DESPLIEGUE TEMPORAL</b>
OPTATIVA	5	Cuatrimestral
<b>DESPLIEGUE TEMPORAL</b>		
<b>ECTS Cuatrimestral 1</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 2</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 3</b>
5		
<b>ECTS Cuatrimestral 4</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 5</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 6</b>
<b>ECTS Cuatrimestral 7</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 8</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 9</b>
<b>ECTS Cuatrimestral 10</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 11</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 12</b>
<b>LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE</b>		
<b>CASTELLANO</b>	<b>CATALÁN</b>	<b>EUSKERA</b>
Si	No	No
<b>GALLEGO</b>	<b>VALENCIANO</b>	<b>INGLÉS</b>
No	No	Si
<b>FRANCÉS</b>	<b>ALEMÁN</b>	<b>PORTUGUÉS</b>
No	No	No
<b>ITALIANO</b>	<b>OTRAS</b>	
No	No	
<b>LISTADO DE ESPECIALIDADES</b>		
No existen datos		
<b>NIVEL 3: Métodos de verificación en mecánica computacional</b>		
<b>5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3</b>		
<b>CARÁCTER</b>	<b>ECTS ASIGNATURA</b>	<b>DESPLIEGUE TEMPORAL</b>
OPTATIVA	3	Cuatrimestral
<b>DESPLIEGUE TEMPORAL</b>		
<b>ECTS Cuatrimestral 1</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 2</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 3</b>
3		
<b>ECTS Cuatrimestral 4</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 5</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 6</b>
<b>ECTS Cuatrimestral 7</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 8</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 9</b>
<b>ECTS Cuatrimestral 10</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 11</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 12</b>
<b>LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE</b>		
<b>CASTELLANO</b>	<b>CATALÁN</b>	<b>EUSKERA</b>
Si	No	No
<b>GALLEGO</b>	<b>VALENCIANO</b>	<b>INGLÉS</b>
No	No	Si
<b>FRANCÉS</b>	<b>ALEMÁN</b>	<b>PORTUGUÉS</b>
No	No	No
<b>ITALIANO</b>	<b>OTRAS</b>	
No	No	

LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
NIVEL 3: Seminarios en mecánica computacional		
5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		
CARÁCTER	ECTS ASIGNATURA	DESPLIEGUE TEMPORAL
OPTATIVA	6	Cuatrimestral
DESPLIEGUE TEMPORAL		
ECTS Cuatrimestral 1	ECTS Cuatrimestral 2	ECTS Cuatrimestral 3
	6	
ECTS Cuatrimestral 4	ECTS Cuatrimestral 5	ECTS Cuatrimestral 6
ECTS Cuatrimestral 7	ECTS Cuatrimestral 8	ECTS Cuatrimestral 9
ECTS Cuatrimestral 10	ECTS Cuatrimestral 11	ECTS Cuatrimestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
Si	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Si
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
5.5.1.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE		
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿ El alumno será capaz de entender y asimilar las herramientas básicas de la programación y codificación de algoritmos.</li> <li>¿ El alumno será capaz de generar un programa de elementos finitos en MATLAB</li> <li>¿ Conocer los aspectos fundamentales de la estimación de error y adaptabilidad, su clasificación y los métodos actuales; utilizar estas técnicas adaptativas para encontrar mallas óptimas</li> <li>¿ Entender los procesos cíclicos como procesos de prueba y error donde la simulación numérica juega un papel importante en el reemplazo de experimentos, garantizando el uso de las herramientas adecuadas que certifiquen la calidad de las simulaciones y la veracidad de sus resultados, entendiendo que la mecánica computacional proporciona resultados tan aproximados como el usuario desee y ser capaz de asimilar el coste que representa.</li> <li>¿ Se pondrá énfasis en que el alumno adquiera independencia en sus estudios; que aprenda a usar un ordenador para programación básica y aprenda a utilizar y sacar provecho de sus horas de estudio.</li> </ul>		
5.5.1.3 CONTENIDOS		
<p>Los contenidos de esta materia se reparte en los tres cursos siguientes</p> <p><u>2.1- Programación en ciencias e ingeniería ( 5 ECTS )</u></p> <p>El propósito de este módulo es presentar las bases de la programación científica. Estos conocimientos fundamentales de programación se adquieren mediante el uso de MATLAB. Sin embargo, los conceptos básicos se pueden extender a cualquier otro lenguaje de programación de alto nivel.</p> <p>Al final del módulo los graduados habrán adquirido conocimientos elementales de programación en un lenguaje de alto nivel, además, habrán aprendido a escribir programas informáticos que les permiten</p>		

implementar los algoritmos necesarios para resolver los problemas en su propia área de ciencias o ingeniería.

- ¿ Introducción a MATLAB: sus componentes y entorno.
- ¿ Números, variables, operadores y funciones.
- ¿ Arreglos y matrices
- ¿ Dibujado de curvas y superficies.
- ¿ Ciclos y decisiones.
- ¿ Recursos simples de I/O
- ¿ Temas avanzados de MATLAB.

Recursos para el aprendizaje:

- ¿ Notas de clase
- ¿ Rektenwald, G. W., Numerical Methods with MATLAB: implementations and applications, Prentice Hall, 2000.
- ¿ Nakamura S. Numerical analysis and graphic visualization with MATLAB, Prentice Hall, 1996

## 2.2- Métodos de verificación en mecánica computacional ( 3 ECTS )

Verificación y validación en mecánica computacional significa controlar la calidad de la solución numérica, ambos temas relacionados con la discretización y elección del modelo físico. El concepto de verificación hace referencia a la exactitud de la solución numérica del problema matemático.

Complementariamente, el concepto de validación se encuentra asociado con la adecuada elección de la ecuación capaz de representar correctamente el problema físico a modelar. El sentir del curso es el de presentar estas técnicas y su filosofía al modelado adaptativo; adecuando la malla desde un punto de vista de verificación y adaptando el modelo desde el punto de vista de la validación.

La primera parte del curso se centra en las técnicas de estimación de error y mallado adaptativo. Se clasifican y discuten los estimadores de errores desde un punto de vista de una norma energética y desde una norma basada en cualquier otra variable.

La aplicación de herramientas similares para la selección del modelo se presenta en la segunda parte del curso.

Recursos para el aprendizaje:

- ¿ Notas de clase
- ¿ Ainsworth, Oden, A posteriori Error Estimation in Finite Element Analysis, Wiley 2000.

## 2.3- Seminarios en mecánica computacional (6 ECTS; 3 ECTS/semestre)

Estado del arte de temas selectos

### 5.5.1.4 OBSERVACIONES

MODALIDAD PRESENCIAL

### 5.5.1.5 COMPETENCIAS

#### 5.5.1.5.1 BÁSICAS Y GENERALES

CG1 - Conocimiento de los métodos numéricos y mecanismos de solución. Completar y consolidar la formación básica del alumno en la resolución de problemas mediante métodos numéricos y computacionales reforzando su conocimiento de las bases así como de las aplicaciones específicas.
CG2 - Conocimiento de las teorías y aplicaciones de los métodos numéricos. Capacidad para adquirir conocimiento y comprensión avanzados sobre las teorías y aplicaciones de los métodos numéricos en la solución de problemas de ingeniería.
CG3 - Experiencia en la solución de problemas mediante los métodos numéricos. Capacidad para adquirir experiencia y criterio en la aplicación de métodos numéricos a través de la utilización de programas de cálculo, pre y post procesadores gráficos, lenguajes de programación y librerías de cálculo científico.
CG4 - Consolidación de los criterios de aplicación de los métodos numéricos. Completar y consolidar los conocimientos, los criterios y el espíritu crítico para plantear la soluciones convencionales y así como para realizar análisis de resultados en problemas característicos de modelización numérica.
CG5 - Conocimiento de las redes sociales en el entorno de los métodos numéricos Conocer y adquirir una conciencia crítica sobre la vanguardia de la comunidad española, europea e internacional de métodos numéricos en ingeniería.
CG6 - Modelización numérica de problemas reales. Profundizar en la habilidad para resolver problemas reales de ingeniería mediante modelización numérica a través de la identificación del modelo matemático subyacente, del método de cálculo más adecuado y de la interpretación crítica de los resultados.
CG7 - Independencia crítica. Adquirir capacidad para utilizar de forma autónoma su conocimiento y comprensión de la ingeniería computacional para diseñar soluciones a problemas nuevos o poco familiares, incorporando conocimientos y saber hacer teóricos y prácticos, si es necesario, de otras disciplinas de la ingeniería y las ciencias básicas, y diseñando nuevos métodos de resolución originales y adecuados a los objetivos finales planteados.
CG8 - Conocimiento de los alcances de los métodos numéricos. Comprender la aplicabilidad y limitaciones de la modelización numérica y de las tecnologías de cálculo existentes.
<b>5.5.1.5.2 TRANSVERSALES</b>
CT1 - Capacidad emprendedora y de innovación. Conocer y entender los mecanismos en que se basa la investigación científica así como los mecanismos e instrumentos de transferencia de resultados entre los diferentes agentes socioeconómicos implicados en los procesos de I+D+i, adquiriendo la capacidad de ejercer de líder de un equipo de trabajo compuesto por diversos perfiles y disciplinas profesionales.
CT2 - Sostenibilidad y compromiso social. Ser capaz de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
CT3 - Tercera lengua. Tener conocimiento del inglés como tercera lengua, en un nivel adecuado de forma oral y escrita en consonancia con las necesidades de trabajar y comunicarse de forma efectiva en entornos internacionales e interculturales.
CT4 - Comunicación eficaz oral y escrita. Mejorar la capacidad de comunicación: presentaciones orales, elaboración de informes profesionales y científicos de forma clara y concisa para comunicar sus conclusiones, los conocimientos y razones últimas que la sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
CT5 - Trabajo en equipo. Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinario, tanto como un miembro más, o realizando tareas de dirección con el fin de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos considerando los recursos y tiempos disponibles. Obtener un buen conocimiento de la comunidad de métodos numéricos en ingeniería a nivel nacional e internacional
CT6 - Uso solvente de los recursos de la información. Gestionar la adquisición, estructuración, análisis y visualización de datos e información bibliográfica e informática de carácter científico y técnico y valorar de forma crítica los resultados de esta gestión
CT7 - Aprendizaje autónomo. Detectar carencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento y motivarse para proseguir la formación continua a lo largo de su vida profesional.
<b>5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS</b>
CE2 - Conocimientos del estado del arte en algoritmos numéricos. Capacidad para ponerse al día en las últimas tecnologías numéricas para la resolución de problemas de ingeniería y ciencias aplicadas.
CE4 - Conocimientos de criterios de validación y verificación Capacidad de gestión de las técnicas de control de calidad de la simulación numérica (Validación y Verificación)
CE6 - Interpretación de modelos numéricos. Comprender la aplicabilidad y las limitaciones de las distintas técnicas de cálculo por ordenador

CE7 - Experiencia en la programación de métodos de cálculo. Capacidad para adquirir formación en el desarrollo y utilización de programas de cálculo existentes, así como de pre y post procesadores, conocimiento de lenguajes de programación y de librerías de cálculo estándar.

**5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS**

ACTIVIDAD FORMATIVA	HORAS	PRESENCIALIDAD
Trabajo en colaboración dentro de un grupo	36	10
Trabajo individual	105	0
Resolución de problemas prácticos	84	10
Evaluación continua	14	100
Práctica de laboratorio informático	28	20
Tutoría personalizada	3	100
Clases teóricas	80	100

**5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES**

Clase magistral
Clase expositiva interactiva con el alumno
Seminarios
Clases prácticas
Tutorías
Clase expositiva con el alumno
Tutorías en web

**5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN**

SISTEMA DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN MÍNIMA	PONDERACIÓN MÁXIMA
Evaluación final con libro abierto	0.0	35.0
Evaluación final sin libro abierto	25.0	50.0
Evaluación por ejercicios a lo largo del curso	20.0	75.0

**NIVEL 2: Materia de Aplicaciones Multidisciplinares (24 ECTS) PRESENCIAL**

**5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2**

CARÁCTER	OPTATIVA	
ECTS MATERIA	24	

**DESPLIEGUE TEMPORAL: Cuatrimestral**

ECTS Cuatrimestral 1	ECTS Cuatrimestral 2	ECTS Cuatrimestral 3
	24	
ECTS Cuatrimestral 4	ECTS Cuatrimestral 5	ECTS Cuatrimestral 6
ECTS Cuatrimestral 7	ECTS Cuatrimestral 8	ECTS Cuatrimestral 9
ECTS Cuatrimestral 10	ECTS Cuatrimestral 11	ECTS Cuatrimestral 12

**LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE**

CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
Si	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Si
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS

No	No	No
<b>ITALIANO</b>	<b>OTRAS</b>	
No	No	
<b>LISTADO DE ESPECIALIDADES</b>		
No existen datos		
<b>NIVEL 3: Geomecánica</b>		
<b>5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3</b>		
<b>CARÁCTER</b>	<b>ECTS ASIGNATURA</b>	<b>DESPLIEGUE TEMPORAL</b>
OPTATIVA	3	Cuatrimestral
<b>DESPLIEGUE TEMPORAL</b>		
<b>ECTS Cuatrimestral 1</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 2</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 3</b>
	3	
<b>ECTS Cuatrimestral 4</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 5</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 6</b>
<b>ECTS Cuatrimestral 7</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 8</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 9</b>
<b>ECTS Cuatrimestral 10</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 11</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 12</b>
<b>LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE</b>		
<b>CASTELLANO</b>	<b>CATALÁN</b>	<b>EUSKERA</b>
Si	No	No
<b>GALLEGO</b>	<b>VALENCIANO</b>	<b>INGLÉS</b>
No	No	Si
<b>FRANCÉS</b>	<b>ALEMÁN</b>	<b>PORTUGUÉS</b>
No	No	No
<b>ITALIANO</b>	<b>OTRAS</b>	
No	No	
<b>LISTADO DE ESPECIALIDADES</b>		
No existen datos		
<b>NIVEL 3: Optimización</b>		
<b>5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3</b>		
<b>CARÁCTER</b>	<b>ECTS ASIGNATURA</b>	<b>DESPLIEGUE TEMPORAL</b>
OPTATIVA	3	Cuatrimestral
<b>DESPLIEGUE TEMPORAL</b>		
<b>ECTS Cuatrimestral 1</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 2</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 3</b>
	3	
<b>ECTS Cuatrimestral 4</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 5</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 6</b>
<b>ECTS Cuatrimestral 7</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 8</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 9</b>
<b>ECTS Cuatrimestral 10</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 11</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 12</b>
<b>LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE</b>		
<b>CASTELLANO</b>	<b>CATALÁN</b>	<b>EUSKERA</b>
Si	No	No
<b>GALLEGO</b>	<b>VALENCIANO</b>	<b>INGLÉS</b>

No	No	Si
<b>FRANCÉS</b>	<b>ALEMÁN</b>	<b>PORTUGUÉS</b>
No	No	No
<b>ITALIANO</b>	<b>OTRAS</b>	
No	No	
<b>LISTADO DE ESPECIALIDADES</b>		
No existen datos		
<b>NIVEL 3: Problemas acoplados</b>		
<b>5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3</b>		
<b>CARÁCTER</b>	<b>ECTS ASIGNATURA</b>	<b>DESPLIEGUE TEMPORAL</b>
OPTATIVA	3	Cuatrimestral
<b>DESPLIEGUE TEMPORAL</b>		
<b>ECTS Cuatrimestral 1</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 2</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 3</b>
	3	
<b>ECTS Cuatrimestral 4</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 5</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 6</b>
<b>ECTS Cuatrimestral 7</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 8</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 9</b>
<b>ECTS Cuatrimestral 10</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 11</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 12</b>
<b>LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE</b>		
<b>CASTELLANO</b>	<b>CATALÁN</b>	<b>EUSKERA</b>
Si	No	No
<b>GALLEGO</b>	<b>VALENCIANO</b>	<b>INGLÉS</b>
No	No	Si
<b>FRANCÉS</b>	<b>ALEMÁN</b>	<b>PORTUGUÉS</b>
No	No	No
<b>ITALIANO</b>	<b>OTRAS</b>	
No	No	
<b>LISTADO DE ESPECIALIDADES</b>		
No existen datos		
<b>NIVEL 3: Procesos de fabricación por conformado</b>		
<b>5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3</b>		
<b>CARÁCTER</b>	<b>ECTS ASIGNATURA</b>	<b>DESPLIEGUE TEMPORAL</b>
OPTATIVA	3	Cuatrimestral
<b>DESPLIEGUE TEMPORAL</b>		
<b>ECTS Cuatrimestral 1</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 2</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 3</b>
	3	
<b>ECTS Cuatrimestral 4</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 5</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 6</b>
<b>ECTS Cuatrimestral 7</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 8</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 9</b>
<b>ECTS Cuatrimestral 10</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 11</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 12</b>
<b>LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE</b>		
<b>CASTELLANO</b>	<b>CATALÁN</b>	<b>EUSKERA</b>

Si	No	No
<b>GALLEGO</b>	<b>VALENCIANO</b>	<b>INGLÉS</b>
No	No	Si
<b>FRANCÉS</b>	<b>ALEMÁN</b>	<b>PORTUGUÉS</b>
No	No	No
<b>ITALIANO</b>	<b>OTRAS</b>	
No	No	
<b>LISTADO DE ESPECIALIDADES</b>		
No existen datos		
<b>NIVEL 3: Mecánica computacional multiescala</b>		
<b>5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3</b>		
<b>CARÁCTER</b>	<b>ECTS ASIGNATURA</b>	<b>DESPLIEGUE TEMPORAL</b>
OPTATIVA	3	Cuatrimestral
<b>DESPLIEGUE TEMPORAL</b>		
<b>ECTS Cuatrimestral 1</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 2</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 3</b>
	3	
<b>ECTS Cuatrimestral 4</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 5</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 6</b>
<b>ECTS Cuatrimestral 7</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 8</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 9</b>
<b>ECTS Cuatrimestral 10</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 11</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 12</b>
<b>LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE</b>		
<b>CASTELLANO</b>	<b>CATALÁN</b>	<b>EUSKERA</b>
Si	No	No
<b>GALLEGO</b>	<b>VALENCIANO</b>	<b>INGLÉS</b>
No	No	Si
<b>FRANCÉS</b>	<b>ALEMÁN</b>	<b>PORTUGUÉS</b>
No	No	No
<b>ITALIANO</b>	<b>OTRAS</b>	
No	No	
<b>LISTADO DE ESPECIALIDADES</b>		
No existen datos		
<b>NIVEL 3: Dinámica de cuerpos y estructuras</b>		
<b>5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3</b>		
<b>CARÁCTER</b>	<b>ECTS ASIGNATURA</b>	<b>DESPLIEGUE TEMPORAL</b>
OPTATIVA	3	Cuatrimestral
<b>DESPLIEGUE TEMPORAL</b>		
<b>ECTS Cuatrimestral 1</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 2</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 3</b>
	3	
<b>ECTS Cuatrimestral 4</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 5</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 6</b>
<b>ECTS Cuatrimestral 7</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 8</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 9</b>
<b>ECTS Cuatrimestral 10</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 11</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 12</b>



LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
Si	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Si
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
NIVEL 3: Problemas de interacción fluido estructura		
5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		
CARÁCTER	ECTS ASIGNATURA	DESPLIEGUE TEMPORAL
OPTATIVA	3	Cuatrimstral
DESPLIEGUE TEMPORAL		
ECTS Cuatrimestral 1	ECTS Cuatrimestral 2	ECTS Cuatrimestral 3
	3	
ECTS Cuatrimestral 4	ECTS Cuatrimestral 5	ECTS Cuatrimestral 6
ECTS Cuatrimestral 7	ECTS Cuatrimestral 8	ECTS Cuatrimestral 9
ECTS Cuatrimestral 10	ECTS Cuatrimestral 11	ECTS Cuatrimestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
Si	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Si
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
NIVEL 3: Modelización de problemas ambientales		
5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		
CARÁCTER	ECTS ASIGNATURA	DESPLIEGUE TEMPORAL
OPTATIVA	3	Cuatrimstral
DESPLIEGUE TEMPORAL		
ECTS Cuatrimestral 1	ECTS Cuatrimestral 2	ECTS Cuatrimestral 3
	3	
ECTS Cuatrimestral 4	ECTS Cuatrimestral 5	ECTS Cuatrimestral 6
ECTS Cuatrimestral 7	ECTS Cuatrimestral 8	ECTS Cuatrimestral 9

ECTS Cuatrimestral 10	ECTS Cuatrimestral 11	ECTS Cuatrimestral 12
<b>LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE</b>		
<b>CASTELLANO</b>	<b>CATALÁN</b>	<b>EUSKERA</b>
Si	No	No
<b>GALLEGO</b>	<b>VALENCIANO</b>	<b>INGLÉS</b>
No	No	Si
<b>FRANCÉS</b>	<b>ALEMÁN</b>	<b>PORTUGUÉS</b>
No	No	No
<b>ITALIANO</b>	<b>OTRAS</b>	
No	No	
<b>LISTADO DE ESPECIALIDADES</b>		
No existen datos		
<b>5.5.1.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿ Conocer los fundamentos de la modelación de los geomateriales, en particular los medios porosos y el acoplamiento termo-hidro-mecánico.</li> <li>¿ Identificar las aplicaciones prácticas del comportamiento de los geo-materiales utilizados bajo el análisis de los métodos numéricos como el método de los elementos finitos (MEF).</li> <li>¿ Conocer los fundamentos de los métodos de optimización para la resolución de una gran variedad de problemas de ingeniería</li> <li>¿ Entender los diversos aspectos teóricos y computacionales de un amplio espectro de métodos de optimización. Desarrollar habilidades en la aplicación práctica de los diversos métodos de optimización y los problemas de implementación asociados a cada uno de ellos.</li> <li>¿ Conocer los fundamentos y el comportamiento de las aproximaciones numéricas para los problemas de propagación de ondas, así como las estrategias computacionales para la simulación de la propagación.</li> <li>¿ Entender e identificar los aspectos mas relevantes en la discretización de los problemas de propagación de ondas, identificando adecuadamente los algoritmos más apropiados para cada uno de los problemas de propagación existentes.</li> <li>¿ Conocer la formulación y discretización de los problemas de mecánica de sólidos con cinemática no lineal, incluyendo la solución de las ecuaciones resultantes, las teorías constitutivas así como los fundamentos físicos de la micro estructura.</li> <li>¿ Entender física y matemáticamente los conceptos de deformación finita, elasticidad y su discretización, estableciendo los vínculos con la optimización. Entender los apoyos físicos que aporta la teoría constitutiva al uso de modelos matemáticos.</li> <li>¿ * Se pondrá énfasis en que el alumno adquiera independencia en sus estudios; aprenda a usar un ordenador para programación básica y aprenda a utilizar y sacar provecho de sus horas de estudio.</li> <li>¿ Implementar y utilizar programas de ordenador para solucionar problemas no lineales en los distintos campos de aplicación. Analizar desde un punto de vista crítico los resultados obtenidos por las simulaciones.</li> </ul>		
<b>5.5.1.3 CONTENIDOS</b>		
<p>Los contenidos de esta materia se reparte en los ocho cursos siguientes</p> <p><b>2.4.- Geomecánica ( 3 ECTS )</b></p> <p>Éste curso presenta los conceptos, formulaciones y aplicaciones del método de los elementos finitos (MEF) para el análisis de suelos saturados y no saturados. Los aspectos hidro mecánicos del conjunto matriz-fluido son tratados con detalle, presentando los ejemplos de aplicación más comunes de los conceptos presentados.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>¿ Introducción a la mecánica de materiales porosos saturados y no saturados. Comportamiento drenado, no drenado e intermedio.</li> <li>¿ Modelos constitutivos para geo-materiales. Modelos de plasticidad: Mohr-Coulomb, estado crítico y modelos avanzados. Modelos para rocas y hormigón.</li> <li>¿ Formulación general para análisis acoplado hidro-mecánico de materiales porosos. Estados límite y aproximados. Extensión a materiales no saturados.</li> <li>¿ Características geomecánicas: tensiones insitu, excavación, construcción. Ejemplos de aplicación.</li> </ul> <p><b>Recursos para el aprendizaje:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>¿ Notas de clase</li> <li>¿ D. M. Potts &amp; L. Zdravkovic (2000): Finite element analysis in geotechnical engineering, Thomas Telford</li> </ul> <p><b>2.5- Optimización ( 3 ECTS )</b></p>		

Es un curso completo en métodos de optimización para ingeniería con una profunda revisión de los conceptos fundamentales en optimización, incluyendo los métodos de gradientes, algoritmos evolutivos, optimización multi-objetivo, técnicas robustas de optimización, problemas inversos y de control, etc. Los temas tratados cubren un amplio espectro de los problemas de optimización en ingeniería como optimización de formas, identificación de parámetros, optimización de materiales, control óptimo, etc.

- ¿ Conceptos básicos de optimización.
- ¿ Métodos basados en gradientes.
- ¿ Algoritmos evolutivos.
- ¿ Optimización multi-objetivo.
- ¿ Métodos robustos de optimización
- ¿ Problemas inversos
- ¿ Problemas de optimización multidisciplinarios.
- ¿ Aspectos de programación
- ¿ Aplicaciones.

Recursos para el aprendizaje:

- ¿ Notas de Clase
- ¿ Choi, Kyung K., Kim, Nam-Ho, Structural Sensitivity Analysis and Optimization 1. Linear Systems, Springer, 2005
- ¿ A. J. Morris, Foundations of Structural Optimization. A Unified Approach, John Wiley & Sons, 1982.
- ¿ Fletcher, R., Practical Methods of Optimization, John Wiley & Sons, 1987.

### 2.6.- Problemas acoplados ( 3 ECTS )

El contenido abarca los aspectos teóricos y computacionales para solución de problemas acoplados, utilizando el método de elementos finitos (MEF) y procedimientos relacionados con la discretización. Se hace hincapié en la descripción de la formulación matemática de cada problema y en los detalles de la solución práctica por el MEF.

- ¿ Resumen y clasificación de problemas acoplados.
- ¿ Interacción fluido-estructura.
- ¿ Interacción fluido-poros en suelos.
- ¿ Acoplamiento termo mecánico.
- ¿ Acoplamiento electro-magneto-dinámico.
- ¿ Esquemas de particiones y escalados.
- ¿ Aspectos de programación.
- ¿ Aplicaciones

Recursos para el aprendizaje:

- ¿ Textos de conferencias
- ¿ O.C. Zienkiewicz et al. The finite element method. Vols 1, 2 y 3. 6ª edición, Elsevier, 2006.

### 2.7.- Procesos de fabricación por conformado ( 3 ECTS )

El contenido abarca los conceptos esenciales sobre los métodos numéricos más idóneos para análisis de procesos de fabricación por conformado en la industria, tales como embutición y estampación de chapa, fundición, soldadura, forja, laminación, compactación de polvos, sinterizado, colada continua, etc. Las clases teóricas se completarán con otras clases prácticas de aplicación de software y códigos de simulación para análisis de procesos de fabricación por conformado desarrollados por CIMNE y por empresas especializadas en este campo. Parte de los contenidos del curso se impartirán por ingenieros de estas empresas.

### Recursos para el aprendizaje:

- ¿ Notas de Clase
- ¿ Zienkiewicz et al El Método de los Elementos Finitos 6ª Edición, Vols. 1,2,3 , Elsevier ,2006
- ¿ Códigos de cálculo COMET, STAMPACK , VULCAN y WELDPACK aportados por CIMNE y por la empresa QUANTECH ATZ SA (www.quantech.es)

### 2.8- Mecánica computacional multiescala. ( 3 ECTS )

Este curso se centra en los aspectos computacionales de la mecánica de sólidos con cinemática no lineal. Por claridad se hará énfasis en estática hiperelástica (hyperelastoestatics), sin embargo, se proporcionará un marco de referencia para las ecuaciones constitutivas en deformaciones finitas e inelasticidad. Se presenta una introducción de los aspectos micro estructurales y atómicos dentro de las teorías constitutivas, así mismo, se revisa un modelo de aproximaciones multi escala para la modelación del material.

Para complementar los temas tratados en el curso se presenta la teoría del equilibrio configuracional donde se tocan los temas de dualidad de las deformaciones finitas de la mecánica de sólidos y la optimización de la micro estructura del material.

Adicionalmente a los problemas de equilibrio cuasi estático, el curso toca temas de integración temporal en cinemática finita y dinámica de sólidos

### Recursos para el aprendizaje:

- ¿ Notas de clase
- ¿ Bonet, Wood, Nonlinear Continuum Mechanics for Finite Element Analysis , Cambridge, 1997
- ¿ Belytschko, Liu, Moran, Nonlinear Finite Elements for Continua and Structures, Wiley 2000

### 2.9- Dinámica de cuerpos y estructuras. ( 3 ECTS )

El contenido se dirige a ingenieros interesados en cálculo de dinámica computacional de sistemas multicuerpo. Incluye una revisión en profundidad de los conceptos fundamentales, incluyendo descripción de la cinemática, formulación variacional y esquemas de solución numérica.

- ¿ 1. Introducción a la dinámica de multicuerpos.
- ¿ 2. Ecuaciones de cinemática y equilibrio.
- ¿ 3. Formulación variacional.
- ¿ 4. Discretización de elementos finitos.
- ¿ 5. Esquemas de integración de tiempo.
- ¿ 6. Problemas dinámicos de acoplamiento de multicuerpos.
- ¿ 7. Aspectos computacionales y de programación.
- ¿ 8. Problemas de contacto en dinámica de multicuerpos.
- ¿ 9. Aplicaciones prácticas.

### Recursos para el aprendizaje:

- ¿ Textos de conferencias
- ¿ Otros:
- ¿ M. Geradin y A. Cardona. Introduction to multibody dynamics.

### 2.10- Problemas de interacción fluido estructura . ( 3 ECTS )

El contenido abarca los conceptos esenciales sobre los métodos numéricos más idóneos para análisis de problemas de interacción fluido-estructura en ingeniería.

Las clases teóricas se completarán con prácticas de aplicación de software y códigos de simulación para análisis de problemas de interacción fluido-estructura en ingeniería civil, naval, marina, mecánica y biomecánica, entre otros desarrollados por CIMNE y por empresas especializadas en este campo. Parte de los contenidos del curso se impartirán por ingenieros de esas empresas.

#### Recursos para el aprendizaje:

- ¿ Notas de clase
- ¿ Zienkiewicz et al El Método de los Elementos Finitos 6ª Edición, Vols. 1,2,3 , Elsevier ,2006
- ¿ Códigos de cálculo COMET , KRATOS y TDYN aportados por CIMNE y por la empresa COMPASS INGENIERIA Y SISTEMAS SA (www.compassis.es)

#### 2.11- Modelización de problemas ambientales ( 3 ECTS )

El contenido cubre los fundamentos de los modelos físicos y matemáticos de problemas ambientales, aguas subterráneas y contaminación atmosférica, transporte, difusión y procesos de absorción y de no absorción. Se hace hincapié en el modelado a través de ecuaciones diferenciales ordinarias y parciales, y en concreto en el análisis adimensional de modelos matemáticos y la simulación de modelos de adaptación en problemas complejos. El módulo contempla ambos aspectos teóricos y también aplicaciones prácticas.

- ¿ Introducción a problemas de mecánica continua de interés ambiental.
- ¿ Problemas incompresibles
- ¿ Problemas compresibles
- ¿ Simulaciones numéricas: medios de no absorción.
- ¿ Simulaciones numéricas: medios de absorción.

#### Recursos para el aprendizaje:

- ¿ Textos de conferencias
- ¿ Arya, S., Air pollution meteorology and dispersion, Oxford University Press, 1999.
- ¿ Marchuk, G.I., Mathematical modeling for the problems of environment, 1985.
- ¿ Smoller, J., Shock waves and reaction-diffusion equations, Springer Verlag, Berlin 1992.
- ¿ Wankat, P.C., Rate controlled separations, Blackie Academic and Professional, Glasgow, 1994.
- ¿ Yong, R.N., Mohamed, A.M.O., Warkentin, B.P. Principles of contaminant transport in soils, 1992.

#### 5.5.1.4 OBSERVACIONES

#### MODALIDAD PRESENCIAL

Para cursar esta materia se debe haber aprobado todas las materias obligatorias del primer semestre.

#### 5.5.1.5 COMPETENCIAS

##### 5.5.1.5.1 BÁSICAS Y GENERALES

CG1 - Conocimiento de los métodos numéricos y mecanismos de solución. Completar y consolidar la formación básica del alumno en la resolución de problemas mediante métodos numéricos y computacionales reforzando su conocimiento de las bases así como de las aplicaciones específicas.

CG2 - Conocimiento de las teorías y aplicaciones de los métodos numéricos. Capacidad para adquirir conocimiento y comprensión avanzados sobre las teorías y aplicaciones de los métodos numéricos en la solución de problemas de ingeniería.

CG3 - Experiencia en la solución de problemas mediante los métodos numéricos. Capacidad para adquirir experiencia y criterio en la aplicación de métodos numéricos a través de la utilización de programas de cálculo, pre y post procesadores gráficos, lenguajes de programación y librerías de cálculo científico.

CG6 - Modelización numérica de problemas reales. Profundizar en la habilidad para resolver problemas reales de ingeniería mediante modelización numérica a través de la identificación del modelo matemático subyacente, del método de cálculo más adecuado y de la interpretación crítica de los resultados.

CG8 - Conocimiento de los alcances de los métodos numéricos. Comprender la aplicabilidad y limitaciones de la modelización numérica y de las tecnologías de cálculo existentes.

CG9 - Independencia investigadora. Adquirir experiencia y autonomía en la búsqueda, filtraje, recopilación y síntesis de información científico y técnica de vanguardia.

#### 5.5.1.5.2 TRANSVERSALES

CT1 - Capacidad emprendedora y de innovación. Conocer y entender los mecanismos en que se basa la investigación científica así como los mecanismos e instrumentos de transferencia de resultados entre los diferentes agentes socioeconómicos implicados en los procesos de I+D+i, adquiriendo la capacidad de ejercer de líder de un equipo de trabajo compuesto por diversos perfiles y disciplinas profesionales.

CT2 - Sostenibilidad y compromiso social. Ser capaz de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.

CT3 - Tercera lengua. Tener conocimiento del inglés como tercera lengua, en un nivel adecuado de forma oral y escrita en consonancia con las necesidades de trabajar y comunicarse de forma efectiva en entornos internacionales e interculturales.

CT6 - Uso solvente de los recursos de la información. Gestionar la adquisición, estructuración, análisis y visualización de datos e información bibliográfica e informática de carácter científico y técnico y valorar de forma crítica los resultados de esta gestión

CT7 - Aprendizaje autónomo. Detectar carencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento y motivarse para proseguir la formación continua a lo largo de su vida profesional.

#### 5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS

CE1 - Conocimientos de modelización numérica práctica. Capacidad para adquirir conocimientos en modelización numérica avanzada aplicada a distintas áreas de la ingeniería tales como: o Ingeniería civil y medioambiental o Ingeniería mecánica y aeroespacial o Nanoingeniería y bioingeniería o Ingeniería naval y marina, etc.

CE2 - Conocimientos del estado del arte en algoritmos numéricos. Capacidad para ponerse al día en las últimas tecnologías numéricas para la resolución de problemas de ingeniería y ciencias aplicadas.

CE3 - Conocimientos de modelización de materiales Capacidad para adquirir los conocimientos relativos a los modelos físicos modernos de ciencia de materiales (modelos constitutivos avanzados) en mecánica de sólidos y de fluidos

CE5 - Experiencia en simulaciones numéricas. Adquisición de soltura en las herramientas de simulación numérica modernas y su aplicación en problemas multidisciplinares de ingeniería y ciencias aplicadas.

CE6 - Interpretación de modelos numéricos. Comprender la aplicabilidad y las limitaciones de las distintas técnicas de cálculo por ordenador

CE7 - Experiencia en la programación de métodos de cálculo. Capacidad para adquirir formación en el desarrollo y utilización de programas de cálculo existentes, así como de pre y post procesadores, conocimiento de lenguajes de programación y de librerías de cálculo estándar.

#### 5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS

ACTIVIDAD FORMATIVA	HORAS	PRESENCIALIDAD
Trabajo en colaboración dentro de un grupo	64	10
Trabajo individual	180	0
Resolución de problemas prácticos	144	10
Evaluación continua	24	100
Práctica de laboratorio informático	48	20
Tutoría personalizada	5	100
Clases teóricas	135	100

#### 5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES

Clase magistral

Clase expositiva interactiva con el alumno

Seminarios

Clases prácticas

Tutorías

Clase expositiva con el alumno

Tutorías en web		
<b>5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN</b>		
<b>SISTEMA DE EVALUACIÓN</b>	<b>PONDERACIÓN MÍNIMA</b>	<b>PONDERACIÓN MÁXIMA</b>
Evaluación final con libro abierto	0.0	50.0
Evaluación final sin libro abierto	25.0	50.0
Evaluación por ejercicios a lo largo del curso	20.0	75.0
<b>NIVEL 2: Materia de Herramientas de Cálculo (14 ECTS) A DISTANCIA</b>		
<b>5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2</b>		
<b>CARÁCTER</b>	OPTATIVA	
<b>ECTS MATERIA</b>	14	
<b>DESPLIEGUE TEMPORAL: Cuatrimestral</b>		
<b>ECTS Cuatrimestral 1</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 2</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 3</b>
8	6	
<b>ECTS Cuatrimestral 4</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 5</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 6</b>
<b>ECTS Cuatrimestral 7</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 8</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 9</b>
<b>ECTS Cuatrimestral 10</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 11</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 12</b>
<b>LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE</b>		
<b>CASTELLANO</b>	<b>CATALÁN</b>	<b>EUSKERA</b>
Si	No	No
<b>GALLEGO</b>	<b>VALENCIANO</b>	<b>INGLÉS</b>
No	No	Si
<b>FRANCÉS</b>	<b>ALEMÁN</b>	<b>PORTUGUÉS</b>
No	No	No
<b>ITALIANO</b>	<b>OTRAS</b>	
No	No	
<b>LISTADO DE ESPECIALIDADES</b>		
No existen datos		
<b>NIVEL 3: Programación en ciencias e ingeniería</b>		
<b>5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3</b>		
<b>CARÁCTER</b>	<b>ECTS ASIGNATURA</b>	<b>DESPLIEGUE TEMPORAL</b>
OPTATIVA	5	Cuatrimestral
<b>DESPLIEGUE TEMPORAL</b>		
<b>ECTS Cuatrimestral 1</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 2</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 3</b>
5		
<b>ECTS Cuatrimestral 4</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 5</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 6</b>
<b>ECTS Cuatrimestral 7</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 8</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 9</b>
<b>ECTS Cuatrimestral 10</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 11</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 12</b>
<b>LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE</b>		
<b>CASTELLANO</b>	<b>CATALÁN</b>	<b>EUSKERA</b>
Si	No	No

<b>GALLEGO</b>	<b>VALENCIANO</b>	<b>INGLÉS</b>
No	No	Si
<b>FRANCÉS</b>	<b>ALEMÁN</b>	<b>PORTUGUÉS</b>
No	No	No
<b>ITALIANO</b>	<b>OTRAS</b>	
No	No	
<b>LISTADO DE ESPECIALIDADES</b>		
No existen datos		
<b>NIVEL 3: Métodos de verificación en mecánica computacional</b>		
<b>5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3</b>		
<b>CARÁCTER</b>	<b>ECTS ASIGNATURA</b>	<b>DESPLIEGUE TEMPORAL</b>
OPTATIVA	3	Cuatrimestral
<b>DESPLIEGUE TEMPORAL</b>		
<b>ECTS Cuatrimestral 1</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 2</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 3</b>
3		
<b>ECTS Cuatrimestral 4</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 5</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 6</b>
<b>ECTS Cuatrimestral 7</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 8</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 9</b>
<b>ECTS Cuatrimestral 10</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 11</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 12</b>
<b>LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE</b>		
<b>CASTELLANO</b>	<b>CATALÁN</b>	<b>EUSKERA</b>
Si	No	No
<b>GALLEGO</b>	<b>VALENCIANO</b>	<b>INGLÉS</b>
No	No	Si
<b>FRANCÉS</b>	<b>ALEMÁN</b>	<b>PORTUGUÉS</b>
No	No	No
<b>ITALIANO</b>	<b>OTRAS</b>	
No	No	
<b>LISTADO DE ESPECIALIDADES</b>		
No existen datos		
<b>NIVEL 3: Seminarios en mecánica computacional</b>		
<b>5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3</b>		
<b>CARÁCTER</b>	<b>ECTS ASIGNATURA</b>	<b>DESPLIEGUE TEMPORAL</b>
OPTATIVA	6	Cuatrimestral
<b>DESPLIEGUE TEMPORAL</b>		
<b>ECTS Cuatrimestral 1</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 2</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 3</b>
	6	
<b>ECTS Cuatrimestral 4</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 5</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 6</b>
<b>ECTS Cuatrimestral 7</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 8</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 9</b>
<b>ECTS Cuatrimestral 10</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 11</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 12</b>
<b>LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE</b>		



CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
Si	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Si
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
5.5.1.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE		
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿ El alumno será capaz de entender y asimilar las herramientas básicas de la programación y codificación de algoritmos.</li> <li>¿ El alumno será capaz de generar un programa de elementos finitos en MATLAB</li> <li>¿ Conocer los aspectos fundamentales de la estimación de error y adaptabilidad, su clasificación y los métodos actuales; utilizar estas técnicas adaptativas para encontrar mallas óptimas</li> <li>¿ Entender los procesos cíclicos como procesos de prueba y error donde la simulación numérica juega un papel importante en el reemplazo de experimentos, garantizando el uso de las herramientas adecuadas que certifiquen la calidad de las simulaciones y la veracidad de sus resultados, entendiendo que la mecánica computacional proporciona resultados tan aproximados como el usuario desee y ser capaz de asimilar el coste que representa.</li> <li>¿ Se pondrá énfasis en que el alumno adquiera independencia en sus estudios; que aprenda a usar un ordenador para programación básica y aprenda a utilizar y sacar provecho de sus horas de estudio.</li> </ul>		
5.5.1.3 CONTENIDOS		
<p>Los contenidos de esta materia se reparte en los tres cursos siguientes</p> <p><b>2.1- Programación en ciencias e ingeniería ( 5 ECTS )</b></p> <p>El propósito de este módulo es presentar las bases de la programación científica. Estos conocimientos fundamentales de programación se adquieren mediante el uso de MATLAB. Sin embargo, los conceptos básicos se pueden extender a cualquier otro lenguaje de programación de alto nivel.</p> <p>Al final del módulo los graduados habrán adquirido conocimientos elementales de programación en un lenguaje de alto nivel, además, habrán aprendido a escribir programas informáticos que les permiten implementar los algoritmos necesarios para resolver los problemas en su propia área de ciencias o ingeniería.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>¿ Introducción a MATLAB: sus componentes y entorno.</li> <li>¿ Números, variables, operadores y funciones.</li> <li>¿ Arreglos y matrices</li> <li>¿ Dibujado de curvas y superficies.</li> <li>¿ Ciclos y decisiones.</li> <li>¿ Recursos simples de I/O</li> <li>¿ Temas avanzados de MATLAB.</li> </ul> <p>Recursos para el aprendizaje:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>¿ Notas de clase</li> <li>¿ Recktenwald, G. W., Numerical Methods with MATLAB: implementations and applications, Prentice Hall, 2000.</li> <li>¿ Nakamura S. Numerical analysis and graphic visualization with MATLAB, Prentice Hall, 1996</li> </ul> <p><b>2.2- Métodos de verificación en mecánica computacional ( 3 ECTS )</b></p>		

Verificación y validación en mecánica computacional significa controlar la calidad de la solución numérica, ambos temas relacionados con la discretización y elección del modelo físico. El concepto de verificación hace referencia a la exactitud de la solución numérica del problema matemático.

Complementariamente, el concepto de validación se encuentra asociado con la adecuada elección de la ecuación capaz de representar correctamente el problema físico a modelar. El sentir del curso es el de presentar estas técnicas y su filosofía al modelado adaptativo; adecuando la malla desde un punto de vista de verificación y adaptando el modelo desde el punto de vista de la validación.

La primera parte del curso se centra en las técnicas de estimación de error y mallado adaptativo. Se clasifican y discuten los estimadores de errores desde un punto de vista de una norma energética y desde una norma basada en cualquier otra variable.

La aplicación de herramientas similares para la selección del modelo se presenta en la segunda parte del curso.

Recursos para el aprendizaje:

- ¿ Notas de clase
- ¿ Ainsworth, Oden, A posteriori Error Estimation in Finite Element Analysis, Wiley 2000.

### 2.3- Seminarios en mecánica computacional (6 ECTS; 3 ECTS/semestre)

Estado del arte de temas selectos

#### 5.5.1.4 OBSERVACIONES

#### MODALIDAD A DISTANCIA

en el apartado de Actividades formativas, los datos que figuran en la columna presencialidad, hacen referencia al % EN WEB.

#### 5.5.1.5 COMPETENCIAS

##### 5.5.1.5.1 BÁSICAS Y GENERALES

CG1 - Conocimiento de los métodos numéricos y mecanismos de solución. Completar y consolidar la formación básica del alumno en la resolución de problemas mediante métodos numéricos y computacionales reforzando su conocimiento de las bases así como de las aplicaciones específicas.

CG2 - Conocimiento de las teorías y aplicaciones de los métodos numéricos. Capacidad para adquirir conocimiento y comprensión avanzados sobre las teorías y aplicaciones de los métodos numéricos en la solución de problemas de ingeniería.

CG3 - Experiencia en la solución de problemas mediante los métodos numéricos. Capacidad para adquirir experiencia y criterio en la aplicación de métodos numéricos a través de la utilización de programas de cálculo, pre y post procesadores gráficos, lenguajes de programación y librerías de cálculo científico.

CG4 - Consolidación de los criterios de aplicación de los métodos numéricos. Completar y consolidar los conocimientos, los criterios y el espíritu crítico para plantear la soluciones convencionales y así como para realizar análisis de resultados en problemas característicos de modelización numérica.

CG5 - Conocimiento de las redes sociales en el entorno de los métodos numéricos Conocer y adquirir una conciencia crítica sobre la vanguardia de la comunidad española, europea e internacional de métodos numéricos en ingeniería.

CG6 - Modelización numérica de problemas reales. Profundizar en la habilidad para resolver problemas reales de ingeniería mediante modelización numérica a través de la identificación del modelo matemático subyacente, del método de cálculo más adecuado y de la interpretación crítica de los resultados.

CG7 - Independencia crítica. Adquirir capacidad para utilizar de forma autónoma su conocimiento y comprensión de la ingeniería computacional para diseñar soluciones a problemas nuevos o poco familiares, incorporando conocimientos y saber hacer teóricos y prácticos, si es necesario, de otras disciplinas de la ingeniería y las ciencias básicas, y diseñando nuevos métodos de resolución originales y adecuados a los objetivos finales planteados.

CG8 - Conocimiento de los alcances de los métodos numéricos. Comprender la aplicabilidad y limitaciones de la modelización numérica y de las tecnologías de cálculo existentes.

#### 5.5.1.5.2 TRANSVERSALES

CT1 - Capacidad emprendedora y de innovación. Conocer y entender los mecanismos en que se basa la investigación científica así como los mecanismos e instrumentos de transferencia de resultados entre los diferentes agentes socioeconómicos implicados en los procesos de I+D+i, adquiriendo la capacidad de ejercer de líder de un equipo de trabajo compuesto por diversos perfiles y disciplinas profesionales.

CT2 - Sostenibilidad y compromiso social. Ser capaz de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.

CT3 - Tercera lengua. Tener conocimiento del inglés como tercera lengua, en un nivel adecuado de forma oral y escrita en consonancia con las necesidades de trabajar y comunicarse de forma efectiva en entornos internacionales e interculturales.

CT4 - Comunicación eficaz oral y escrita. Mejorar la capacidad de comunicación: presentaciones orales, elaboración de informes profesionales y científicos de forma clara y concisa para comunicar sus conclusiones, los conocimientos y razones últimas que la sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

CT5 - Trabajo en equipo. Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinario, tanto como un miembro más, o realizando tareas de dirección con el fin de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos considerando los recursos y tiempos disponibles. Obtener un buen conocimiento de la comunidad de métodos numéricos en ingeniería a nivel nacional e internacional

CT6 - Uso solvente de los recursos de la información. Gestionar la adquisición, estructuración, análisis y visualización de datos e información bibliográfica e informática de carácter científico y técnico y valorar de forma crítica los resultados de esta gestión

CT7 - Aprendizaje autónomo. Detectar carencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento y motivarse para proseguir la formación continua a lo largo de su vida profesional.

#### 5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS

CE2 - Conocimientos del estado del arte en algoritmos numéricos. Capacidad para ponerse al día en las últimas tecnologías numéricas para la resolución de problemas de ingeniería y ciencias aplicadas.

CE4 - Conocimientos de criterios de validación y verificación Capacidad de gestión de las técnicas de control de calidad de la simulación numérica (Validación y Verificación)

CE6 - Interpretación de modelos numéricos. Comprender la aplicabilidad y las limitaciones de las distintas técnicas de cálculo por ordenador

CE7 - Experiencia en la programación de métodos de cálculo. Capacidad para adquirir formación en el desarrollo y utilización de programas de cálculo existentes, así como de pre y post procesadores, conocimiento de lenguajes de programación y de librerías de cálculo estándar.

#### 5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS

ACTIVIDAD FORMATIVA	HORAS	PRESENCIALIDAD
Trabajo en colaboración dentro de un grupo	18	90
Trabajo individual	173	5
Resolución de problemas prácticos	56	50
Evaluación continua	15	100
Práctica de laboratorio informático	45	20
Tutoría personalizada	18	100
Clases teóricas	25	100

#### 5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES

Clase magistral

Clase expositiva interactiva con el alumno		
Seminarios		
Clases prácticas		
Tutorías		
Clase expositiva con el alumno		
Tutorías en web		
<b>5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN</b>		
SISTEMA DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN MÍNIMA	PONDERACIÓN MÁXIMA
Evaluación final con libro abierto	0.0	50.0
Evaluación final sin libro abierto	25.0	50.0
Evaluación por ejercicios a lo largo del curso	0.0	75.0
<b>NIVEL 2: Materia de Aplicaciones Multidisciplinares (24 ECTS) A DISTANCIA</b>		
<b>5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2</b>		
<b>CARÁCTER</b>	OPTATIVA	
<b>ECTS MATERIA</b>	24	
<b>DESPLIEGUE TEMPORAL: Cuatrimestral</b>		
ECTS Cuatrimestral 1	ECTS Cuatrimestral 2	ECTS Cuatrimestral 3
	24	
ECTS Cuatrimestral 4	ECTS Cuatrimestral 5	ECTS Cuatrimestral 6
ECTS Cuatrimestral 7	ECTS Cuatrimestral 8	ECTS Cuatrimestral 9
ECTS Cuatrimestral 10	ECTS Cuatrimestral 11	ECTS Cuatrimestral 12
<b>LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE</b>		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
Si	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Si
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
<b>LISTADO DE ESPECIALIDADES</b>		
No existen datos		
<b>NIVEL 3: Geomecánica</b>		
<b>5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3</b>		
CARÁCTER	ECTS ASIGNATURA	DESPLIEGUE TEMPORAL
OPTATIVA	3	Cuatrimestral
<b>DESPLIEGUE TEMPORAL</b>		
ECTS Cuatrimestral 1	ECTS Cuatrimestral 2	ECTS Cuatrimestral 3
	3	
ECTS Cuatrimestral 4	ECTS Cuatrimestral 5	ECTS Cuatrimestral 6

ECTS Cuatrimestral 7	ECTS Cuatrimestral 8	ECTS Cuatrimestral 9
ECTS Cuatrimestral 10	ECTS Cuatrimestral 11	ECTS Cuatrimestral 12
<b>LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE</b>		
<b>CASTELLANO</b>	<b>CATALÁN</b>	<b>EUSKERA</b>
Si	No	No
<b>GALLEGO</b>	<b>VALENCIANO</b>	<b>INGLÉS</b>
No	No	Si
<b>FRANCÉS</b>	<b>ALEMÁN</b>	<b>PORTUGUÉS</b>
No	No	No
<b>ITALIANO</b>	<b>OTRAS</b>	
No	No	
<b>LISTADO DE ESPECIALIDADES</b>		
No existen datos		
<b>NIVEL 3: Optimización</b>		
<b>5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3</b>		
<b>CARÁCTER</b>	<b>ECTS ASIGNATURA</b>	<b>DESPLIEGUE TEMPORAL</b>
OPTATIVA	3	Cuatrimestral
<b>DESPLIEGUE TEMPORAL</b>		
<b>ECTS Cuatrimestral 1</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 2</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 3</b>
	3	
<b>ECTS Cuatrimestral 4</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 5</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 6</b>
<b>ECTS Cuatrimestral 7</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 8</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 9</b>
<b>ECTS Cuatrimestral 10</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 11</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 12</b>
<b>LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE</b>		
<b>CASTELLANO</b>	<b>CATALÁN</b>	<b>EUSKERA</b>
Si	No	No
<b>GALLEGO</b>	<b>VALENCIANO</b>	<b>INGLÉS</b>
No	No	Si
<b>FRANCÉS</b>	<b>ALEMÁN</b>	<b>PORTUGUÉS</b>
No	No	No
<b>ITALIANO</b>	<b>OTRAS</b>	
No	No	
<b>LISTADO DE ESPECIALIDADES</b>		
No existen datos		
<b>NIVEL 3: Problemas acoplados</b>		
<b>5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3</b>		
<b>CARÁCTER</b>	<b>ECTS ASIGNATURA</b>	<b>DESPLIEGUE TEMPORAL</b>
OPTATIVA	3	Cuatrimestral
<b>DESPLIEGUE TEMPORAL</b>		
<b>ECTS Cuatrimestral 1</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 2</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 3</b>
	3	

ECTS Cuatrimestral 4	ECTS Cuatrimestral 5	ECTS Cuatrimestral 6
ECTS Cuatrimestral 7	ECTS Cuatrimestral 8	ECTS Cuatrimestral 9
ECTS Cuatrimestral 10	ECTS Cuatrimestral 11	ECTS Cuatrimestral 12
<b>LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE</b>		
<b>CASTELLANO</b>	<b>CATALÁN</b>	<b>EUSKERA</b>
Si	No	No
<b>GALLEGO</b>	<b>VALENCIANO</b>	<b>INGLÉS</b>
No	No	Si
<b>FRANCÉS</b>	<b>ALEMÁN</b>	<b>PORTUGUÉS</b>
No	No	No
<b>ITALIANO</b>	<b>OTRAS</b>	
No	No	
<b>LISTADO DE ESPECIALIDADES</b>		
No existen datos		
<b>NIVEL 3: Procesos de fabricación por conformado</b>		
<b>5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3</b>		
<b>CARÁCTER</b>	<b>ECTS ASIGNATURA</b>	<b>DESPLIEGUE TEMPORAL</b>
OPTATIVA	3	Cuatrimestral
<b>DESPLIEGUE TEMPORAL</b>		
ECTS Cuatrimestral 1	ECTS Cuatrimestral 2	ECTS Cuatrimestral 3
	3	
ECTS Cuatrimestral 4	ECTS Cuatrimestral 5	ECTS Cuatrimestral 6
ECTS Cuatrimestral 7	ECTS Cuatrimestral 8	ECTS Cuatrimestral 9
ECTS Cuatrimestral 10	ECTS Cuatrimestral 11	ECTS Cuatrimestral 12
<b>LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE</b>		
<b>CASTELLANO</b>	<b>CATALÁN</b>	<b>EUSKERA</b>
Si	No	No
<b>GALLEGO</b>	<b>VALENCIANO</b>	<b>INGLÉS</b>
No	No	Si
<b>FRANCÉS</b>	<b>ALEMÁN</b>	<b>PORTUGUÉS</b>
No	No	No
<b>ITALIANO</b>	<b>OTRAS</b>	
No	No	
<b>LISTADO DE ESPECIALIDADES</b>		
No existen datos		
<b>NIVEL 3: Mecánica computacional multiescala</b>		
<b>5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3</b>		
<b>CARÁCTER</b>	<b>ECTS ASIGNATURA</b>	<b>DESPLIEGUE TEMPORAL</b>
OPTATIVA	3	Cuatrimestral
<b>DESPLIEGUE TEMPORAL</b>		

ECTS Cuatrimestral 1	ECTS Cuatrimestral 2	ECTS Cuatrimestral 3
	3	
ECTS Cuatrimestral 4	ECTS Cuatrimestral 5	ECTS Cuatrimestral 6
ECTS Cuatrimestral 7	ECTS Cuatrimestral 8	ECTS Cuatrimestral 9
ECTS Cuatrimestral 10	ECTS Cuatrimestral 11	ECTS Cuatrimestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
Si	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Si
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
NIVEL 3: Dinámica de cuerpos y estructura		
5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		
CARÁCTER	ECTS ASIGNATURA	DESPLIEGUE TEMPORAL
OPTATIVA	3	Cuatrimestral
DESPLIEGUE TEMPORAL		
ECTS Cuatrimestral 1	ECTS Cuatrimestral 2	ECTS Cuatrimestral 3
	3	
ECTS Cuatrimestral 4	ECTS Cuatrimestral 5	ECTS Cuatrimestral 6
ECTS Cuatrimestral 7	ECTS Cuatrimestral 8	ECTS Cuatrimestral 9
ECTS Cuatrimestral 10	ECTS Cuatrimestral 11	ECTS Cuatrimestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
Si	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Si
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
LISTADO DE ESPECIALIDADES		
No existen datos		
NIVEL 3: Problemas de interacción fluido estructura		
5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3		
CARÁCTER	ECTS ASIGNATURA	DESPLIEGUE TEMPORAL

OPTATIVA	3	Cuatrimestral
<b>DESPLIEGUE TEMPORAL</b>		
ECTS Cuatrimestral 1	ECTS Cuatrimestral 2	ECTS Cuatrimestral 3
	3	
ECTS Cuatrimestral 4	ECTS Cuatrimestral 5	ECTS Cuatrimestral 6
ECTS Cuatrimestral 7	ECTS Cuatrimestral 8	ECTS Cuatrimestral 9
ECTS Cuatrimestral 10	ECTS Cuatrimestral 11	ECTS Cuatrimestral 12
<b>LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE</b>		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
Si	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Si
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
<b>LISTADO DE ESPECIALIDADES</b>		
No existen datos		
<b>NIVEL 3: Modelización de problemas ambientales</b>		
<b>5.5.1.1.1 Datos Básicos del Nivel 3</b>		
CARÁCTER	ECTS ASIGNATURA	DESPLIEGUE TEMPORAL
OPTATIVA	3	Cuatrimestral
<b>DESPLIEGUE TEMPORAL</b>		
ECTS Cuatrimestral 1	ECTS Cuatrimestral 2	ECTS Cuatrimestral 3
	3	
ECTS Cuatrimestral 4	ECTS Cuatrimestral 5	ECTS Cuatrimestral 6
ECTS Cuatrimestral 7	ECTS Cuatrimestral 8	ECTS Cuatrimestral 9
ECTS Cuatrimestral 10	ECTS Cuatrimestral 11	ECTS Cuatrimestral 12
<b>LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE</b>		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
Si	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Si
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
<b>LISTADO DE ESPECIALIDADES</b>		
No existen datos		
<b>5.5.1.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE</b>		
i Conocer los fundamentos de la modelación de los geomateriales, en particular los medios porosos y el acoplamiento termo-hidro-mecánico.		



- ¿ Identificar las aplicaciones prácticas del comportamiento de los geo-materiales utilizados bajo el análisis de los métodos numéricos como el método de los elementos finitos (MEF).
- ¿ Conocer los fundamentos de los métodos de optimización para la resolución de una gran variedad de problemas de ingeniería
- ¿ Entender los diversos aspectos teóricos y computacionales de un amplio espectro de métodos de optimización. Desarrollar habilidades en la aplicación práctica de los diversos métodos de optimización y los problemas de implementación asociados a cada uno de ellos.
- ¿ Conocer los fundamentos y el comportamiento de las aproximaciones numéricas para los problemas de propagación de ondas, así como las estrategias computacionales para la simulación de la propagación.
- ¿ Entender e identificar los aspectos más relevantes en la discretización de los problemas de propagación de ondas, identificando adecuadamente los algoritmos más apropiados para cada uno de los problemas de propagación existentes.
- ¿ Conocer la formulación y discretización de los problemas de mecánica de sólidos con cinemática no lineal, incluyendo la solución de las ecuaciones resultantes, las teorías constitutivas así como los fundamentos físicos de la micro estructura.
- ¿ Entender física y matemáticamente los conceptos de deformación finita, elasticidad y su discretización, estableciendo los vínculos con la optimización. Entender los apoyos físicos que aporta la teoría constitutiva al uso de modelos matemáticos.
- ¿ \* Se pondrá énfasis en que el alumno adquiera independencia en sus estudios; aprenda a usar un ordenador para programación básica y aprenda a utilizar y sacar provecho de sus horas de estudio.
- ¿ Implementar y utilizar programas de ordenador para solucionar problemas no lineales en los distintos campos de aplicación. Analizar desde un punto de vista crítico los resultados obtenidos por las simulaciones.

### 5.5.1.3 CONTENIDOS

Los contenidos de esta materia se reparte en los ocho cursos siguientes

#### 2.4.- Geomecánica ( 3 ECTS )

Éste curso presenta los conceptos, formulaciones y aplicaciones del método de los elementos finitos (MEF) para el análisis de suelos saturados y no saturados. Los aspectos hidro mecánicos del conjunto matriz-fluido son tratados con detalle, presentando los ejemplos de aplicación más comunes de los conceptos presentados.

- ¿ Introducción a la mecánica de materiales porosos saturados y no saturados. Comportamiento drenado, no drenado e intermedio.
- ¿ Modelos constitutivos para geo-materiales. Modelos de plasticidad: Mohr-Coulomb, estado crítico y modelos avanzados. Modelos para rocas y hormigón.
- ¿ Formulación general para análisis acoplado hidro-mecánico de materiales porosos. Estados límite y aproximados. Extensión a materiales no saturados.
- ¿ Características geomecánicas: tensiones in situ, excavación, construcción. Ejemplos de aplicación.

#### Recursos para el aprendizaje:

- ¿ Notas de clase
- ¿ D. M. Potts & L. Zdravkovic (2000): Finite element analysis in geotechnical engineering, Thomas Telford

#### 2.5- Optimización ( 3 ECTS )

Es un curso completo en métodos de optimización para ingeniería con una profunda revisión de los conceptos fundamentales en optimización, incluyendo los métodos de gradientes, algoritmos evolutivos, optimización multi-objetivo, técnicas robustas de optimización, problemas inversos y de control, etc. Los temas tratados cubren un amplio espectro de los problemas de optimización en ingeniería como optimización de formas, identificación de parámetros, optimización de materiales, control óptimo, etc.

- ¿ Conceptos básicos de optimización.
- ¿ Métodos basados en gradientes.
- ¿ Algoritmos evolutivos.
- ¿ Optimización multi-objetivo.
- ¿ Métodos robustos de optimización
- ¿ Problemas inversos
- ¿ Problemas de optimización multidisciplinarlos.
- ¿ Aspectos de programación
- ¿ Aplicaciones.

#### Recursos para el aprendizaje:

- ¿ Notas de Clase
- ¿ Choi, Kyung K., Kim, Nam-Ho, Structural Sensitivity Analysis and Optimization I. Linear Systems, Springer, 2005
- ¿ A. J. Morris, Foundations of Structural Optimization. A Unified Approach, John Wiley & Sons, 1982.
- ¿ Fletcher, R., Practical Methods of Optimization, John Wiley & Sons, 1987.

### 2.6.- Problemas acoplados ( 3 ECTS )

El contenido abarca los aspectos teóricos y computacionales para solución de problemas acoplados, utilizando el método de elementos finitos (MEF) y procedimientos relacionados con la discretización. Se hace hincapié en la descripción de la formulación matemática de cada problema y en los detalles de la solución práctica por el MEF.

- ¿ Resumen y clasificación de problemas acoplados.
- ¿ Interacción fluido-estructura.
- ¿ Interacción fluido-poros en suelos.
- ¿ Acoplamiento termo mecánico.
- ¿ Acoplamiento electro-magneto-dinámico.
- ¿ Esquemas de particiones y escalados.
- ¿ Aspectos de programación.
- ¿ Aplicaciones

#### Recursos para el aprendizaje:

- ¿ Textos de conferencias
- ¿ O.C. Zienkiewicz et al. The finite element method. Vols 1, 2 y 3. 6ª edición, Elsevier, 2006.

### 2.7.- Procesos de fabricación por conformado ( 3 ECTS )

El contenido abarca los conceptos esenciales sobre los métodos numéricos más idóneos para análisis de procesos de fabricación por conformado en la industria, tales como embutición y estampación de chapa, fundición, soldadura, forja, laminación, compactación de polvos, sinterizado, colada continua, etc. Las clases teóricas se completarán con otras clases prácticas de aplicación de software y códigos de simulación para análisis de procesos de fabricación por conformado desarrollados por CIMNE y por empresas especializadas en este campo. Parte de los contenidos del curso se impartirán por ingenieros de estas empresas.

#### Recursos para el aprendizaje:

- ¿ Notas de Clase
- ¿ Zienkiewicz et al El Método de los Elementos Finitos 6ª Edición, Vols. 1,2 3 , Elsevier ,2006
- ¿ Códigos de cálculo COMET, STAMPACK , VULCAN y WELDPACK aportados por CIMNE y por la empresa QUANTECH ATZ SA ([www.quantech.es](http://www.quantech.es))

### 2.8- Mecánica computacional multiescala. ( 3 ECTS )

Este curso se centra en los aspectos computacionales de la mecánica de sólidos con cinemática no lineal. Por claridad se hará énfasis en estática hiperelástica (hyperelastoestatics), sin embargo, se proporcionará un marco de referencia para las ecuaciones constitutivas en deformaciones finitas e inelasticidad. Se presenta una introducción de los aspectos micro estructurales y atómicos dentro de las teorías constitutivas, así mismo, se revisa un modelo de aproximaciones multi escala para la modelación del material.

Para complementar los temas tratados en el curso se presenta la teoría del equilibrio configuracional donde se tocan los temas de dualidad de las deformaciones finitas de la mecánica de sólidos y la optimización de la micro estructura del material.

Adicionalmente a los problemas de equilibrio cuasi estático, el curso toca temas de integración temporal en cinemática finita y dinámica de sólidos

Recursos para el aprendizaje:

- ¿ Notas de clase
- ¿ Bonet, Wood, Nonlinear Continuum Mechanics for Finite Element Analysis , Cambridge, 1997
- ¿ Belytschko, Liu, Moran, Nonlinear Finite Elements for Continua and Structures, Wiley 2000

### 2.9- Dinámica de cuerpos y estructuras. ( 3 ECTS )

El contenido se dirige a ingenieros interesados en cálculo de dinámica computacional de sistemas multicuerpo. Incluye una revisión en profundidad de los conceptos fundamentales, incluyendo descripción de la cinemática, formulación variacional y esquemas de solución numérica.

- ¿ 1. Introducción a la dinámica de multicuerpos.
- ¿ 2. Ecuaciones de cinemática y equilibrio.
- ¿ 3. Formulación variacional.
- ¿ 4. Discretización de elementos finitos.
- ¿ 5. Esquemas de integración de tiempo.
- ¿ 6. Problemas dinámicos de acoplamiento de multicuerpos.
- ¿ 7. Aspectos computacionales y de programación.
- ¿ 8. Problemas de contacto en dinámica de multicuerpos.
- ¿ 9. Aplicaciones prácticas.

Recursos para el aprendizaje:

- ¿ Textos de conferencias
- ¿ Otros:
- ¿ M. Geradin y A. Cardona. Introduction to multibody dynamics.

### 2.10- Problemas de interacción fluido estructura . ( 3 ECTS )

El contenido abarca los conceptos esenciales sobre los métodos numéricos más idóneos para análisis de problemas de interacción fluido-estructura en ingeniería.

Las clases teóricas se completarán con prácticas de aplicación de software y códigos de simulación para análisis de problemas de interacción fluido-estructura en ingeniería civil, naval, marina, mecánica y biomecánica, entre otros desarrollados por CIMNE y por empresas especializadas en este campo. Parte de los contenidos del curso se impartirán por ingenieros de esas empresas.

Recursos para el aprendizaje:

- ¿ Notas de clase
- ¿ Zienkiewicz et al El Método de los Elementos Finitos 6ª Edición, Vols. 1,2 3 , Elsevier ,2006
- ¿ Códigos de cálculo COMET , KRATOS y TDYN aportados por CIMNE y por la empresa COMPASS INGENIERIA Y SISTEMAS SA ([www.compassis.es](http://www.compassis.es))

### 2.11- Modelización de problemas ambientales ( 3 ECTS )

El contenido cubre los fundamentos de los modelos físicos y matemáticos de problemas ambientales, aguas subterráneas y contaminación atmosférica, transporte, difusión y procesos de absorción y de

no absorción. Se hace hincapié en el modelado a través de ecuaciones diferenciales ordinarias y parciales, y en concreto en el análisis adimensional de modelos matemáticos y la simulación de modelos de adaptación en problemas complejos. El módulo contempla ambos aspectos teóricos y también aplicaciones prácticas.

- ¿ Introducción a problemas de mecánica continua de interés ambiental.
- ¿ Problemas incompresibles
- ¿ Problemas compresibles
- ¿ Simulaciones numéricas: medios de no absorción.
- ¿ Simulaciones numéricas: medios de absorción.

#### Recursos para el aprendizaje:

- ¿ Textos de conferencias
- ¿ Arya, S., Air pollution meteorology and dispersion, Oxford University Press, 1999.
- ¿ Marchuk, G.I., Mathematical modeling for the problems of environment, 1985.
- ¿ Smoller, J., Shock waves and reaction-diffusion equations, Springer Verlag, Berlin 1992.
- ¿ Wankat, P.C., Rate controlled separations, Blackie Academic and Professional, Glasgow, 1994.
- ¿ Yong, R.N., Mohamed, A.M.O., Warkentin, B.P. Principles of contaminant transport in soils, 1992.

#### 5.5.1.4 OBSERVACIONES

MODALIDAD A DISTANCIA en el apartado de Actividades formativas, los datos que figuran en la columna presencialidad, hacen referencia al % EN WEB.  
Para cursar esta materia se debe haber aprobado todas las materias obligatorias del primer semestre

#### 5.5.1.5 COMPETENCIAS

##### 5.5.1.5.1 BÁSICAS Y GENERALES

CG1 - Conocimiento de los métodos numéricos y mecanismos de solución. Completar y consolidar la formación básica del alumno en la resolución de problemas mediante métodos numéricos y computacionales reforzando su conocimiento de las bases así como de las aplicaciones específicas.

CG2 - Conocimiento de las teorías y aplicaciones de los métodos numéricos. Capacidad para adquirir conocimiento y comprensión avanzados sobre las teorías y aplicaciones de los métodos numéricos en la solución de problemas de ingeniería.

CG3 - Experiencia en la solución de problemas mediante los métodos numéricos. Capacidad para adquirir experiencia y criterio en la aplicación de métodos numéricos a través de la utilización de programas de cálculo, pre y post procesadores gráficos, lenguajes de programación y librerías de cálculo científico.

CG6 - Modelización numérica de problemas reales. Profundizar en la habilidad para resolver problemas reales de ingeniería mediante modelización numérica a través de la identificación del modelo matemático subyacente, del método de cálculo más adecuado y de la interpretación crítica de los resultados.

CG8 - Conocimiento de los alcances de los métodos numéricos. Comprender la aplicabilidad y limitaciones de la modelización numérica y de las tecnologías de cálculo existentes.

CG9 - Independencia investigadora. Adquirir experiencia y autonomía en la búsqueda, filtraje, recopilación y síntesis de información científico ¿ técnica de vanguardia.

##### 5.5.1.5.2 TRANSVERSALES

CT1 - Capacidad emprendedora y de innovación. Conocer y entender los mecanismos en que se basa la investigación científica así como los mecanismos e instrumentos de transferencia de resultados entre los diferentes agentes socioeconómicos implicados en los procesos de I+D+i. adquiriendo la capacidad de ejercer de líder de un equipo de trabajo compuesto por diversos perfiles y disciplinas profesionales.

CT2 - Sostenibilidad y compromiso social. Ser capaz de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.

CT3 - Tercera lengua. Tener conocimiento del inglés como tercera lengua, en un nivel adecuado de forma oral y escrita en consonancia con las necesidades de trabajar y comunicarse de forma efectiva en entornos internacionales e interculturales.

CT6 - Uso solvente de los recursos de la información. Gestionar la adquisición, estructuración, análisis y visualización de datos e información bibliográfica e informática de carácter científico y técnico y valorar de forma crítica los resultados de esta gestión

CT7 - Aprendizaje autónomo. Detectar carencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento y motivarse para proseguir la formación continua a lo largo de su vida profesional.

##### 5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS

CE1 - Conocimientos de modelización numérica práctica. Capacidad para adquirir conocimientos en modelización numérica avanzada aplicada a distintas áreas de la ingeniería tales como: o Ingeniería civil y medioambiental o Ingeniería mecánica y aeroespacial o Nanoingeniería y bioingeniería o Ingeniería naval y marina, etc.

CE2 - Conocimientos del estado del arte en algoritmos numéricos. Capacidad para ponerse al día en las últimas tecnologías numéricas para la resolución de problemas de ingeniería y ciencias aplicadas.

CE3 - Conocimientos de modelización de materiales Capacidad para adquirir los conocimientos relativos a los modelos físicos modernos de ciencia de materiales (modelos constitutivos avanzados) en mecánica de sólidos y de fluidos

CE5 - Experiencia en simulaciones numéricas. Adquisición de soltura en las herramientas de simulación numérica modernas y su aplicación en problemas multidisciplinares de ingeniería y ciencias aplicadas.

CE6 - Interpretación de modelos numéricos. Comprender la aplicabilidad y las limitaciones de las distintas técnicas de cálculo por ordenador

CE7 - Experiencia en la programación de métodos de cálculo. Capacidad para adquirir formación en el desarrollo y utilización de programas de cálculo existentes, así como de pre y post procesadores, conocimiento de lenguajes de programación y de librerías de cálculo estándar.

#### 5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS

ACTIVIDAD FORMATIVA	HORAS	PRESENCIALIDAD
Trabajo en colaboración dentro de un grupo	32	90
Trabajo individual	296	5
Resolución de problemas prácticos	96	50
Evaluación continua	24	100
Práctica de laboratorio informático	80	20
Tutoría personalizada	32	100
Clases teóricas	40	100

#### 5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES

Clase magistral

Clase expositiva interactiva con el alumno

Seminarios

Clases prácticas

Tutorías

Clase expositiva con el alumno

Tutorías en web

#### 5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN

SISTEMA DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN MÍNIMA	PONDERACIÓN MÁXIMA
Evaluación final con libro abierto	0.0	50.0
Evaluación final sin libro abierto	25.0	50.0
Evaluación por ejercicios a lo largo del curso	20.0	75.0

#### 5.5 NIVEL 1: Formación profesional (30 ECTS) Materias: Formación profesional (30 ECTS)

##### 5.5.1 Datos Básicos del Módulo

##### NIVEL 2: Materia de Formación Profesional (30 ECTS) PRESENCIAL

##### 5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2

CARÁCTER	OBLIGATORIA	
ECTS MATERIA	30	
DESPLIEGUE TEMPORAL: Cuatrimestral		

ECTS Cuatrimestral 1	ECTS Cuatrimestral 2	ECTS Cuatrimestral 3
		30
ECTS Cuatrimestral 4	ECTS Cuatrimestral 5	ECTS Cuatrimestral 6
ECTS Cuatrimestral 7	ECTS Cuatrimestral 8	ECTS Cuatrimestral 9
ECTS Cuatrimestral 10	ECTS Cuatrimestral 11	ECTS Cuatrimestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
Si	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Si
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
NO CONSTAN ELEMENTOS DE NIVEL 3		
5.5.1.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE		
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿ Conocer la metodología para realizar presentaciones orales así como la estructuración de textos científicos.</li> <li>¿ Identificar los aspectos claves de la preparación de trabajos y artículos de investigación.</li> <li>¿ Hacer un uso racional de las técnicas computacionales para la preparación y presentación de trabajos científicos.</li> <li>¿ Ser capaz de adaptar el trabajo a una fecha límite, resumiendo y organizado ideas complejas para clarificarlas de cara a la capacidad de comprensión de la audiencia.</li> <li>¿ Identificar los mecanismos de organización y crecimiento en una empresa y aprender a gestionar el crecimiento.</li> <li>¿ Identificar los mecanismos de fracaso en una empresa o proyecto y establecer medidas para evitarlo.</li> <li>¿ El alumno habrá adquirido experiencia en la aplicación de la mecánica computacional en un contexto industrial. El desarrollo de su proyecto debe permitir a apreciar los aspectos prácticos de la mecánica computacional y la forma en que se está utilizando en la industria para resolver problemas reales de ingeniería.</li> <li>¿ El alumno adquirirá conocimientos teóricos y prácticos sobre el uso de la gama particular de software comercial utilizado en la industria.</li> </ul>		
5.5.1.3 CONTENIDOS		
<p>Los contenidos de esta materia se reparten en los tres cursos siguientes. Los dos primeros están pensados para ser impartidos con una importante participación del sector empresarial, razón por la cual se han mantenido en este módulo.</p> <p><b>3.1 Espíritu empresarial para ingenieros. ( 7.5 ECTS)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>¿ Qué es un emprendedor y cuál es su importancia en la empresa</li> <li>¿ las dimensiones de la iniciativa empresarial.</li> <li>¿ la estructura y la presentación de las oportunidades</li> <li>¿ los recursos y la estructura de las finanzas</li> <li>¿ personas y equipos</li> <li>¿ Cómo se gestiona la empresa a nivel internacional</li> <li>¿ la gestión del crecimiento a corto y largo plazo</li> <li>¿ la generación y compra</li> <li>¿ mantener el flujo de ideas dentro de una empresa, estudios de casos</li> <li>¿ Identificación de oportunidades y el plan de negocios</li> <li>¿ Las fuentes de financiación y su estructuración</li> </ul> <p><b>Recursos para el aprendizaje:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>¿ Mastering Enterprise, Financial Times Publication.</li> <li>¿ Simon Bridge et al, (R) Understanding Enterprise, Entrepreneurship and Small Business, Palgrave Macmillan..</li> </ul> <p><b>3.2 Habilidades de comunicación en un segundo idioma ( 7.5 ECTS)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>¿ Comunicación escrita: Reportes, Tesis, Revistas y artículos en conferencias.</li> <li>¿ Comunicación oral: Presentaciones de investigación, asistencia a conferencias y presentación de artículos.</li> <li>¿ Interactividad: Moderación de charlas, entrevistas de trabajo</li> </ul>		

## Recursos para el aprendizaje:

Notas de clase.

### 3.3 Prácticas en empresas (15 ECTS)

El objetivo del módulo es proporcionar a los estudiantes la oportunidad de aplicar sus habilidades y conocimientos en mecánica computacional dentro de un contexto industrial.

Los estudiantes serán colocados en industrias de ingeniería, consultoras o instituciones de investigación que tienen experiencia e interés en la mecánica computacional y llevarán a cabo un proyecto práctico, durante un periodo continuo de al menos siete semanas y no más de nueve.

Los estudiantes deberán llevar a cabo las tareas que les encomienden los supervisores, con la aprobación del tutor del estudiante. Se hará especial énfasis que en la medida de lo posible, estas tareas estén relacionadas con la actividad I+D+i de la empresa.

La naturaleza del proyecto dependerá en gran medida de los intereses de la empresa, pero puede implicar la mecánica estructural, mecánica de sólidos, mecánica de fluidos o hidrodinámica. Normalmente, los estudiantes serán capacitados por la industria relevante en el uso de su software de cómputo en casa o comercial mecánica.

El seguimiento de los estudiantes se llevará a cabo mediante informes parciales evaluables que deben ser aprobados por el supervisor de la empresa y el tutor del estudiante. Una vez concluidas las prácticas en empresas se elaborará un informe final que será evaluado por un tribunal que definirá el Órgano Responsable del máster.

## Recursos para el aprendizaje:

A discreción del supervisor.

### 5.5.1.4 OBSERVACIONES

MODALIDAD PRESENCIAL

Para cursar esta materia se debe haber aprobado todas las materias obligatorias y al menos 6 optativas.

### 5.5.1.5 COMPETENCIAS

#### 5.5.1.5.1 BÁSICAS Y GENERALES

CG3 - Experiencia en la solución de problemas mediante los métodos numéricos. Capacidad para adquirir experiencia y criterio en la aplicación de métodos numéricos a través de la utilización de programas de cálculo, pre y post procesadores gráficos, lenguajes de programación y librerías de cálculo científico.

CG4 - Consolidación de los criterios de aplicación de los métodos numéricos. Completar y consolidar los conocimientos, los criterios y el espíritu crítico para plantear las soluciones convencionales y así como para realizar análisis de resultados en problemas característicos de modelización numérica.

CG5 - Conocimiento de las redes sociales en el entorno de los métodos numéricos. Conocer y adquirir una conciencia crítica sobre la vanguardia de la comunidad española, europea e internacional de métodos numéricos en ingeniería.

CG6 - Modelización numérica de problemas reales. Profundizar en la habilidad para resolver problemas reales de ingeniería mediante modelización numérica a través de la identificación del modelo matemático subyacente, del método de cálculo más adecuado y de la interpretación crítica de los resultados.

CG7 - Independencia crítica. Adquirir capacidad para utilizar de forma autónoma su conocimiento y comprensión de la ingeniería computacional para diseñar soluciones a problemas nuevos o poco familiares, incorporando conocimientos y saber hacer teóricos y prácticos, si es necesario, de otras disciplinas de la ingeniería y las ciencias básicas, y diseñando nuevos métodos de resolución originales y adecuados a los objetivos finales planteados.

CG9 - Independencia investigadora. Adquirir experiencia y autonomía en la búsqueda, filtraje, recopilación y síntesis de información científico y técnica de vanguardia.

#### 5.5.1.5.2 TRANSVERSALES

CT1 - Capacidad emprendedora y de innovación. Conocer y entender los mecanismos en que se basa la investigación científica así como los mecanismos e instrumentos de transferencia de resultados entre los diferentes agentes socioeconómicos implicados en los procesos de I+D+i, adquiriendo la capacidad de ejercer de líder de un equipo de trabajo compuesto por diversos perfiles y disciplinas profesionales.

CT2 - Sostenibilidad y compromiso social. Ser capaz de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.

CT3 - Tercera lengua. Tener conocimiento del inglés como tercera lengua, en un nivel adecuado de forma oral y escrita en consonancia con las necesidades de trabajar y comunicarse de forma efectiva en entornos internacionales e interculturales.

CT4 - Comunicación eficaz oral y escrita. Mejorar la capacidad de comunicación: presentaciones orales, elaboración de informes profesionales y científicos de forma clara y concisa para comunicar sus conclusiones, los conocimientos y razones últimas que la sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

CT6 - Uso solvente de los recursos de la información. Gestionar la adquisición, estructuración, análisis y visualización de datos e información bibliográfica e informática de carácter científico y técnico y valorar de forma crítica los resultados de esta gestión

CT7 - Aprendizaje autónomo. Detectar carencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento y motivarse para proseguir la formación continua a lo largo de su vida profesional.

#### 5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS

CE5 - Experiencia en simulaciones numéricas. Adquisición de soltura en las herramientas de simulación numérica modernas y su aplicación en problemas multidisciplinares de ingeniería y ciencias aplicadas.

CE6 - Interpretación de modelos numéricos. Comprender la aplicabilidad y las limitaciones de las distintas técnicas de cálculo por ordenador

CE7 - Experiencia en la programación de métodos de cálculo. Capacidad para adquirir formación en el desarrollo y utilización de programas de cálculo existentes, así como de pre y post procesadores, conocimiento de lenguajes de programación y de librerías de cálculo estándar.

#### 5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS

ACTIVIDAD FORMATIVA	HORAS	PRESENCIALIDAD
Trabajo en colaboración dentro de un grupo	80	10
Trabajo individual	110	0
Evaluación continua	15	100
Práctica en empresas	375	5
Clases teóricas	170	100

#### 5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES

Clase magistral

Clase expositiva interactiva con el alumno

Seminarios

Clases prácticas

Tutorías

#### 5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN

SISTEMA DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN MÍNIMA	PONDERACIÓN MÁXIMA
Evaluación mediante un tribunal	30.0	70.0
Evaluación por informes de seguimiento a lo largo del curso	0.0	100.0

**NIVEL 2: Materia de Formación Profesional (30 ECTS) A DISTANCIA**



5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2		
CARÁCTER	OBLIGATORIA	
ECTS MATERIA	30	
DESPLIEGUE TEMPORAL: Cuatrimestral		
ECTS Cuatrimestral 1	ECTS Cuatrimestral 2	ECTS Cuatrimestral 3
		30
ECTS Cuatrimestral 4	ECTS Cuatrimestral 5	ECTS Cuatrimestral 6
ECTS Cuatrimestral 7	ECTS Cuatrimestral 8	ECTS Cuatrimestral 9
ECTS Cuatrimestral 10	ECTS Cuatrimestral 11	ECTS Cuatrimestral 12
LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE		
CASTELLANO	CATALÁN	EUSKERA
Si	No	No
GALLEGO	VALENCIANO	INGLÉS
No	No	Si
FRANCÉS	ALEMÁN	PORTUGUÉS
No	No	No
ITALIANO	OTRAS	
No	No	
NO CONSTAN ELEMENTOS DE NIVEL 3		
5.5.1.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE		
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿ Conocer la metodología para realizar presentaciones orales así como la estructuración de textos científicos.</li> <li>¿ Identificar los aspectos claves de la preparación de trabajos y artículos de investigación.</li> <li>¿ Hacer un uso racional de las técnicas computacionales para la preparación y presentación de trabajos científicos.</li> <li>¿ Ser capaz de adaptar el trabajo a una fecha límite, resumiendo y organizado ideas complejas para clarificarlas de cara a la capacidad de comprensión de la audiencia.</li> <li>¿ Identificar los mecanismos de organización y crecimiento en una empresa y aprender a gestionar el crecimiento.</li> <li>¿ Identificar los mecanismos de fracaso en una empresa o proyecto y establecer medidas para evitarlo.</li> <li>¿ El alumno habrá adquirido experiencia en la aplicación de la mecánica computacional en un contexto industrial. El desarrollo de su proyecto debe permitir a apreciar los aspectos prácticos de la mecánica computacional y la forma en que se está utilizando en la industria para resolver problemas reales de ingeniería.</li> <li>¿ El alumno adquirirá conocimientos teóricos y prácticos sobre el uso de la gama particular de software comercial utilizado en la industria.</li> </ul>		
5.5.1.3 CONTENIDOS		
<p>Los contenidos de esta materia se reparten en los tres cursos siguientes. Los dos primeros están pensados para ser impartidos con una importante participación del sector empresarial, razón por la cual se han mantenido en este módulo.</p> <p><b>3.1 Espíritu empresarial para ingenieros. ( 7.5 ECTS)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>¿ Qué es un emprendedor y cuál es su importancia en la empresa</li> <li>¿ las dimensiones de la iniciativa empresarial.</li> <li>¿ la estructura y la presentación de las oportunidades</li> <li>¿ los recursos y la estructura de las finanzas</li> <li>¿ personas y equipos</li> <li>¿ Cómo se gestiona la empresa a nivel internacional</li> <li>¿ la gestión del crecimiento a corto y largo plazo</li> <li>¿ la generación y compra</li> <li>¿ mantener el flujo de ideas dentro de una empresa, estudios de casos</li> <li>¿ Identificación de oportunidades y el plan de negocios</li> <li>¿ Las fuentes de financiación y su estructuración</li> </ul> <p><b>Recursos para el aprendizaje:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>¿ Mastering Enterprise, Financial Times Publication.</li> </ul>		

¿ Simon Bridge et al, (R) Understanding Enterprise, Entrepreneurship and Small Business, Palgrave Macmillan..

### 3.2 Habilidades de comunicación en un segundo idioma ( 7.5 ECTS)

- ¿ Comunicación escrita: Reportes, Tesis, Revistas y artículos en conferencias.
- ¿ Comunicación oral: Presentaciones de investigación, asistencia a conferencias y presentación de artículos.
- ¿ Interactividad: Moderación de charlas, entrevistas de trabajo

#### Recursos para el aprendizaje:

Notas de clase.

### 3.3 Prácticas en empresas (15 ECTS)

El objetivo del módulo es proporcionar a los estudiantes la oportunidad de aplicar sus habilidades y conocimientos en mecánica computacional dentro de un contexto industrial.

Los estudiantes serán colocados en industrias de ingeniería, consultoras o instituciones de investigación que tienen experiencia e interés en la mecánica computacional y llevarán a cabo un proyecto práctico, durante un periodo continuo de al menos siete semanas y no más de nueve.

Los estudiantes deberán llevar a cabo las tareas que les encomiendan los supervisores, con la aprobación del tutor del estudiante. Se hará especial énfasis que en la medida de lo posible estas tareas estén relacionadas con actividad de I+D+i de la empresa.

La naturaleza del proyecto dependerá en gran medida de los intereses de la empresa, pero puede implicar la mecánica estructural, mecánica de sólidos, mecánica de fluidos o hidrodinámica. Normalmente, los estudiantes serán capacitados por la industria relevante en el uso de su software de cómputo en casa o comercial mecánica.

El seguimiento de los estudiantes se llevará a cabo mediante informes parciales evaluables que deben ser aprobados por el supervisor de la empresa y el tutor del estudiante. Una vez concluidas las prácticas en empresas se elaborará un informe final que será evaluado por un tribunal que definirá el órgano responsable.

#### Recursos para el aprendizaje:

A discreción del supervisor.

#### **5.5.1.4 OBSERVACIONES**

MODALIDAD A DISTANCIA e n el apartado de Actividades formativas, los datos que figuran en la columna presencialidad, hacen referencia al % EN WEB. Para cursar esta materia se debe haber aprobado todas las materias obligatorias y al menos 6 optativas.

#### **5.5.1.5 COMPETENCIAS**

##### **5.5.1.5.1 BÁSICAS Y GENERALES**

CG3 - Experiencia en la solución de problemas mediante los métodos numéricos. Capacidad para adquirir experiencia y criterio en la aplicación de métodos numéricos a través de la utilización de programas de cálculo, pre y post procesadores gráficos, lenguajes de programación y librerías de cálculo científico.

CG4 - Consolidación de los criterios de aplicación de los métodos numéricos. Completar y consolidar los conocimientos, los criterios y el espíritu crítico para plantear la soluciones convencionales y así como para realizar análisis de resultados en problemas característicos de modelización numérica.

CG5 - Conocimiento de las redes sociales en el entorno de los métodos numéricos Conocer y adquirir una conciencia crítica sobre la vanguardia de la comunidad española, europea e internacional de métodos numéricos en ingeniería.

CG6 - Modelización numérica de problemas reales. Profundizar en la habilidad para resolver problemas reales de ingeniería mediante modelización numérica a través de la identificación del modelo matemático subyacente, del método de cálculo más adecuado y de la interpretación crítica de los resultados.

CG7 - Independencia crítica. Adquirir capacidad para utilizar de forma autónoma su conocimiento y comprensión de la ingeniería computacional para diseñar soluciones a problemas nuevos o poco familiares, incorporando conocimientos y saber hacer teóricos y prácticos, si es necesario, de otras disciplinas de la ingeniería y las ciencias básicas, y diseñando nuevos métodos de resolución originales y adecuados a los objetivos finales planteados.

CG9 - Independencia investigadora. Adquirir experiencia y autonomía en la búsqueda, filtraje, recopilación y síntesis de información científico y técnica de vanguardia.

#### 5.5.1.5.2 TRANSVERSALES

CT1 - Capacidad emprendedora y de innovación. Conocer y entender los mecanismos en que se basa la investigación científica así como los mecanismos e instrumentos de transferencia de resultados entre los diferentes agentes socioeconómicos implicados en los procesos de I+D+i, adquiriendo la capacidad de ejercer de líder de un equipo de trabajo compuesto por diversos perfiles y disciplinas profesionales.

CT2 - Sostenibilidad y compromiso social. Ser capaz de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.

CT3 - Tercera lengua. Tener conocimiento del inglés como tercera lengua, en un nivel adecuado de forma oral y escrita en consonancia con las necesidades de trabajar y comunicarse de forma efectiva en entornos internacionales e interculturales.

CT4 - Comunicación eficaz oral y escrita. Mejorar la capacidad de comunicación: presentaciones orales, elaboración de informes profesionales y científicos de forma clara y concisa para comunicar sus conclusiones, los conocimientos y razones últimas que la sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

CT6 - Uso solvente de los recursos de la información. Gestionar la adquisición, estructuración, análisis y visualización de datos e información bibliográfica e informática de carácter científico y técnico y valorar de forma crítica los resultados de esta gestión

CT7 - Aprendizaje autónomo. Detectar carencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento y motivarse para proseguir la formación continua a lo largo de su vida profesional.

#### 5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS

CE5 - Experiencia en simulaciones numéricas. Adquisición de soltura en las herramientas de simulación numérica modernas y su aplicación en problemas multidisciplinares de ingeniería y ciencias aplicadas.

CE6 - Interpretación de modelos numéricos. Comprender la aplicabilidad y las limitaciones de las distintas técnicas de cálculo por ordenador

CE7 - Experiencia en la programación de métodos de cálculo. Capacidad para adquirir formación en el desarrollo y utilización de programas de cálculo existentes, así como de pre y post procesadores, conocimiento de lenguajes de programación y de librerías de cálculo estándar.

#### 5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS

ACTIVIDAD FORMATIVA	HORAS	PRESENCIALIDAD
Trabajo en colaboración dentro de un grupo	50	90
Trabajo individual	240	5
Evaluación continua	15	100
Práctica en empresas	375	5
Clases teóricas	70	100

#### 5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES

Clase magistral

Clase expositiva interactiva con el alumno

Seminarios

Clases prácticas

Tutorías

#### 5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN

SISTEMA DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN MÍNIMA	PONDERACIÓN MÁXIMA
Evaluación mediante un tribunal	30.0	70.0
Evaluación por informes de seguimiento a lo largo del curso	0.0	100.0
<b>5.5 NIVEL 1: Trabajo de fin de Master (30 ECTS)</b>		
<b>5.5.1 Datos Básicos del Módulo</b>		
<b>NIVEL 2: Materia de Trabajo de Fin de Master (30 ECTS)</b>		
<b>5.5.1.1 Datos Básicos del Nivel 2</b>		
<b>CARÁCTER</b>	OBLIGATORIA	
<b>ECTS MATERIA</b>	30	
<b>DESPLIEGUE TEMPORAL: Cuatrimestral</b>		
<b>ECTS Cuatrimestral 1</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 2</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 3</b>
<b>ECTS Cuatrimestral 4</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 5</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 6</b>
30		
<b>ECTS Cuatrimestral 7</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 8</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 9</b>
<b>ECTS Cuatrimestral 10</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 11</b>	<b>ECTS Cuatrimestral 12</b>
<b>LENGUAS EN LAS QUE SE IMPARTE</b>		
<b>CASTELLANO</b>	<b>CATALÁN</b>	<b>EUSKERA</b>
Si	No	No
<b>GALLEGO</b>	<b>VALENCIANO</b>	<b>INGLÉS</b>
No	No	Si
<b>FRANCÉS</b>	<b>ALEMÁN</b>	<b>PORTUGUÉS</b>
No	No	No
<b>ITALIANO</b>	<b>OTRAS</b>	
No	No	
NO CONSTAN ELEMENTOS DE NIVEL 3		
<b>5.5.1.2 RESULTADOS DE APRENDIZAJE</b>		
El trabajo de fin de master es la demostración de que el futuro profesional esta apto para incorporarse al mercado laboral o de investigación		
<b>5.5.1.3 CONTENIDOS</b>		
<b>4.1 Trabajo de fin de master</b>		
<p>En el trabajo de fin de Master los alumnos aplicarán sus conocimientos sobre métodos numéricos para resolver un problema concreto de ingeniería, o bien al desarrollo de un trabajo de investigación. Se valorará muy positivamente que el tema de la tesis venga propuesto por una empresa y que contribuya a resolver un problema de interés práctico y que se realice en colaboración con otro centro nacional o internacional.</p> <p>Para las versiones presencial y mixta, la evaluación del Trabajo fin de Máster será delante de un tribunal en una exposición pública y que durará no menos de 30. El tribunal estará compuesto por 3 doctores. El órgano responsable del máster fijará un único tribunal para todas las defensas que tengan lugar en un curso académico.</p>		

En el caso de la versión a distancia, se contempla la presentación presencial del trabajo o bien una presentación a través de medios de teleconferencia, con el mismo tribunal que en el caso anterior.

#### 5.5.1.4 OBSERVACIONES

La realización, presentación y evaluación del Trabajo fin de Máster se llevará a cabo de acuerdo con la normativa común de los másteres que se imparten en la ETSECCPB. Ver:

[http://www.camins.upc.edu/camins/ImgsPortal/Contingut\\_Fitxer3265.pdf](http://www.camins.upc.edu/camins/ImgsPortal/Contingut_Fitxer3265.pdf)

#### 5.5.1.5 COMPETENCIAS

##### 5.5.1.5.1 BÁSICAS Y GENERALES

CG3 - Experiencia en la solución de problemas mediante los métodos numéricos. Capacidad para adquirir experiencia y criterio en la aplicación de métodos numéricos a través de la utilización de programas de cálculo, pre y post procesadores gráficos, lenguajes de programación y librerías de cálculo científico.

CG4 - Consolidación de los criterios de aplicación de los métodos numéricos. Completar y consolidar los conocimientos, los criterios y el espíritu crítico para plantear la soluciones convencionales y así como para realizar análisis de resultados en problemas característicos de modelización numérica.

CG5 - Conocimiento de las redes sociales en el entorno de los métodos numéricos Conocer y adquirir una conciencia crítica sobre la vanguardia de la comunidad española, europea e internacional de métodos numéricos en ingeniería.

CG6 - Modelización numérica de problemas reales. Profundizar en la habilidad para resolver problemas reales de ingeniería mediante modelización numérica a través de la identificación del modelo matemático subyacente, del método de cálculo más adecuado y de la interpretación crítica de los resultados.

CG7 - Independencia crítica. Adquirir capacidad para utilizar de forma autónoma su conocimiento y comprensión de la ingeniería computacional para diseñar soluciones a problemas nuevos o poco familiares, incorporando conocimientos y saber hacer teóricos y prácticos, si es necesario, de otras disciplinas de la ingeniería y las ciencias básicas, y diseñando nuevos métodos de resolución originales y adecuados a los objetivos finales planteados.

CG9 - Independencia investigadora. Adquirir experiencia y autonomía en la búsqueda, filtraje, recopilación y síntesis de información científico y técnica de vanguardia.

##### 5.5.1.5.2 TRANSVERSALES

CT1 - Capacidad emprendedora y de innovación. Conocer y entender los mecanismos en que se basa la investigación científica así como los mecanismos e instrumentos de transferencia de resultados entre los diferentes agentes socioeconómicos implicados en los procesos de I+D+i. adquiriendo la capacidad de ejercer de líder de un equipo de trabajo compuesto por diversos perfiles y disciplinas profesionales.

CT2 - Sostenibilidad y compromiso social. Ser capaz de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.

CT3 - Tercera lengua. Tener conocimiento del inglés como tercera lengua, en un nivel adecuado de forma oral y escrita en consonancia con las necesidades de trabajar y comunicarse de forma efectiva en entornos internacionales e interculturales.

CT4 - Comunicación eficaz oral y escrita. Mejorar la capacidad de comunicación: presentaciones orales, elaboración de informes profesionales y científicos de forma clara y concisa para comunicar sus conclusiones, los conocimientos y razones últimas que la sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

CT6 - Uso solvente de los recursos de la información. Gestionar la adquisición, estructuración, análisis y visualización de datos e información bibliográfica e informática de carácter científico y técnico y valorar de forma crítica los resultados de esta gestión

CT7 - Aprendizaje autónomo. Detectar carencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento y motivarse para proseguir la formación continua a lo largo de su vida profesional.

##### 5.5.1.5.3 ESPECÍFICAS

CE5 - Experiencia en simulaciones numéricas. Adquisición de soltura en las herramientas de simulación numérica modernas y su aplicación en problemas multidisciplinares de ingeniería y ciencias aplicadas.

CE6 - Interpretación de modelos numéricos. Comprender la aplicabilidad y las limitaciones de las distintas técnicas de cálculo por ordenador

CE7 - Experiencia en la programación de métodos de cálculo. Capacidad para adquirir formación en el desarrollo y utilización de programas de cálculo existentes, así como de pre y post procesadores, conocimiento de lenguajes de programación y de librerías de cálculo estándar.

**5.5.1.6 ACTIVIDADES FORMATIVAS**

ACTIVIDAD FORMATIVA	HORAS	PRESENCIALIDAD
Trabajo individual	700	5
Tutoría personalizada	50	100

**5.5.1.7 METODOLOGÍAS DOCENTES**

Seminarios

Tutorías

**5.5.1.8 SISTEMAS DE EVALUACIÓN**

SISTEMA DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN MÍNIMA	PONDERACIÓN MÁXIMA
Evaluación mediante un tribunal	100.0	100.0

## 6. PERSONAL ACADÉMICO

6.1 PROFESORADO Y OTROS RECURSOS HUMANOS				
Universidad	Categoría	Total %	Doctores %	Horas %
Universidad Politécnica de Catalunya	Catedrático de Universidad	55.56	100.0	20.0
Universidad Politécnica de Catalunya	Profesor Titular de Universidad	18.52	100.0	20.0
Universidad Politécnica de Catalunya	Profesor Agregado	18.52	100.0	20.0
Universidad Politécnica de Catalunya	Profesor Asociado (incluye profesor asociado de C.C.: de Salud)	7.4	70.0	25.0
PERSONAL ACADÉMICO				
Ver anexos. Apartado 6.				
6.2 OTROS RECURSOS HUMANOS				
Ver anexos. Apartado 6.2				

## 7. RECURSOS MATERIALES Y SERVICIOS

Justificación de que los medios materiales disponibles son adecuados: Ver anexos, apartado 7.

## 8. RESULTADOS PREVISTOS

8.1 ESTIMACIÓN DE VALORES CUANTITATIVOS	
TASA DE GRADUACIÓN %	TASA DE ABANDONO %
78	15
TASA DE EFICIENCIA %	
90	
TASA	VALOR %
No existen datos	
8.2 PROCEDIMIENTO GENERAL PARA VALORAR EL PROCESO Y LOS RESULTADOS	
<p>La UPC evalúa el rendimiento general de los/las estudiantes de sus titulaciones oficiales principalmente a través de los tres indicadores de rendimiento citados.</p> <p>La evaluación del aprendizaje del alumnado se plantea de forma continua y servirá tanto para regular el ritmo de trabajo y del aprendizaje a lo largo del transcurso de la materia (evaluación formativa), como para permitir al alumnado conocer su grado de adquisición de aprendizaje (evaluación sumativa) y también para darle la opción, a reorientar su aprendizaje (evaluación formativa).</p> <p>La evaluación sumativa se ha diseñado con el objetivo de calificar al alumno o alumna, para su correspondiente promoción y acreditación o certificación ante terceros. La calificación de cada alumno o alumna está basada en una cantidad suficiente de notas, las cuales, debidamente ponderadas, configuran su calificación final.</p> <p>Para valorar el aprendizaje del estudiantado se han planificado diversos tipos de actividades de evaluación a lo largo de la impartición de cada materia. La programación de dichas actividades es un documento útil tanto para el alumnado como para el profesorado. Todas las actividades de evaluación son coherentes con los objetivos específicos y/o competencias genéricas programadas por el plan de</p>	

estudios, en cada asignatura o materia. El conjunto de tareas y/o actividades que realiza el alumno o alumna configura su aprendizaje y le permite la obtención de la calificación final de cada asignatura o materia.

La evaluación se basa en unos criterios de calidad, suficientemente fundamentados, transparentes y públicos para el alumno o alumna desde el inicio. Dichos criterios están acordes tanto con las actividades planificadas, metodologías aplicadas, como con los objetivos de aprendizaje previstos a alcanzar por el alumnado.

La frecuencia de las actividades de evaluación viene determinada por el desarrollo tanto de los objetivos específicos como de la competencia o competencias contempladas en dicha asignatura o materia. El tipo de actividades serán tanto individuales como de grupo, y tanto dentro del aula como fuera de ella.

Está prevista también la evaluación de las competencias genéricas, descritas anteriormente, mediante unas estrategias de evaluación, propias para cada una de ellas, que garantizan la verificación de su adquisición.

Los resultados de aprendizaje se plasmarán en evidencias recogidas a lo largo de cada una de las materias, que darán fe de la consecución de los objetivos conseguidos para cada módulo, como resultado de lo obtenido en cada una de las materias que lo componen. El Trabajo Final de Master presentará los resultados de aprendizaje propios de toda la formación adquirida a lo largo del máster.

## 9. SISTEMA DE GARANTÍA DE CALIDAD

ENLACE	<a href="https://www.upc.edu/ees/guia_disseny/qualitat/12019assegurament-de-la-qualitat-en-el-marc-de-12019ees">https://www.upc.edu/ees/guia_disseny/qualitat/12019assegurament-de-la-qualitat-en-el-marc-de-12019ees</a>
--------	---

## 10. CALENDARIO DE IMPLANTACIÓN

<b>10.1 CRONOGRAMA DE IMPLANTACIÓN</b>	
CURSO DE INICIO	2012
Ver anexos, apartado 10.	
<b>10.2 PROCEDIMIENTO DE ADAPTACIÓN</b>	
Con la implantación del Master Universitario en Métodos Numéricos en Ingeniería en las tres modalidades de enseñanza (presencial, a distancia y mixta) se extinguirán la versión actual del Master existente mencionado en el Apartado 10.1. La previsión es que el número de estudiantes que necesiten trasladar su expediente sea muy reducido (unos 3 estudiantes del Master Presencial (oficial)).	
<b>10.3 ENSEÑANZAS QUE SE EXTINGUEN</b>	
CÓDIGO	ESTUDIO - CENTRO
4310447-08032877	Máster Universitario en Métodos Numéricos en Ingeniería-Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

## 11. PERSONAS ASOCIADAS A LA SOLICITUD

<b>11.1 RESPONSABLE DEL TÍTULO</b>			
NIF	NOMBRE	PRIMER APELLIDO	SEGUNDO APELLIDO



46620264T	Ramon	Codina	Rovira
<b>DOMICILIO</b>	<b>CÓDIGO POSTAL</b>	<b>PROVINCIA</b>	<b>MUNICIPIO</b>
Jordi Girona, 1-3	08034	Barcelona	Barcelona
<b>EMAIL</b>	<b>MÓVIL</b>	<b>FAX</b>	<b>CARGO</b>
ramon.codina@upc.edu	934016486	934011048	Catedrático de universidad
<b>11.2 REPRESENTANTE LEGAL</b>			
<b>NIF</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>PRIMER APELLIDO</b>	<b>SEGUNDO APELLIDO</b>
39826078Z	Antoni	Giró	Roca
<b>DOMICILIO</b>	<b>CÓDIGO POSTAL</b>	<b>PROVINCIA</b>	<b>MUNICIPIO</b>
c/ Jordi Girona, 31	08034	Barcelona	Barcelona
<b>EMAIL</b>	<b>MÓVIL</b>	<b>FAX</b>	<b>CARGO</b>
rector@upc.edu	934016101	934016201	Rector de la Universitat Politècnica de Catalunya
<b>11.3 SOLICITANTE</b>			
El responsable del título no es el solicitante			
<b>NIF</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>PRIMER APELLIDO</b>	<b>SEGUNDO APELLIDO</b>
38408777L	Ana	Sastre	Requena
<b>DOMICILIO</b>	<b>CÓDIGO POSTAL</b>	<b>PROVINCIA</b>	<b>MUNICIPIO</b>
c/Jordi Girona, 31	08034	Barcelona	Barcelona
<b>EMAIL</b>	<b>MÓVIL</b>	<b>FAX</b>	<b>CARGO</b>
verifica.upc@upc.edu	934016105	934016801	Vicerectora de Política Acadèmica de la Universitat Politècnica de Catalunya

## **ANEXOS : APARTADO 2**

**Nombre :** UPC\_MUMN\_Modif\_Apartado 2\_Informe alegaciones.pdf

**HASH SHA1 :** 093j0eSk+fWGA1eekm7LOFzTE0I=

**Código CSV :** 71187919314706700220364

## RESPUESTA DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CATALUNYA AL INFORME PREVIO DE LA AQU

**EXPEDIENTE: 4313323**

**TÍTULO: Máster universitario en Métodos Numéricos en Ingeniería**

**UNIVERSIDAD SOLICITANTE: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CATALUNYA**

- **MODIFICACIONES OBLIGATORIAS:**

**APARTADO 1: DESCRIPCIÓN DEL TÍTULO**

- Modificar la oferta de plazas desglosada para el segundo año de impartición para que coincida con el número global de plazas ofertadas para el mismo.
- Revisar la distribución de créditos optativos y obligatorios de la titulación que se presenta en el apartado de descripción del título de la memoria puesto que entra en contradicción con lo establecido en la planificación de la titulación.

**Respuesta UPC:**

Se ha corregido el desglose de plazas ofertadas para el segundo año de impartición.

Se ha corregido la distribución de créditos optativos y obligatorios.

**APARTADO 2: JUSTIFICACIÓN**

- Aportar información que justifique el interés académico de la propuesta. En concreto se deben mencionar otros referentes nacionales e internacionales así como los procedimientos de consulta utilizados y su contribución al plan de estudios.

**Respuesta UPC:**

Se ha ampliado la información solicitada en el apartado 2.3. Queremos hacer notar que ya estaban incluidos los referentes internacionales que hemos analizado,

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

- Precisar el perfil de ingreso de los estudiantes especificando las distintas especialidades de ingeniería, ingeniería técnica y ciencias aplicadas que dan acceso al máster concretando grados y licenciaturas si procede.
- Especificar el nivel de inglés de entrada requerido.
- Completar la información sobre los complementos formativos.
- Explicitar los responsables de las acciones previstas en los procedimientos de acogida y orientación a los estudiantes de nuevo ingreso aportando un calendario orientativo de las mismas. En el máster que nos ocupa esta información debe especificarse para las diferentes modalidades de impartición.
- Aportar el plan de acción tutorial y especificar una planificación orientativa de las actividades de apoyo y orientación a los estudiantes previstas una vez matriculados en función de la modalidad de impartición.
- Establecer los valores mínimo/máximo de reconocimiento de créditos cursados en Enseñanzas Superiores Oficiales No Universitarias, en Títulos Propios y por acreditación de experiencia laboral y profesional.
- Aclarar si los estudiantes que han cursado el título propio (versión no presencial del máster impartido en la actualidad) podrán reconocer créditos.
- Indicar las condiciones en las que un estudiante puede cambiar de modalidad.

#### **Respuesta UPC:**

Se han enumerado con más detalle las distintas especialidades de la ingeniería y ciencias aplicadas que pueden dar acceso al master.

Se ha indicado como justificar el nivel adecuado de inglés en el caso de la versión presencial.

En la memoria se indica que no se solicitarán complementos formativos (apartado 1.2 y 4.6), por lo cual no entendemos el motivo de la observación referente a estos. Nótese así mismo que el Master propuesto consta ya de 120 ECTS.

Se ha indicado quienes son los responsables de las acciones de acogida y orientación de los estudiantes, así como del plan de acción tutorial, temporizándolas de forma aproximada.

Se han añadido párrafos aclaratorios sobre los posibles reconocimientos a estudiantes provenientes de otros estudios y con experiencia laboral (apartado 4.4)

Se ha indicado que no se reconocerán créditos del actual título propio en el nuevo Master (apartado 4.4)

Se ha indicado que el estudiante podrá cambiar de modalidad en cualquier momento, con la aprobación del Director del Master. (apartado 1.3.1)

#### **APARTADO 5. PLANIFICACIÓN DE LA TITULACIÓN**

- Justificar la razón por la cual para poder cursar las asignaturas optativas de la materia “Aplicaciones multidisciplinares” de 24 créditos ECTS, se debe de haber cursado con anterioridad las materias obligatorias.
- Aclarar si la planificación temporal para las modalidades semipresencial y a distancia es la misma que para la modalidad presencial y en caso de que no sea así, aportar la planificación para cada una de las modalidades en que se ofrece el máster.
- Aclarar la duración de las prácticas externas.
- Especificar la información que se aporta para cada asignatura (su denominación, número de ECTS y temporalidad) en el apartado correspondiente de la aplicación informática de verificación.
- Ampliar la información sobre las prácticas externas.
- Aportar mayor información sobre el sistema de evaluación previsto para el Trabajo de Fin de Máster.
- Indicar los mecanismos empleados para controlar la identidad de los estudiantes en los procesos de evaluación para las modalidades de impartición semipresencial y a distancia.
- Explicitar con mayor detalle los mecanismos de coordinación de planes docentes y supervisión, organización de las practicas y procedimientos de seguimiento de la implantación del plan.
- Proporcionar un orientativo listado de los centros con los que se han establecido convenios de colaboración para la realización del TFM así como un modelo de convenio de colaboración típico.

#### **Respuesta UPC:**

Se ha indicado explícitamente que no se reconocerán las asignaturas de la materia Aplicaciones Multidisciplinares (apartado 4.4), y se ha razonado porque es necesario haber cursado las asignaturas obligatorias del primer semestre para cursar esta materia.

Se ha indicado explícitamente que la planificación temporal es la misma para las tres versiones del Master (apartado 5.1.1)

Se ha corregido la inconsistencia en la duración de las prácticas externas, dejándolas entre siete y nueve semanas.

Se ha especificado la información para cada asignatura (su denominación, número de ECTS y temporalidad) en el apartado correspondiente de la aplicación informática de verificación.

Se han especificado cuales son las funciones de los estudiantes, como se llevará a cabo su seguimiento y supervisión en las practicas externas. Las empresas donde se podrán llevar a cabo se indican más adelante.

Se ha detallado como se realizará la evaluación del trabajo de fin de Master.

La identidad de los estudiantes para el proceso de evaluación en la modalidad a distancia, se controlará mediante supervisión por web-cam de la realización de los ejercicios de evaluación y el envío a través de la plataforma del Centro Virtual.

Dentro de las atribuciones de la comisión de gestión del Master se ha explicitado que se encargará de la coordinación de planes docentes y del procedimiento de seguimiento del plan para todas las modalidades.

Se ha proporcionado una lista de empresas con las cuales se han establecido convenios de colaboración para las prácticas en empresas. Así mismo se ha incluido el texto legal de un modelo de colaboración típico.

#### **6. PERSONAL ACADÉMICO Y DE APOYO**

- Aportar una relación del personal académico disponible indicando el título académico, categoría dentro de la institución, dedicación, área de conocimiento y experiencia.
- Justificar que se dispone de profesorado formado o con experiencia en docencia en las modalidades semipresencial y a distancia.
- Indicar la manera de computar la dedicación del profesorado a cada una de las modalidades de impartición.
- Aportar información sobre el personal técnico involucrado en las actividades de carácter práctico que se realizan en el máster y sobre el personal de apoyo relacionado con las herramientas informáticas que se utilizan en el desarrollo de las modalidades semipresencial y a distancia.

#### **Respuesta UPC:**

Se ha indicado como se realiza la asignación docente. Así mismo, se ha incluido una tabla con la relación detallada de los profesores que han participado en el master vigente durante los últimos tres cursos.

Los profesores mencionados han participado en docencia no presencial, como se ha puesto de manifiesto en la memoria.

Los profesores comprometidos en el Master participarán en las distintas modalidades en función de las necesidades docentes. Es difícil evaluar a priori cuales serán. Como se indica en el informe de evaluación previo, esperamos que este punto pueda ser evaluado positivamente en el seguimiento y acreditación de la titulación en caso de que sea aprobada.

La información sobre el personal de apoyo relacionado con las herramientas informáticas que se utilizan en el desarrollo de las modalidades semipresencial y a distancia se ha indicado en la sección 6.2.

## 7. RECURSOS MATERIALES Y SERVICIOS

- Aportar información sobre los recursos disponibles en las entidades colaboradoras.

### Respuesta UPC:

Se ha indicado las páginas web de algunas de las empresas que han colaborado en las prácticas docentes del Master of Science in Computational Mechanics actual. Todas ellas son empresas con capacidad suficiente para acoger a estudiantes del Master. En cualquier caso, se espera que durante el desarrollo del mismo se pueda contactar con empresas cuyos recursos puedan ser verificados durante el seguimiento y acreditación de la titulación en caso de que sea aprobada.

## 8. RESULTADOS PREVISTOS

- Ampliar la justificación de los valores cuantitativos de los indicadores que se aportan.

### Respuesta UPC:

Se ha explicado porqué no es posible justificar los valores de los resultados previstos con una perspectiva histórica. La razón es que solo disponemos de datos de un curso académico y las previsiones del presente curso 2011-2012.

## 10. CALENDARIO DE IMPLANTACIÓN

- Completar el cronograma de implantación del máster con el despliegue del segundo curso.
- Aclarar la situación del máster con la misma denominación impartido como título propio.
- Especificar el procedimiento elegido para la adaptación de estudiantes del plan de estudios anterior.

### Respuesta UPC:

Se ha incluido un cronograma indicando como será la transición entre el plan vigente y el plan propuesto.

Se ha aclarado que el Master a distancia que se imparte como título propio (con una denominación ligeramente distinta) se extinguirá

La adaptación de los estudiantes del plan de estudios vigente al propuesto será automática siempre que los estudiantes lo soliciten, puesto que las asignaturas actuales se mantienen en el plan propuesto. Así se ha indicado en la memoria.

- **RECOMENDACIONES**

**APARTADO 3. COMPETENCIAS**

Revisar el lenguaje utilizado en la redacción de las competencias.

Respuesta UPC:

**APARTADO 5. PLANIFICACIÓN DE LA TITULACIÓN**

- Desarrollar una guía normativa específica para el diseño, ejecución, supervisión y evaluación del TFM.

Respuesta UPC:

Se ha indicado que el TFM se llevará a cabo de acuerdo con la normativa común de los Masters que se imparten en la ETSECCPB y se ha proporcionado el vínculo donde se encuentra.

**APARTADO 8. RESULTADOS PREVISTOS**

- Se recomienda considerar indicadores adicionales en la valoración de los resultados previstos.

Respuesta UPC:

No nos es posible considerar indicadores adicionales para justificar los resultados previstos dado el poco tiempo que hace que se imparte el master vigente.



## 2. JUSTIFICACIÓN

### Subapartados

- 2.1. Justificación del título propuesto, argumentado el interés académico, científico o profesional del mismo
- 2.2. En el caso de los títulos de Graduado o Graduada: Referentes externos a la universidad proponente que avalen la adecuación de la propuesta a criterios nacionales o internacionales para títulos de similares características
- 2.3. Descripción de los procedimientos de consulta internos y externos utilizados para la elaboración del plan de estudios. Éstos pueden haber sido con profesionales, estudiantes u otros colectivos

### 2.1. Justificación del título propuesto, argumentado el interés académico, científico o profesional del mismo.

#### *Antecedentes*

La utilización de los denominados métodos numéricos (un término equivalente al de métodos de cálculo) está hoy en día firmemente implantada en todas las empresas de ingeniería y en la investigación en ingeniería y en ciencias aplicadas. Dichos métodos se utilizan de manera cotidiana, dentro de potentes programas de ordenador, para el diseño y proyecto de nuevos productos y procesos y para el análisis del comportamiento de productos existentes. Los términos "producto" y "proceso" se entienden aquí en su sentido más amplio y abarcan desde la construcción de edificios e infraestructuras en ingeniería civil, hasta la fabricación de automóviles, barcos, aviones y dispositivos en bio-medicina, o de cualquier otro producto manufacturado por la industria.

Todos los indicios apuntan a que la demanda de nuevos y más potentes métodos numéricos crecerá en los próximos años. Las razones son la mayor exigencia en la obtención de productos y procesos mejores y más económicos, así como la inclusión de aspectos multidisciplinares en su diseño, tales como el impacto medio-ambiental del producto o el proceso, o la mayor seguridad de los mismos, entre otros.

Por todo ello, es imprescindible que los futuros técnicos tengan una formación sólida e integral en el ámbito de los modernos métodos numéricos y que sean capaces aplicarlos para resolver los problemas de ingeniería más diversos.

Es precisamente la obtención de dichos objetivos lo que motivó en su día (hace más de 25 años) la puesta en marcha en la UPC (Universitat Politècnica de Catalunya) de cursos de postgrado en el ámbito de los métodos numéricos en ingeniería, siendo esta una de las enseñanzas de postgrado con más antigüedad de la UPC.

Como muestra de ello, se destaca que el Master oficial actual es una actualización del Master en Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería que se impartió de forma presencial y a distancia en la UPC desde el año 1989 hasta el 2006 (entre 1985 y 1989 tuvo categoría de curso de Postgrado de la UPC) . Ese año la versión presencial de este curso se sustituyó por el Master de Métodos Numéricos en Ingeniería, que se incorporó al catálogo de master oficiales de la UPC el curso 2007-2008. En paralelo se mantuvo hasta la fecha, la versión a distancia del mencionado Master en Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería.

Un aspecto esencial del Master que se propone es que está diseñado para poder ser impartido conjuntamente con el Master of Science in Computational Mechanics, el cual se imparte en la UPC dentro del marco del programa Erasmus Mundus de la Unión Europea.

Este Master se ofrece conjuntamente con las Universidades de Swansea (País de Gales), Stuttgart (Alemania) y Nantes (Francia). La presente propuesta coincide complementariamente con la del Master mencionado, de manera que en caso de que ambos se oferten, el coste académico para la UPC quedaría reducido al de un solo programa de Master.

Así, el Master Universitario en Métodos Numéricos en Ingeniería cuya continuidad como master oficial de la UPC se propone **re-editar de manera renovada, incorpora en un único curso de master las experiencias docentes anteriores con tres modalidades de enseñanza (presencial, a distancia y mixta), así como compatibilizarlo con el Master of Science in Computational Mechanics.**

### ***Objetivos del Master Universitario en Métodos Numéricos en Ingeniería***

El objetivo del curso de Master Universitario en Métodos Numéricos en Ingeniería es proporcionar una formación multidisciplinar y en profundidad en el estado del arte y las aplicaciones de los métodos de cálculo más utilizados en ingeniería, tales como el método de los elementos finitos y otras técnicas numéricas similares que se usan de forma cotidiana por las empresas para la solución de toda una variedad de problemas de interés práctico en ingeniería.

La formación que se imparte en el curso de Master de Métodos Numéricos en Ingeniería es también un excelente punto de partida para sus alumnos para el desarrollo posterior de una actividad investigadora que conduzca a la tesis doctoral. Una prueba de ello son los 95 doctores graduados en la UPC desde 1985, que se han formado en su etapa de postgrado a través de las asignaturas de este curso (en su versión actual como curso de Master y antes como curso de postgrado). En este sentido, **el programa de master que se propone ~~está previsto que pueda~~ puede servir como fase docente de los programas de doctorado de los departamentos y centros que lo proponen (ETSECCPB, DRMEE, DMA3).**

### ***Los objetivos formativos esenciales son:***

- Proporcionar a los alumnos un conocimiento general de la teoría sobre los métodos numéricos más utilizados en la práctica profesional de la ingeniería y a nivel científico. Se prestará especial atención a las ventajas y desventajas de cada método, de manera que los estudiantes puedan apreciar el valor y límites de la aplicación de los métodos numéricos a un problema industrial.
- Proporcionar a los alumnos conocimientos y experiencia de cálculo práctica sobre la aplicación de los métodos numéricos para la solución de problemas de ingeniería y las ciencias aplicadas, utilizando programas de ordenador. El objetivo es que los alumnos puedan aplicar los métodos estudiados con confianza en un entorno industrial.
- Proporcionar a los estudiantes la formación suficiente para el desarrollo de nuevos programas de ordenador para la solución de problemas de ingeniería a nivel básico y avanzado. Dicha formación será de gran utilidad para aquellos estudiantes que deseen proseguir una actividad investigadora a nivel doctoral, en la que tengan que desarrollar métodos de cálculo y software originales e innovadores.
- Proporcionar a los estudiantes una amplia selección de áreas de especialización en la aplicación de los métodos numéricos a diversos campos de las ingenierías: civil, mecánica, aeronáutica, naval y bio-médica, así como en la ingeniería de procesos de fabricación, entre otras muchas.
- Permitir cubrir la fase docente de los programas de doctorado asociados a los departamentos que proponen este Master (RMEE, MA3).

Como se ha mencionado anteriormente, es de destacar que el contenido del curso y su calendario son totalmente compatibles con el Master in Computational Mechanics que se imparte en el marco del programa Erasmus Mundus de la CE, en la UPC y las Universidades de Swansea (Gales), Stuttgart y Nantes. La UPC es la coordinadora de este curso en el que participan los organismos patrocinadores del curso de master en Métodos Numéricos en Ingeniería: ETSECCPB, departamentos de Resistencia de Materiales y Estructuras en la Ingeniería (RMEE), de Matemática Aplicada 3 (MA3) y Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería (CIMNE). La compatibilidad implica en la práctica que los alumnos del Master Erasmus Mundus que cursan un semestre en la UPC comparten las mismas asignaturas obligatorias (troncales) con los alumnos presenciales del Master de Métodos Numéricos en Ingeniería.

Todo ello redonda en el interés y la oportunidad estratégica de mantener, de manera reeditada, el carácter oficial del Master Universitario en Métodos Numéricos en Ingeniería. El objetivo es que pueda convertirse a corto plazo en una referencia a nivel internacional.

### ***Unidades participantes en el master***

Las unidades básicas promotoras de este master es la *Escola Tècnica Superior d'Enginyers de Camins, Canals i Ports de Barcelona* (ETSECCPB).

La **institución que tramitará el título** es la Universitat Politècnica de Catalunya.

### ***Régimen del estudio: tiempo completo y tiempo parcial.***

Se contempla la posibilidad de seguir el master a tiempo completo o a tiempo parcial. En cualquiera de los dos casos la modalidad puede ser presencial o a distancia. En el segundo caso se podrá utilizar el material de aprendizaje no presencial que ya ha sido desarrollado en el pasado por los promotores del master y que permite más flexibilidad a los estudiantes. Para más información sobre las herramientas no presenciales disponibles consúltese [www.cimne.upc.es/cdl](http://www.cimne.upc.es/cdl)

**El periodo lectivo** tiene una oferta semestral.

Se prevé iniciar a impartir el master en otoño del 2012, es decir el curso 2012-2013

El master tendrá **120 créditos ECTS**. Para los estudiantes que decidan seguir el master a **tiempo completo**, la duración prevista es de cuatro semestres académicos de 30 ECTS cada uno. Para los estudiantes que opten por la versión a **tiempo parcial**, la duración prevista es de siete semestres académicos.

### ***Interés y relevancia científica***

Los métodos numéricos (también denominados métodos cuantitativos, métodos de cálculo o métodos de simulación por ordenador) son una herramienta imprescindible de ayuda a la investigación en numerosos ámbitos de la ingeniería y las ciencias aplicadas. Con ayuda de los métodos numéricos y los modernos ordenadores pueden resolverse las ecuaciones diferenciales e integrales que gobiernan la mayor parte de los problemas de la naturaleza, así como el comportamiento de casi todos los procesos en la física y la ingeniería, entre otras ciencias. Antes del desarrollo de los métodos numéricos y la informática, el estudio de esas ecuaciones era prácticamente imposible y su solución sólo era factible en unos pocos casos de interés meramente académico. Con la ayuda de los métodos numéricos es posible estudiar hoy en día cualquier problema de la ingeniería o la física, teniendo en cuenta las complejas interacciones debidas a efectos multidisciplinares, tales como la interacción fluido-suelo-estructura, la electro-magneto-dinámica y la termo-mecánica en sólidos y fluidos entre otros muchos ejemplos.

Los métodos numéricos son por tanto herramientas indispensables para el estudio detallado de todos los procesos que se producen en el mundo que nos rodea, tanto aquellos que se originan de forma natural (inundaciones, terremotos, tornados, etc.) como aquellos en los que interviene directamente la acción del hombre (obras de ingeniería, procesos de fabricación, etc.).

La formación que se proporciona en el Master Universitario en Métodos Numéricos en Ingeniería es la adecuada para iniciar al alumno en una futura carrera de investigador. Se pretende introducir al alumno a las bases teóricas de los métodos numéricos más actuales, tales como el método de elementos finitos y los métodos sin malla, entre otros, y a las técnicas de cálculo numérico más potentes y útiles. Asimismo se forma al alumno en los aspectos fundamentales de la mecánica de medios continuos (sólidos y fluidos) y al comportamiento de los materiales más utilizados en la práctica y al tratamiento de problemas acoplados en ingeniería. Todos estos temas son indispensables como punto de partida para una futura actividad investigadora, en la que el alumno deberá extender los conceptos aprendidos, para desarrollar así de forma autónoma nuevos métodos de cálculo para la solución de problemas de relevancia en el mundo de la ingeniería y las ciencias aplicadas.

### ***Interés y relevancia profesional***

Como ya se ha mencionado, los métodos numéricos son una herramienta clave para el desarrollo de la práctica profesional de la ingeniería. De hecho, los métodos numéricos intervienen en todas las fases de la práctica ingenieril. Obviamente, son una pieza clave para el diseño, pero también para la construcción, la fabricación y la explotación o mantenimiento. Los avances recientes que más han influido en la popularidad de los métodos numéricos en la solución de problemas progresivamente más complejos en ciencia y tecnología, han sido: el desarrollo de nuevas técnicas numéricas basadas en combinaciones de métodos tales como los de diferencias finitas, elementos finitos, volúmenes finitos y métodos sin malla ; los progresos en las técnicas de álgebra matricial para resolver de forma más eficiente los grandes sistemas de ecuaciones algebraicas resultantes del método de discretización; la existencia y caracterización de nuevos materiales con óptimas relaciones entre resistencia y peso y, finalmente, la disponibilidad de ordenadores con crecientes recursos de memoria y mayor velocidad de cálculo, a través de nuevas arquitecturas de ordenadores paralelos con memoria distribuida o compartida.

Los temas anteriores forman un conjunto indisociable, de manera que hoy en día es impensable abordar el desarrollo de un método original para solución de un nuevo problema en ciencia o ingeniería, sin tener en cuenta todos los ingredientes mencionados. Por ejemplo, cualquier nuevo método numérico tiene que desarrollarse actualmente teniendo en cuenta la plataforma informática en la que se implementará para resolver problemas de gran escala (probablemente en ordenadores paralelos). Asimismo, es impensable un programa de ordenador moderno que no incorpore, o pueda incorporar, los continuos avances en la modelización de materiales avanzados.

La palabra que quizás puede sintetizar el futuro más inmediato de las aplicaciones de los métodos numéricos es «multifísica». Los problemas no se abordarán más desde la perspectiva de un único medio físico, e incorporarán todos los acoplamientos que caracterizan la complejidad de la realidad. Así, por ejemplo, el diseño de una pieza de un vehículo (un avión, un automóvil, etc.) se realizará teniendo en cuenta el proceso de fabricación y la función que dicha pieza ejercerá a lo largo de su «vida útil». Las estructuras en ingeniería civil se estudiarán teniendo en cuenta los efectos con el medio circundante (el terreno, el agua, el aire). Ejemplos similares pueden encontrarse en ingeniería naval y aeronáutica, entre otras, así como en prácticamente todas las áreas de la ciencia. La importancia de tener en cuenta el carácter «estocástico» (no determinista)

de todos los datos será esencial para estimar la probabilidad de que los nuevos productos y procesos concebidos por el ser humano se comporten de la forma prevista. Los próximos previsible cálculos en el marco de la «multifísica estocástica» requerirán enormes recursos informáticos, nuevos y más potentes métodos numéricos y modelos físicos avanzados.

Sólo desde la perspectiva de una estrecha cooperación entre todas las partes del triángulo formado por el conocimiento profundo de las bases físicas y matemáticas de cada problema, los métodos numéricos y la informática, podrán encontrarse soluciones efectivas a los megaproblemas del inicio de este siglo. Esa cooperación deberá verse reflejada también en un mayor énfasis en la optimización de los recursos materiales y humanos necesarios para afrontar con garantías el cambio de escala de los problemas a resolver y, sobre todo, en la puesta en marcha de acciones de formación innovadoras para preparar a las nuevas generaciones, que, con la ayuda de los números, deberán pilotar con éxito la solución de problemas multidisciplinares en ingeniería y en ciencias aplicadas.

### ***Interés estratégico del Master Universitario de Métodos Numéricos en Ingeniería***

Es importante hacer notar que en el entorno del Master Universitario en Métodos Numéricos en Ingeniería han surgido organizaciones e iniciativas científicas de gran calado en el ámbito de esa especialidad en España, y en particular en la UPC. Destacamos aquí cuatro de estas:

- El Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería (CIMNE, [www.cimne.com](http://www.cimne.com)) fue creado en la UPC en 1987 (cumple 25 años en 2012) y cuenta actualmente con 200 investigadores de 28 países y sedes y delegaciones (la red de Aulas CIMNE) en España, USA, Latinoamérica, Singapur y China. CIMNE es también la sede de las organizaciones científicas en el ámbito de los métodos numéricos en ingeniería a nivel español (ver descripción de SEMNI más abajo), europeo (European Research Community on Computational Methods in Applied Sciences, [www.cimne.upc.es/eccomas](http://www.cimne.upc.es/eccomas)) y mundial (International Association for Computational Mechanics, [www.cimne.upc.es/iacm](http://www.cimne.upc.es/iacm)). La red de sedes y Aulas CIMNE en todo el mundo jugará un papel esencial para la difusión del curso a nivel internacional y la captación de alumnos de los cinco continentes. CIMNE ha promovido también la creación de 10 empresas de base tecnológica en el ámbito de los métodos numéricos en ingeniería. Estas empresas podrán ser utilizadas por los alumnos del curso para estancias de formación en la fase docente del curso, así como posible lugar de trabajo en el futuro.
- El Laboratorio de Cálculo Numérico (LaCaN, [www-lacan.upc.edu](http://www-lacan.upc.edu)), creado en 1998 en el seno del Departamento de Matemática Aplicada III, y que cuenta con unos 50 investigadores de distintos países. Se trata de un grupo de investigación muy activo en el campo de los métodos numéricos en ciencias aplicadas e ingeniería, dedicado a 1) el desarrollo, análisis, programación y validación de métodos numéricos y 2) su aplicación a la solución de diversos problemas de interés industrial y tecnológico en la ingeniería. Participa además, junto a CIMNE, en el actual Master de Métodos Numéricos en Ingeniería (versión presencial y versión a distancia) y en el Erasmus Mundus Master of Computational Mechanics.
- La Sociedad Española de Métodos Numéricos en Ingeniería (SEMNI, [www.cimne.upc.es/semni](http://www.cimne.upc.es/semni)) creada en 1989 y que desarrolla una importante actividad científica a nivel nacional e internacional. Cabe destacar la organización, cada dos años, del Congreso de Métodos Numéricos en Ingeniería.

- La Revista Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería (RIMNI, [www.cimne.upc.es/rimni](http://www.cimne.upc.es/rimni)) creada en 1985 en la UPC y actualmente indexada en el JCR y co-publicada por UPC y Elsevier. Esta es la única revista de la especialidad en idioma castellano y una de las pocas revistas en castellano en el ámbito de la ingeniería indexadas en el JCR

Como se detalla mas adelante, la demanda prevista en este Master es de 35 alumnos 12 en la modalidad presencial, 18 en la modalidad a distancia y 5 en la modalidad mixta en el periodo 2012-2013

**2.2. En el caso de los títulos de Graduados o Gradudas: Referentes externos a la universidad proponente que avalen la adecuación de la propuesta a criterios nacionales e internacionales para títulos de similares características**

*NO APLICA.* Sin embargo, en el apartado siguiente se indican algunas referencias externas que se han utilizado dentro del procedimiento de consulta.

**2.3. Descripción de los procedimientos de consulta internos y externos utilizados para la elaboración del plan de estudios. Éstos pueden haber sido con profesionales, estudiantes u otros colectivos**

En la actualidad se imparten en Europa cuatro Masteres muy similares al que aquí se propone, como por ejemplo los siguientes:

- Master en Numerical Methods in Engineering impartido por la Universidad de Gales en Swansea [http://www.engineering.swan.ac.uk/civil\\_post-masters.htm/](http://www.engineering.swan.ac.uk/civil_post-masters.htm/)
- Master en Computational Mechanics impartido por la Universidad de Stuttgart <http://www.msc.commas.uni-stuttgart.de/>
- Master en Computational Mechanics impartido por la Universidad de Munich <http://www.come.tum.de/>
- Master in Computational Mechanics que se imparte en el marco del programa Erasmus Mundus de la CE, en la UPC y las Universidades de Swansea (Gales), Stuttgart y Nantes., <http://www.cimne.com/cm-master/>. La UPC es la coordinadora de este curso .Como se ha mencionado antes, el contenido de este curso es totalmente compatible con el del Master de Métodos Numéricos en Ingeniería, que aquí se propone. Ambos Masteres son, por tanto, perfectamente compatibles.

En otras universidades de Europa se imparten Masteres más focalizados hacia especialidades contenidas en el Master de Métodos Numéricos en Ingeniería. Entre éstas destacan:

- Master en Mecánica Estructural de la Universidad de Chalmers (Suecia) <http://www.sm.chalmers.se/utbildning/master-e.htm/>
- Master en Applied Mechanics de la Universidad de Nantes (Francia) <http://www.ec-nantes.fr/>

El Master de Métodos Numéricos en Ingeniería puede considerarse equivalente al impartido en la Universidad de Chalmers y contiene un 30% más de aplicaciones que los impartidos en las Universidades de Stuttgart y Munich.

**No existe ningún otro master con características parecidas dentro de la oferta de masteres en España.**

El programa del Master de Métodos Numéricos en Ingeniería se ha establecido teniendo en cuenta la oferta de dichos Masteres Europeos. Con este fin se han incluido varias asignaturas de aplicación a ámbitos diferentes de los tratados en los Masteres arriba mencionados. Además, la posibilidad de poder cursarlo en una de las tres modalidades: presencial, a distancia y mixta le confiere un carácter singular y muy atractivo para estudiantes de todo el mundo. Por todo ello, se considera que el contenido del Master de Métodos Numéricos en Ingeniería es original e innovador.

El análisis de los masteres mencionados se ha llevado a cabo mediante la consulta a través de Internet de los planes de estudio de los mismos, así como del resto de información proporcionada en las respectivas páginas web. En algunos casos, hemos podido contactar también con profesores responsables de impartir docencia en estos estudios, en particular con profesores de la Universidad de Gales en Swansea, de la Universidad de Stuttgart y de la Universidad de Munich.

Los objetivos y contenidos del Master Universitario en Métodos Numéricos en Ingeniería se han elaborado en consulta con diversos profesores e investigadores de la UPC y de CIMNE, así con profesionales de empresas que operan en el ámbito del cálculo y del software en ingeniería, tales como [Structuralia \(www.structuralia.com\)](http://www.structuralia.com), [QUantech ATZ \(www.quantech.es\)](http://www.quantech.es), [Compassis \(www.compassis.com\)](http://www.compassis.com) o [SENER \(www.sener.es\)](http://www.sener.es)

Los contenidos del Plan de Estudios se han definido también de manera que sean compatibles y alineados con las líneas estratégicas del Plan de Investigación (PI) de la UPC. En particular se resalta la relación con los siguientes programas que constituyen las líneas maestras del mencionado PI:

- Relación con la orientación de la estructura de la UPC para un mejor aprovechamiento de las oportunidades. El curso de Master contribuirá a la consolidación de un nuevo modelo organizativo en la UPC, con unidades transversales de gestión y promoción de actividades de I+D (es decir, los diversos grupos que promueven el curso). Asimismo el curso facilitará la incorporación de personal investigador y el incremento del número de investigadores en formación, ambos objetivos del PI de la UPC.

El curso facilitará también la creación de nuevos instrumentos y nuevos entornos formativos para que los grupos de investigación de la UPC puedan alcanzar sus objetivos de I+D+i.

Por otra parte el curso de Master potenciará la participación de los grupos promotores con otros agentes sociales (CIMNE, LaCaN, otras universidades de Europa, empresas, etc.) de manera que se preserven y se incrementen los activos de conocimiento e intelectuales de la UPC.

El Master será también un instrumento eficaz para la atracción de talentos, a nivel de estudiantes de postgrado y de doctorado, así como para la valorización de los resultados de la investigación en el ámbito de los métodos numéricos en la UPC, permitiendo su difusión a través de las clases del curso y a través de la realización de la Tesis de Master.

Finalmente el Master será un instrumento efectivo para la formación de investigadores en el ámbito de los métodos numéricos y sus aplicaciones en ingeniería y ciencias aplicadas y para la divulgación y promoción de la investigación y la transferencia de resultados, a través de las actividades docentes y de investigación del curso de Master.

### ***Experiencias previas de las unidades promotoras del Master***

Se destaca la experiencia de las tres unidades promotoras del Master (DRMEE, MA3 y Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Barcelona (ETSECCPB) de la

UPC en temas de docencia, de investigación y de transferencia de resultados de actividades de I+D+i al sector industrial .

El Departamento de Resistencia de Materiales y Estructuras en Ingeniería (DRMEE) ha sido responsable de la organización del Master sobre Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería que se imparte en la UPC desde 1987. Este departamento, junto con el Departamento de Matemática Aplicada 3 (MA3) de la UPC, constituyen el núcleo promotor, de gestión y docente del Master de Métodos Numéricos en Ingeniería.

El departamento de RMEE cuenta con un cuadro activo de profesores en diversas líneas de investigación sobre cálculo de estructuras y medios continuos. El conjunto de profesores publica una media de tres artículos al año en revistas científicas indexadas (un total de 40 artículos al año). Asimismo el RMEE organiza periódicamente congresos y jornadas de carácter internacional en colaboración con CIMNE. El departamento de RMEE participa de forma continuada en proyectos de I+D y de transferencia de tecnología en colaboración con empresas españolas y extranjeras (ha participado en unos 140 proyectos de la EC en los últimos 24 años). Este departamento es asimismo responsable del doctorado en Análisis Estructural de la UPC.

El departamento de MA3 es responsable del doctorado de excelencia en Matemática Aplicada. Colabora asimismo activamente desde 1987 en la docencia de diversas asignaturas del Master sobre Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería. El departamento de MA3 cuenta con un cuadro de profesores activo en el ámbito de los métodos numéricos en el que desarrollan de forma continuada una importante actividad científica (tres artículos en revistas indexadas/año por profesor). También participa en proyectos de I+D y de transferencia de resultados al sector industrial.

La ETSECCPB es un referente en el mundo de la ingeniería civil en España y en Europa en innovación docente, dedicación a la investigación de sus profesores y participación en proyectos de I+D y transferencia de resultados al sector industrial. Es también coordinadora del doctorado de excelencia de Ingeniería Civil. Desde 1987 apoya el Master sobre Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería ofreciendo espacio de aulas y apoyo administrativo.

***Referente académico interno (Títulos ofertados en la tradición académico-investigada y profesional, y potencialidad de las unidades participantes)***

Como se ha comentado en apartados precedentes el curso de Master propuesto es una actualización del Master sobre Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería que se imparte en la UPC desde 1987. El Master lo han cursado de forma presencial unos 450 alumnos de 25 países (fundamentalmente de España, Latinoamérica y varios países europeos: Alemania, Francia, Italia, Suecia). En la actualidad existe también una versión a distancia del Master, iniciada en 1995, que han cursado desde esa fecha unos 350 alumnos de todo el mundo. La versión a distancia del Master se imparte utilizando el Centro de Estudios Virtual del master, desarrollado por el Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería (CIMNE). Para detalles visitar [www.cimne.com/cdl](http://www.cimne.com/cdl)

***Una característica esencial de la nueva versión del Master que se propone es la triple modalidad de la enseñanza que puede ser presencial, a distancia y mixta, integrando así la experiencia en la docencia de ediciones anteriores, que permitan esas modalidades de enseñanza en versiones oficiales y no oficiales del curso.*** En la versión oficial renovada del Master de Métodos Numéricos en Ingeniería que aquí se propone, cada alumno escogerá la modalidad de enseñanza para cada asignatura de acuerdo con sus intereses, de forma compatible siempre con el calendario del curso. Esto, ***unido al hecho de que la modalidad a distancia podrá cursarse desde cualquier parte del mundo en español y en inglés,*** redundará favorablemente en el número de alumnos del curso. La enseñanza de todas las asignaturas (presenciales o a distancia), se apoyará con herramientas y material de



soporte para la formación tutorizada por Internet (en castellano y en inglés), utilizando las facilidades que ofrece el Centro de Estudios Virtual del Master.

El programa del Master propuesto se ha elaborado de forma coherente con el contenido de los Programas de Doctorado en Análisis Estructural, Matemática Aplicada e Ingeniería Civil impartidos respectivamente por los departamentos de RMEE, MA3 y por la ETSECCPB, promotores de este curso de Master.

### **ANEXOS : APARTADO 3**

**Nombre :** UPC\_MUMN\_Modif\_Apartado\_4\_1.pdf

**HASH SHA1 :** CpMKS/d2+9VqJhC66pA4aEqRYNw=

**Código CSV :** 71187934099766284244843

## 4. ACCESO Y ADMISIÓN DE ESTUDIANTES

### Subapartados

4.1 Sistemas accesibles de información previa a la matriculación y procedimientos accesibles de acogida y orientación de los estudiantes de nuevo ingreso para facilitar su incorporación a la universidad y a las enseñanzas

4.2 Requisitos de acceso y criterios de admisión. Condiciones o pruebas de acceso especiales (siempre autorizadas por la Administración competente). Indicar criterios de admisión a las enseñanzas oficiales de Master así como los complementos formativos que, en su caso, establezca la universidad.

4.3 Sistemas accesibles de apoyo y orientación de los estudiantes una vez matriculados

4.4 Transferencia y reconocimiento de créditos: sistema propuesto por la Universidad

4.6 Descripción de los complementos formativos necesarios, en su caso, para el acceso al Master

### 4.1 Sistemas accesibles de información previa a la matriculación y procedimientos accesibles de acogida y orientación de los estudiantes de nuevo ingreso para facilitar su incorporación a la universidad y a las enseñanzas

De acuerdo con el artículo 16 del Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, modificado por el Real Decreto 861/2010, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales, podrán acceder a estos estudios quienes reúnan los requisitos exigidos para el acceso a las enseñanzas oficiales de master así como para su admisión, conforme al artículo 17 del RD antes mencionado, y cumplan con la normativa vigente de aplicación.

#### *Plan de difusión de la titulación*

Los canales que se utilizan para difundir la titulación son:

- Internet, a través de la página general de la UPC (<http://www.upc.edu/aprendre/estudis/master-universitari>) y de la página web del curso ubicada también dentro de la web de CIMNE (Cursos y Seminarios [www.cimne.upc.edu](http://www.cimne.upc.edu)).
- Jornadas de puertas abiertas y sesiones informativas
- Directorios de masteres
- Participación en Jornadas de Orientación y en Salones y Ferias de Enseñanza
- Folletos y carteles para distribuir en centros universitarios
- Difusión específica de la UPC de masteres impartidos en inglés (véase [www.upc.edu/eng/education/master-and-post-graduate-courses](http://www.upc.edu/eng/education/master-and-post-graduate-courses))
- Red de Aulas CIMNE ([www.cimne.com](http://www.cimne.com))
- Base de datos de las sociedades científicas nacionales e internacionales en el ámbito de los métodos numéricos en ingeniería (SEMNI, IACM, ECCOMAS). El secretariado de estas sociedades está ubicado en CIMNE.

### ***Información previa a la matriculación***

El estudiantado dispondrá con anterioridad a la matriculación de toda la información académica suficiente para poder planificar su proceso de aprendizaje: guías docentes de las asignaturas, horarios de las clases y las tutorías, calendario de exámenes, etc.

### ***Acogida y orientación de los estudiantes de nuevo ingreso***

Las actividades de acogida se integran en el proyecto “La UPC te informa” que facilita información sobre el procedimiento de matrícula y sobre los servicios y oportunidades que ofrece la universidad, a través de Internet (<http://www.upc.edu/aprender/vida-universitaria>) y del material que se entrega a cada estudiante en soporte papel y digital junto con la carpeta institucional. Se incluye información relativa a:

- Becas y ayudas
- Univers ([www.univers.upc.edu](http://www.univers.upc.edu)): Servicio de Actividades Sociales de la UPC: actividades deportivas y culturales, asociaciones, etc.
- Servicio de Lenguas y Terminología de la UPC ([www.upc.edu/slt](http://www.upc.edu/slt)): Semana de Acogida para estudiantes de nuevo ingreso, cursos de idiomas (catalán, castellano e inglés).
- Alojamiento en Barcelona

Además, la ETSECCPB organiza, en colaboración con los departamentos de RMEE y MA3 y con CIMNE, una sesión de bienvenida para sus estudiantes de postgrado de nuevo ingreso, a cargo del director del master. En dicha sesión se explican los detalles del funcionamiento del curso y las orientaciones generales sobre el plan de estudios: consejos sobre matrícula, modalidades de Trabajo de Fin de Master, opciones para cursar parte de los créditos en otros estudios, evaluación, etc.

### ***Perfiles recomendados de ingreso***

El Master en Métodos Numéricos en Ingeniería está diseñado para acoger estudiantes con capacidad para el razonamiento abstracto e interés en la resolución de problemas, además de hábito de trabajo y dedicación al estudio.

Es imprescindible disponer de formación científica previa y muy recomendable una formación matemática básica lo más sólida posible. ~~En consonancia, una relación (no excluyente de otras opciones) de titulaciones recomendadas de acceso al master es la siguiente: ingeniería, matemáticas, física, otras ciencias aplicadas, etc.~~ **En base a esto, las titulaciones recomendadas de acceso a este master son: Ingenierías técnicas y superiores (mecánica, eléctrica, de materiales, civil, aeronáutica, de sistemas, telecomunicaciones, minas, naval, montes, agrícola, etc.), en sus distintas versiones y combinaciones, ciencias matemáticas y físicas, así como ciencias aplicadas (química, biología, geología, etc., y sus distintas versiones). En cualquier caso, el currículum del candidato será analizado por el órgano responsable del master (ver requisitos de admisión).**



Identificador : 809078290

## **ANEXOS : APARTADO 5**

**Nombre :** UPC\_MUMN\_Modif\_Apartado 5\_1.pdf

**HASH SHA1 :** kqHDHtUbJ1BSg98rlwXU6Z41sqY=

**Código CSV :** 71187948883258972251836

## 5. PLANIFICACION DE LAS ENSEÑANZAS

### Subapartados

- 5.1. Descripción del plan de estudios y procedimientos para la organización de la movilidad de estudiantes propios y de acogida (incluir el sistema de reconocimientos y acumulación de créditos)
- 5.2. Actividades formativas
- 5.3. Metodologías docentes
- 5.4. Sistemas de evaluación
- 5.5. Nivel 1
- 5.3. Descripción de los módulos o materias de enseñanza-aprendizaje que constituyen la estructura del plan de estudios, incluyendo las prácticas externas y el trabajo fin de Grado o Master

### 5.1 Descripción del plan de estudios y procedimientos para la organización de la movilidad de estudiantes propios y de acogida (incluir el sistema de reconocimientos y acumulación de créditos)

#### 5.1.1 Descripción del plan de estudios

Como se ha dicho anteriormente, el régimen de estudios podrá ser a tiempo completo o a tiempo parcial. Para los estudiantes que decidan seguir el master a **tiempo completo**, la duración prevista es de cuatro semestres académicos de 30 ECTS cada uno. Para los estudiantes que opten por la versión a **tiempo parcial**, la duración prevista es de siete semestres académicos.

El siguiente cuadro muestra la organización por semestres del curso haciendo referencia a las materias y asignaturas referidas en el apartado 5.4 y 5.1.1.

Este cuadro corresponde a la distribución de créditos para aquellos estudiantes que sigan el master a tiempo completo. Aquellos que lo cursen a tiempo parcial podrán completar los tres primeros semestres indicados en seis semestres como máximo, cursando un mínimo de 15 ECTS en cada uno de ellos.

Durante el **primer semestre** el alumno deberá seguir cinco asignaturas de carácter obligatorio y completar el requerimiento de los 30 ECTS con las asignaturas ofertadas en los módulos optativos.

El bloque correspondiente al **segundo semestre** consta de varias asignaturas de las que un estudiante habrá de cursar un total de 30 ECTS siendo algunas de ellos de carácter obligatorio. **Las asignaturas de la materia Aplicaciones Multidisciplinares tendrán como prerequisite las asignaturas obligatorias del primer semestre, puesto que se considera que para cursarlas es necesario tener una visión global de los métodos numéricos en ingeniería.**

Durante el **tercer semestre** los alumnos realizarán una estancia en una o varias empresas por un periodo entre ~~10 y 16 semanas~~ **siete semanas y no mas de nueve**. Para garantizar éstas prácticas profesionales en el master se orientará a los estudiantes a que realicen su trabajo de fin de master en un tema propuesto por una empresa y, en la medida de lo posible, en la propia empresa. En cualquier caso, la dirección de la tesis deberá contar con un tutor de la Universidad. Conviene recordar en este punto la extensa y cualificada experiencia de CIMNE en colaboraciones con empresas nacionales e internacionales en el ámbito de la especialidad del master, que avalan la capacidad profesionalizadora del master.

Dentro de este tercer semestre los estudiantes deberán cursar algunos créditos de carácter eminentemente docente, como son los de “Espíritu empresarial para ingenieros” y “Habilidades de comunicación en un segundo idioma” (ver más adelante). Estos cursos están pensados para ser impartidos con una importante participación del sector empresarial, razón por la cual se han mantenido en un mismo módulo que las prácticas en empresas.

En el Trabajo de fin de Master, a realizar **durante el cuarto semestre**, los alumnos aplicarán sus conocimientos sobre métodos numéricos para resolver un problema concreto de ingeniería, o bien al desarrollo de un trabajo de investigación. Se valorará muy positivamente que el tema de la tesis sea propuesto por una empresa y que contribuya a resolver un problema de interés práctico que se realice en colaboración con otro centro europeo. Por lo tanto, se valorará también muy positivamente que la dirección de la tesis sea compartida entre un profesor de la Universidad y un investigador de la Industria u otro investigador de un centro extranjero.

<b>Semestre 1, 30 ECTS</b>	<b>Semestre 2, 30 ECTS</b>	<b>Semestre 3, 30 ECTS</b>	<b>Semestre 4, 30 ECTS</b>
<b>MÓDULO DE FORMACIÓN COMUN OBLIGATORIA</b>	<b>MÓDULO DE FORMACIÓN COMUN OBLIGATORIA</b>	<b>MÓDULO DE FORMACIÓN PROFESIONAL</b>	<b>MÓDULO DE TRABAJO DE FIN DE MASTER</b>
<b>Materias</b>	<b>Materias</b>	<b>Materia</b>	<b>Materia</b>
Fundamentos Numéricos (15 ECTS)	Mecánica Computacional (20 ECTS)	Formación profesional (30 ECTS)	Trabajo fin de master (30 ECTS)
Mecánica Computacional (10 ECTS)	<b>MODULO DE FORMACIÓN COMÚN OPTATIVA</b>		
<b>MODULO DE FORMACIÓN COMÚN OPTATIVA</b>	<b>Materias</b> (10 ECTS mínimo)		
<b>Materias</b> (5 ECTS mínimo)	Herramientas de cálculo		
Herramientas de cálculo	Aplicaciones multidisciplinares		

La planificación temporal descrita es la misma para las tres modalidades del master (Presencial, Semipresencial y Mixta)

### **5.1.2 Descripción de la movilidad prevista y sus mecanismos de gestión y control de la movilidad**

Los estudiantes podrán realizar el trabajo de fin de master en cualquiera de los muchos centros españoles e internacionales que tienen relaciones con los promotores del master y con CIMNE.

Se contará con colaboraciones puntuales de profesores de otros centros de referencia en Europa para temas concretos de algunas asignaturas y para seminarios, tal como ya se viene haciendo desde su inicio en el Master de Métodos Numéricos en Ingeniería.

### 5.1.3 Descripción de los mecanismos de coordinación docente

La responsabilidad de la coordinación docente del curso irá a cargo de la Comisión de Gestión del Master como se ha indicado en el apartado 4.2, en particular:

- Responsabilizarse del funcionamiento general del programa, de estimular y coordinar la movilidad y de analizar los resultados que garanticen la calidad del master
- Plantear propuestas de mejora a través del análisis de los puntos débiles y de las potencialidades del master, así como establecer mecanismos para hacer un seguimiento de la implantación.
- Establecer la periodicidad de sus reuniones y el sistema de toma de decisiones para llegar a los acuerdos correspondientes
- Decidir sobre los aspectos docentes que no estén regulados por las disposiciones legales o por la normativa de la universidad
- Definir y publicar los mecanismos, calendario y procedimiento para que los reconocimientos académicos se hagan efectivos en los expedientes del alumnado susceptible.
- Coordinar la transición entre el plan docente del Master de Métodos Numéricos en Ingeniería actual y la presente propuesta para todas las modalidades.
- Llevar a cabo el seguimiento de la implantación del plan, estableciendo el número de alumnos requeridos para impartir una nueva asignatura (mínimo de 5, según establece la UPC), para todas las modalidades.

Así mismo, la Comisión de Gestión del Master, se encargará de coordinar las prácticas en empresas, revisando los informes que emitan los responsables de cada alumno y su tutor. Otra actividad a desarrollar es la proporcionar una oferta de empresas en las que realizar las prácticas a los estudiantes. En la actualidad, se han establecido convenios de colaboración con las empresas SENER, QUANTECH ATZ, COMPASSIS, IDOM, entre otras.

A modo de ejemplo se presenta un convenio de colaboración típico de los que se han firmado hasta la fecha en el Erasmus Mundus Master of Science in Computational Mechanics, que como se ha dicho anteriormente puede ser impartido conjuntamente con la propuesta actual y en el cual CIMNE actúa como centro coordinador:

#### CONVENIO DE COOPERACIÓN EDUCATIVA entre CIMNE y .....

Reunidos,

De una parte D<sup>a</sup> M<sup>a</sup> Ángeles Viciano López, en calidad de Administradora General, en nombre y representación de CIMNE, ubicado en Barcelona CP 08034, calle Gran Capitán, s/n – Edificio C-1 – Campus Norte UPC y con número de identificación fiscal Q-5850006-G.

Y de otra,..... actuando como representante legal de la Empresa .....ubicada en Barcelona .....y numero de identificación fiscal .....

Las dos partes se reconocen la capacidad legal necesaria para este acto y subscriben el presente Convenio de Cooperación Educativa, en el marco del Programa Erasmus Mundus que establece la realización de intercambios para la completa formación del estudiante.



El Sr. .... con NIE ....., de nacionalidad ....., con domicilio en .....teléfono ..... y matriculado en el Master of Science in Computational Mechanics, master Erasmus Mundus coordinado por CIMNE.

El desarrollo de este Convenio se regirá por los pactos siguientes:

1. Tendrá como Tutor, nombrado por ..... , al ..... que velará por su formación y para el cumplimiento del Plan de Trabajo. Dicho plan de trabajo tiene como objeto completar el requisito de “Practical Training” del Master of Science in Computational Mechanics.
2. El número total de horas de dedicación del estudiante a este programa será de ...../día, realizadas en el periodo .....
3. ....proporcionará espacio de oficina y recursos computacionales al estudiante.
4. El estudiante estará obligado a cumplir los horarios y las normas que se fijan en el plan de trabajo.
5. En cuanto finalice el programa, el estudiante podrá solicitar una certificación acreditativa del trabajo realizado.
6. La empresa abonará a CIMNE el 10,7 % sobre el total aportado como ayuda al estudiante. La cantidad será abonada en concepto de fondos para cubrir los gastos de gestión de convenios.
7. En cualquier momento, si hay causas que lo justifiquen, se podrá rescindir este convenio por iniciativa de cualquiera de las partes.
8. .... a la finalización de la estancia del estudiante, emitirá un informe, sobre el aprovechamiento del mismo.

En prueba de conformidad, firma el presente documento en Barcelona, .....

Por CIMNE

Por .....

M<sup>a</sup> Angeles Viciano López

El Alumno

La Comisión de Gestión del Master evaluará la posibilidad de reconocimiento de créditos optativos siempre que este reconocimiento se ajuste a la normativa vigente.

## 5.2. Actividades formativas

**AF1: Trabajo en colaboración dentro de un grupo.**

**AF2: Trabajo individual.**

**AF3: Resolución de problemas prácticos.**

**AF4: Evaluación continua.**

**AF5: Práctica de laboratorio informático.**

**AF6: Práctica en empresas.**

**AF7: Tutoría personalizada.**

**AF8: Clases teóricas.**

## 5.3. Metodologías docentes

**MD1 - Clase magistral.**

**MD2 - Clase expositiva interactiva con el alumno.**

**MD3 – Seminarios.**

**MD4 – Clases practicas.**

**MD5 – Tutorías.**

**MD6 - Clase expositiva con el alumno.**

**MD7 – Tutorías en web.**

#### 5.4. Sistemas de evaluación

**EV1 Evaluación final con libro abierto.**

**EV2 Evaluación final sin libro abierto.**

**EV3 Evaluación por ejercicios a lo largo del curso.**

**EV4 Evaluación mediante un tribunal.**

**EV5 Evaluación mediante informes de seguimiento a lo largo del curso.**

Para los estudiantes que sigan las modalidades presencial y semipresencial, los sistemas de evaluación EV1 y EV2 se realizarán mediante pruebas escritas en las instalaciones de la UPC en días fijados por el coordinador del Master.

Para los estudiantes que sigan la modalidad a distancia del Master los sistemas de evaluación EV1 y EV2 se llevarán a cabo mediante pruebas escritas que el estudiante recibirá en su ordenador al iniciar la prueba, deberá contestar bajo la supervisión mediante web-cam del profesor responsable y una vez terminada la prueba deberá escanear las respuestas y enviarlas a través de la plataforma del Centro Virtual. También será posible contestar un cuestionario ad-hoc dentro del Centro Virtual donde se garantice la duración del examen y la personalización de éste. También en este caso, el alumno deberá estar conectado vía web-cam con el profesor.

Además de las pruebas mencionadas, se formulará al menos una pregunta oral que el alumno deberá contestar en tiempo real y que sea representativa de su nivel de conocimientos.

El examen se realizará en una fecha propuesta, quedando a discreción del profesor de la asignatura el utilizar dos días (a elegir de entre tres) con la finalidad de poder garantizar la asistencia de los alumnos en la versión a distancia. Para realizar el examen, el alumno deberá confirmar su interés con una semana de antelación.

Los mecanismos propuestos permiten la implantación de exámenes auto corregidos con preguntas de opciones múltiples, o bien con preguntas de desarrollo, garantiza la identidad del alumno y permite al profesor conocer verazmente el nivel de aprovechamiento.

### 5.5.1 Nivel 1

<b>Código</b>	<b>Nivel 1 – Módulos</b>
1	Formación común obligatoria ( 45 ECTS)  <u>Materias</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fundamentos numéricos ( 15 ECTS)</li> <li>• Mecánica computacional ( 30 ECTS)</li> </ul>
2	Formación común optativa ( 38 ECTS)  <u>Materias</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Herramientas de cálculo ( 14 ECTS)</li> <li>• Aplicaciones multidisciplinares ( 24 ECTS)</li> </ul>
3	Formación profesional ( 30 ECTS)  <u>Materias</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formación profesional (30 ECTS)</li> </ul>
4	Trabajo de fin de Master (30 ECTS)  <u>Materia</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabajo de fin de master (30 ECTS)</li> </ul>

### 5.5.1 Nivel 2

#### 1 Módulo de formación común obligatoria

<b>Código</b>	<b>Nivel 2 – Materia de Fundamentos Numéricos (15 ECTS)</b>
1.1	Introducción al Método de los Elementos Finitos (5 ECTS)
1.2	Métodos numéricos para ecuaciones en derivadas parciales (5 ECTS)
1.3	Técnicas de Pre y Post proceso gráfico (5 ECTS)

<b>Código</b>	<b>Nivel 2 – Materia de Mecánica Computacional (30 ECTS)</b>
1.4	Mecánica de medios continuos ( 5 ECTS)
1.5	<del>Programación</del> Propagación de ondas y electromagnetismo ( 5 ECTS )
1.6	Mecánica de sólidos computacional. (5 ECTS)
1.7	Elementos finitos en fluidos (5 ECTS)
1.8	Análisis avanzado de estructuras (5 ECTS)
1.9	Mecánica de fluidos <del>computacional</del> (5 ECTS)

## 2 Módulo de formación común optativa

<b>Código</b>	<b>Nivel 2 – Materia de Herramientas de Cálculo (14 ECTS)</b>
2.1	Programación en ciencias e ingeniería ( 5 ECTS )
2.2	Métodos de verificación en mecánica computacional ( 3 ECTS )
2.3	Seminarios en mecánica computacional ( 6 ECTS )

<b>Código</b>	<b>Nivel 2 – Materia de Aplicaciones Multidisciplinares (24 ECTS)</b>
2.4	Geomecánica ( 3 ECTS )
2.5	Optimización ( 3 ECTS )
2.6	Problemas acoplados ( 3 ECTS )
2.7	Procesos de fabricación por conformado ( 3 ECTS )
2.8	Mecánica computacional multiescala ( 3 ECTS )
2.9	Dinámica de cuerpos y estructuras ( 3 ECTS )
2.10	Problemas de interacción fluido estructura ( 3 ECTS )
2.11	Modelización de problemas ambientales ( 3 ECTS )

## 3 Módulo de formación profesional

<b>Código</b>	<b>Nivel 2 – Materia de Formación Profesional (30 ECTS)</b>
3.1	Prácticas en empresas ( 15 ECTS )
3.2	Espíritu empresarial para ingenieros ( 7.5 ECTS )
3.3	Habilidades de comunicación en un segundo idioma ( 7.5 ECTS )

## 4 Módulo de Trabajo fin de Master

<b>Código</b>	<b>Nivel 2 – Materia de Trabajo de Fin de Master (30 ECTS)</b>
4.1	Trabajo de fin de Master (30 ECTS)

## **ANEXOS : APARTADO 6**

**Nombre :** UPC\_MUMN\_Modif\_Apartado\_6\_1.pdf

**HASH SHA1 :** xBje2JkcEZizFZtX/a7n1cdFU/c=

**Código CSV :** 71187965562109335166900

## 6. PERSONAL ACADÉMICO

### Subapartados

6.1. Profesorado y otros recursos humanos necesarios y disponibles para llevar a cabo el plan de estudios propuesto

6.2. Otros recursos humanos necesarios y disponibles para llevar a cabo el plan de estudios propuesto.

### 6.1. Profesorado

El profesorado del curso pertenece completamente a la Universidad Politècnica de Catalunya, agrupado por los siguientes departamentos:

Departamento de Resistencia de materiales i estructuras en la ingeniería. (RMEE): 14 Profesores.

Departamento de Matemática aplicada III (MA3): 10 Profesores.

Departamento de Ingeniería del terreno, cartografía y geofísica (ETCG): 3 Profesores.

En la tabla siguiente se indica el número de profesores de cada departamento que imparte la docencia en el curso de master detallando el porcentaje de doctores así como las horas de dedicación al curso.

<i>Categoría</i>	<i>Total %</i>	<i>Doctores %</i>	<i>Horas %</i>
<i>Cat. Univ.</i>	55.56%	100%	<del>16.0%</del> 20.0%
<i>Tit. Univ.</i>	18.52%	100%	<del>9.0%</del> 20.0%
<i>Prof. Agregado</i>	18.52%	100%	<del>10.5%</del> 20.0%
<i>Prof. Asociado</i>	7.40%	<del>0%</del> 70%	<del>4.5%</del> 25.0%

Los profesores indicados en esta tabla pertenecen a las áreas de conocimiento de mecánica de medios continuos y teoría de estructuras, matemática aplicada y física aplicada. Todos ellos tienen amplia experiencia en la docencia en cursos de master, puesto que participan en el actual Master en Métodos Numéricos en Ingeniería, que se pretende sustituir por el master de la presente propuesta, y en el master no oficial de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería.

La asignación docente del Master que se propone la encargará la ETSECCPB a los departamentos de Resistencia de Materiales y Estructuras en Ingeniería y Matemática aplicada III de la UPC. Así mismo podrán tener responsabilidades docentes los investigadores de CIMNE que hayan suscrito el acuerdo de docencia vigente con la UPC. A su vez, los departamentos mencionados asignarán la docencia a los profesores, siendo la tabla anterior el resultado del compromiso adquirido por los departamentos. Los profesores comprometidos participarán en las tres versiones del Master en la proporción que requieran las necesidades docentes.

Como referencia, durante los tres últimos cursos los profesores que han participado en el Master actual de Métodos Numéricos en Ingeniería impartido conjuntamente con el Master of Science in Computational Mechanics, predecesores del master que se propone son los indicados en la tabla siguiente. En ella se indica el nombre del profesor, su área de conocimiento (MMC-TE: Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras, MA: Matemática Aplicada), su dedicación expresada como porcentaje de sus puntos de

actividad docente en el Master, respecto de los totales, y los años de experiencia aproximados.

	<b>Titulo Académico</b>	<b>Area de conocim.</b>	<b>Dedicación</b>	<b>Años Experiencia</b>
<b>Catedráticos</b>				
<i>Agelet de Saracibar, Carlos</i>	<i>Ing. Caminos</i>	<i>MMC-TE</i>	<i>58%</i>	<i>&gt;10</i>
<i>Bugeda, Gabriel</i>	<i>Ing. Caminos</i>	<i>MMC-TE</i>	<i>8%</i>	<i>&gt;10</i>
<i>Cervera, Miguel</i>	<i>Ing. Caminos</i>	<i>MMC-TE</i>	<i>24%</i>	<i>&gt;10</i>
<i>Codina, Ramon</i>	<i>Ing. Caminos</i>	<i>MMC-TE</i>	<i>15%</i>	<i>&gt;10</i>
<i>Díez, Pedro</i>	<i>Ing. Caminos</i>	<i>MA</i>	<i>20%</i>	<i>&gt;10</i>
<i>Huerta, Antonio</i>	<i>Ing. Caminos</i>	<i>MA</i>	<i>9%</i>	<i>&gt;10</i>
<i>Oliver, Xavier</i>	<i>Ing. Caminos</i>	<i>MMC-TE</i>	<i>19%</i>	<i>&gt;10</i>
<i>Oñate, Eugenio</i>	<i>Ing. Caminos</i>	<i>MMC-TE</i>	<i>8%</i>	<i>&gt;10</i>
<i>Rodríguez Ferran, Antonio</i>	<i>Ing. Caminos</i>	<i>MA</i>	<i>14%</i>	<i>&gt;10</i>
<b>Titulares / Agregados</b>				
<i>Arias, Irene</i>	<i>Ing. Caminos</i>	<i>MA</i>	<i>11%</i>	<i>8</i>
<i>Arroyo, Marino</i>	<i>Ing. Caminos</i>	<i>MA</i>	<i>23%</i>	<i>8</i>
<i>Badía, Santiago</i>	<i>Ing. Caminos</i>	<i>MMC-TE</i>	<i>5%</i>	<i>8</i>
<i>Fernández Méndez, Sonia</i>	<i>Matemática</i>	<i>MA</i>	<i>12%</i>	<i>8</i>
<i>Sarrate, Josep</i>	<i>Físico</i>	<i>MA</i>	<i>44%</i>	<i>&gt;10</i>
<b>Asociados</b>				
<i>Di Capua, Daniel</i>	<i>Ing Civil</i>	<i>MMC-TE</i>	<i>9%</i>	<i>8</i>
<i>Discacciati, Marco</i>	<i>Matemático</i>	<i>MA</i>	<i>25%</i>	<i>3</i>
<i>Larese, Antonia</i>	<i>Ing. Civil</i>	<i>MMC-TE</i>	<i>5%</i>	<i>3</i>
<i>Pastor, Nati</i>	<i>Ing. Caminos</i>	<i>MA</i>	<i>18%</i>	<i>3</i>
<i>Sala, Esther</i>	<i>Matemática</i>	<i>MA</i>	<i>46%</i>	<i>3</i>
<i>Shen, Yongxing</i>	<i>Ing. Mecánico</i>	<i>MA</i>	<i>50%</i>	<i>3</i>
<i>Zárate, Francisco</i>	<i>Ing. Caminos</i>	<i>MMC-TE</i>	<i>29%</i>	<i>&gt;10</i>
<i>Zlotnik, Sergio</i>	<i>Ing. Informático</i>	<i>MA</i>	<i>65%</i>	<i>4</i>

Es de destacar que la mayoría de los profesores indicados han participado también en varias ediciones del Master a distancia en Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería, por lo que tienen experiencia en enseñanzas no presenciales.

## **ANEXOS : APARTADO 6.2**

**Nombre :** UPC\_MUMN\_Modif\_Apartado\_6\_2.pdf

**HASH SHA1 :** v8p0iUY3adys/OF1yx8e2xt/Q1M=

**Código CSV :** 71187981454472968151031



## 6.2. Otros recursos humanos

### *Servicios técnicos y administrativos*

El curso cuenta con el apoyo de los servicios técnicos especializados de la Escuela de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos de Barcelona (ETSECCPB), asimismo, del apoyo técnico por parte de los departamentos de RMEE y MA3, incluyendo los servicios de las Bibliotecas de la ETSECCPB y Gabriel Ferraté de la UPC y de los Servicios Informáticos de dichos Deptos., de CIMNE y de la ETSECCPB.

El personal técnico informático de los departamentos de RMEE es el principal responsable de la red y del equipamiento destinado a la docencia y a la investigación dentro de la organización del curso y dispone del soporte de becarios que permiten atender las incidencias durante los horarios de actividad docente.

El personal de apoyo encargado del mantenimiento y desarrollo de las herramientas informáticas que se utilizarán en el curso de las modalidades semipresencial y a distancia es el equipo de sistemas del CIMNE, quien ha desarrollado ya el Centro Virtual del Master a Distancia de Métodos Numéricos para el Cálculo y Diseño en Ingeniería, siendo la persona de contacto Jose Luis Oñate [jlonate@cimne.upc.edu](mailto:jlonate@cimne.upc.edu).

Ver:

<http://its.cimne.com/cdl1/Modules/VerXLModul?modulTit=Virtual%20Learning%20Center&modulUrl=/linex/Virtual-Learning-Center.html#>

Por otra parte, el personal de la Biblioteca dependiente de la escuela de Ing. CCPB cuenta también con el soporte de becarios que permiten mantener el horario de 9 a 21 horas de lunes a viernes. Fuera de este horario, los estudiantes disponen de las Biblioteca **Rector** Gabriel Ferraté. ~~que está permanentemente abierta.~~

## **ANEXOS : APARTADO 7**

**Nombre :** UPC\_MUMN\_Modif\_Apartado\_7.pdf

**HASH SHA1 :** rIDpQQCgYr4Q1xhfnFAGDGEXcVE=

**Código CSV :** 71187996168518787649569

## 7. RECURSOS MATERIALES Y SERVICIOS

### Subapartados

7.1. Justificación de que los medios materiales y servicios disponibles propios y en su caso, concertados con otras instituciones ajenas a la universidad (espacios, instalaciones, laboratorios, equipamiento científico, técnico o artístico, biblioteca y sala de lectura, nuevas tecnologías, etc.) son adecuados para garantizar la adquisición de competencias y el desarrollo de las actividades formativas planificadas, observando los criterios de accesibilidad universal y diseño para todos

7.2. Previsión de adquisición de los recursos materiales y servicios necesarios en el caso de que se no disponga de todos ellos

**7.1. Justificación de que los medios materiales y servicios disponibles propios y en su caso, concertados con otras instituciones ajenas a la universidad (espacios, instalaciones, laboratorios, equipamiento científico, técnico o artístico, biblioteca y sala de lectura, nuevas tecnologías, etc.) son adecuados para garantizar la adquisición de competencias y el desarrollo de las actividades formativas planificadas, observando los criterios de accesibilidad universal y diseño para todos**

### *Aulas, laboratorios y equipamientos*

Las infraestructuras académicas que se utilizarán para la impartición de la versión presencial del master son aquellas de las que dispone actualmente el centro que lo acogerá (ETSECCPB), así como las infraestructuras de las que dispone CIMNE. En particular se usará un aula para impartir clases presenciales con capacidad de 40 alumnos de la ETSECCPB, un centro de cálculo de esta misma escuela así como salas de seminarios de los departamentos de MA3 y RMEE y de una sala de seminarios de CIMNE.

Por otro lado la versión a distancia hará uso de la plataforma del Centro de Formación Virtual desarrollado por CIMNE. Dicha plataforma se encuentra en los servidores administrados por la empresa UPC Net que cumple los estándares ISO 20000 posee el sello de excelencia 3Ps que otorga la agencia de acreditación en investigación e innovación tecnológica (AIDIT) I sigue las buenas practicas ITIL y PMBOK lo cual garantiza una alta funcionalidad de la plataforma de cara a los usuarios y garantiza los datos almacenados de acuerdo a Ley Orgánica 15/1999 de 13 de diciembre de Protección de Datos de Carácter Personal. Adicionalmente la plataforma ha sido desarrollada bajo estándares SCORM lo que facilita la administración de sus contenidos.

Se destaca de manera especial que CIMNE y la UPC han recientemente acordado la construcción conjunta de un edificio de unos 2000 m<sup>2</sup>, a ubicarse en los alrededores de la ETSECCPB en el Campus Nord de la UPC (el denominado edificio B0) en el que está previsto habilitar 500 m<sup>2</sup> de nuevos espacios de estudio y trabajo, equipados con ordenadores individuales y conexión a la red para los alumnos del Master de Métodos Numéricos en Ingeniería (hay previsiones de espacio para hasta 40 alumnos). Dicho edificio, actualmente en fase de proyecto, se prevé que estará finalizado en octubre de 2013, coincidiendo con la segunda promoción de la edición renovada del Master de Métodos Numéricos en Ingeniería.

### ***El plan de inversiones de la UPC TIC 2011-2014***

El plan de inversiones en TIC 2011-2014, aprobado por el Consejo de Gobierno en fecha 9 de febrero de 2011 establece el marco de referencia para las inversiones en el ámbito de las tecnologías de la información y la comunicación para el período 2011-2014. La misión de este plan plurianual es proporcionar servicios TIC de alta calidad y rentables, que resuelvan las necesidades de la Universidad y la de sus miembros, fomentar y apoyar a la excelencia, la innovación, las buenas prácticas y la rentabilidad en el uso de las TIC en la docencia, la investigación y la valorización del conocimiento, promover los mecanismos que permitan una comunicación efectiva de los servicios TIC en la comunidad UPC. Para su desarrollo se han establecido un conjunto de 16 objetivos. La dotación presupuestaria asignada al programa de inversiones en hardware para las unidades básicas para el ejercicio 2011 es de 2.850.000 euros, de los cuales, un 50% provienen de la cofinanciación de las unidades básicas y el otro 50% de la partida presupuestaria del plan de inversiones en TIC.

### ***Mecanismos disponibles para la realizar o garantizar la revisión y el mantenimiento de los materiales y servicios***

La ETSEECPB tiene definidos procesos que establecen los criterios que se utilizan internamente así como los mecanismos que garantizan el mantenimiento de los recursos materiales y de los servicios. En este sentido la ESTSEECP tiene como objetivo la renovación cada dos años, si procede, del equipamiento informático.

Por ello, la ETSEECPB se acoge al plan de inversiones en TIC 2007-2010, que ha aprobado el Consejo de Gobierno de la UPC y que establece el marco de referencia para las inversiones en materias de informática y comunicaciones de la universidad para el período 2007-2010. El objetivo de este plan plurianual es dar respuesta a las inversiones en infraestructuras TIC y sistemas de información para la docencia, investigación y gestión, teniendo en cuenta la renovación, tecnológica o por obsolescencia, de infraestructuras y equipamiento TIC, la innovación, la calidad y la sostenibilidad, la planificación a corto y medio plazo de las necesidades TIC y la adquisición de equipos informáticos necesarios para que los miembros de la comunidad universitaria puedan desarrollar su actividad docente, de investigación y/o de gestión.

### ***Las bibliotecas de la UPC***

El Servicio de Bibliotecas y Documentación (SBD) de la UPC está compuesto por 13 bibliotecas distribuidas por los diferentes campus de la universidad.

Todas las bibliotecas ofrecen a los usuarios un amplio abanico de servicios bibliotecarios y acceso a la información de las colecciones bibliográficas así como a la biblioteca digital. Las bibliotecas facilitan amplios horarios, ordenadores conectados a Internet y espacios de trabajo individual y en grupo.

Las bibliotecas de la UPC disponen de los recursos bibliográficos científicos y técnicos especializados en las diferentes áreas de conocimiento politécnicas que dan soporte a todas las titulaciones de la Universidad. También disponen de los recursos electrónicos (bases de datos y revistas electrónicas principalmente) que dan soporte al aprendizaje en red y a la investigación (<http://bibliotecnica.upc.edu>).

La gestión de las bibliotecas de la UPC se realiza mediante la planificación estratégica y la dirección por objetivos. Esta herramienta ha servido para incrementar la calidad de los servicios bibliotecarios. El SBD ha sido evaluado en diversas ocasiones por la AQU y su calidad ha sido acreditada también por la ANECA.

En cuanto a las relaciones y la colaboración externa, el SBD es miembro fundador del Consorcio de Bibliotecas Universitarias de Cataluña (CBUC) y miembro de REBIUN (Red

de Bibliotecas Universitarias de la CRUE). Además, participa activamente en organizaciones bibliotecarias de carácter internacional como IATUL (International Association of Technological University Libraries).

### ***Recursos de información de las bibliotecas de la UPC***

- *Colecciones bibliográficas.* Las colecciones bibliográficas científicas y técnicas se dividen en colecciones básicas que dan soporte a las guías docentes de las titulaciones y colecciones especializadas que dan soporte a las diferentes áreas temáticas de la titulación. La colección bibliográfica la componen más de 556.538 ejemplares de monografías y 20.397 colecciones de publicaciones en serie.
- *Colecciones digitales.* Las bibliotecas también proporcionan el acceso a recursos de información electrónicos tanto a través del catálogo como desde la biblioteca digital de la UPC: diccionarios y enciclopedias, libros electrónicos, bases de datos, revistas electrónicas, etc. Actualmente se pueden consultar 8.403 títulos de revistas electrónicas en texto completo.

Además, el SBD dispone del portal UPCommons (<http://upcommons.upc.edu/>), formado por un conjunto de repositorios institucionales de acceso abierto en Internet de documentos producidos y editados por los profesores e investigadores de la UPC. Los repositorios incluyen: tesis doctorales, materiales docentes, eprints, revistas, trabajos académicos, etc. También se dispone de una videoteca y de repositorios de colecciones patrimoniales de la Universidad.

### ***La biblioteca de la ETSECCPB***

La Biblioteca de la escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Barcelona (ETSECCPB) ofrece sus servicios principalmente a dicha Escuela.

El fondo de la biblioteca está especializado en matemáticas y estadística, y está formado por libros recomendados en las guías docentes, bibliografía especializada en el ámbito de la ingeniería civil, obras de consulta, revistas, vídeos, apuntes y exámenes, proyectos de fin de carrera y tesis doctorales.

El horario habitual de la biblioteca es de 9 a 21 h de lunes a viernes. Tiene 317 m2 construidos, 141 puestos de lectura y 20 ordenadores al servicio del usuario.

### ***Los programas de cooperación educativa de la UPC: carácter general***

La ETSECCPB tiene también definido un proceso para las prácticas externas que realizan sus estudiantes y que garantiza el seguimiento y correcto funcionamiento de las mismas.

La Ley Orgánica de Universidades y la Ley de Universidades de Cataluña establecen en su articulado que una de las funciones de la universidad es preparar a los/las estudiantes para el ejercicio de actividades profesionales que exijan la aplicación de conocimientos y métodos científicos. Para favorecer el cumplimiento de esta función, la UPC promueve la participación de sus estudiantes en actividades de cooperación educativa. Un convenio de cooperación educativa es una estancia de prácticas profesionales en una empresa, durante un período de tiempo establecido entre la/el estudiante y la empresa y con la conformidad de la universidad, en el que el/la estudiante adquiere competencia profesional tutelado por profesionales con experiencia.

Los objetivos de los programas de cooperación educativa universidad-empresa son: complementar la formación recibida por el estudiante en la universidad con experiencias profesionales en el ámbito empresarial; promover y consolidar vínculos de colaboración entre la universidad y su entorno empresarial y profesional; fortalecer los lazos entre

el/la estudiante y la universidad, así como con las empresas. Existen dos tipos de actividades de cooperación educativa: los programas de cooperación educativa que son susceptibles de reconocimiento de créditos de libre elección, que se incorporarán al expediente de la/del estudiante y las bolsas de trabajo con la tutela de la universidad que presentan un claro interés formativo para el/la estudiante, aunque no tengan una acreditación académica.

### ***Entorno virtual de docencia***

Los proponentes disponen de un entorno virtual de docencia del Curso de Master de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería desarrollado por CIMNE. El denominado centro Virtual de Estudios del master es utilizado con éxito desde hace más de 15 años como soporte para el aprendizaje de ediciones a distancia de versiones anteriores del curso. Consta de espacios diferenciados para la/el estudiante y con intranets de seguimiento docente de las asignaturas. Su diseño se ha realizado a partir de las aportaciones del profesorado del curso. Una versión profesional de este centro virtual de estudios ha sido utilizada por la empresa Structuralia ([www.structuralia.com](http://www.structuralia.com)) creada como spin-off de CIMNE para impartir cursos a distancia en los sectores de la construcción y servicios a más de 100.000 alumnos y 500 empresas en los últimos 10 años.

Los profesores disponen en el Centro Virtual del curso de un espacio específico con equipamiento multimedia y personal técnico especializado para la creación de materiales docentes: digitalización de documentos, webs de soporte a las asignaturas, vídeos digitales, CD-ROM interactivos, textos autoevaluables, cursos de formación virtuales, etc.

### ***Modelo de gestión UPC para la igualdad de oportunidades de las personas con discapacidad***

La UPC, como institución creadora de cultura, está obligada a transmitir el conocimiento que genera, con acciones que alcancen desde la participación activa en los debates sociales, hasta la formación de los ciudadanos y ciudadanas en los ámbitos de conocimientos que le son propios.

El Consejo de Gobierno de la UPC apuesta por un proyecto de Universidad comprometida con los valores de la democracia, de los derechos humanos, la justicia, la solidaridad, la cooperación y el desarrollo sostenible.

En general, quiere fortalecer el compromiso social y el respeto por la diversidad. De manera particular, pretende alcanzar la igualdad de oportunidades de aquellas personas que tienen vínculos con la institución. Para explicitar su compromiso, el Consejo de Dirección de la UPC, en su proyecto de gobierno (UPC 10) para el período 2007-2010, ha plasmado de forma explícita la realización de una serie de actuaciones dirigidas a alcanzar estos objetivos.

Dentro del modelo de gestión de la UPC se han creado diferentes figuras y unidades, con la finalidad de alcanzar los objetivos propuestos por la institución. Cabe destacar el programa de atención a las discapacidades (PAD) del que seguidamente describimos su principal misión y objetivos.

### ***Programa de Atención a las Discapacidades (PAD)***

El Programa de Atención a las Discapacidades (PAD) se enmarca dentro del Plan Director para la Igualdad de Oportunidades de la UPC, bajo la estructura del Servicio de Actividades Sociales, UNIVERS.

El principal objetivo es: Contribuir a la plena integración de la comunidad universitaria (estudiantes, PDI y PAS) que presenten alguna discapacidad, para que su actividad en la universidad se desarrolle con normalidad.

Los objetivos específicos son los siguientes:

- Identificar y conocer los/las estudiantes, PDI i PAS de la UPC con alguna discapacidad.
- Detectar, analizar, atender y/o derivar las necesidades de las personas de la comunidad universitaria con discapacidad.
- Velar por el cumplimiento de medidas técnicas y académicas, y conseguir los recursos necesarios.
- Informar y orientar sobre cuestiones relacionadas con la discapacidad.
- Promover la participación de las personas con alguna discapacidad en las actividades de la comunidad universitaria.
- Realizar acciones de sensibilización de la comunidad universitaria sobre la discapacidad.
- Promover la participación de la comunidad universitaria en actividades de atención y soporte a las personas con discapacidades.

A través de la Vicerrectora de Relaciones Institucionales y Promoción Territorial se crea la figura de los agentes colaboradores en los centros docentes propios y campus universitarios.

La función de los agentes colaboradores es detectar los estudiantes, PDI i PAS, de sus centros docentes o campus universitarios, con necesidades e informarnos de cada caso para coordinar las actuaciones a realizar.

### ***Plan Director para la Igualdad de Oportunidades - UPC***

Así pues, tal como se indica en la introducción, uno de los objetivos de la UPC es fortalecer el compromiso social y el respeto por la diversidad. De manera particular, quiere alcanzar la igualdad de oportunidades de aquellas personas que, de alguna manera, tienen vínculos con la institución.

Es con esta finalidad que se diseña y aprueba el Plan Director para la Igualdad de Oportunidades, mediante el cual la UPC se dota de una herramienta, de un medio y de un marco de referencia para desarrollar su compromiso institucional con este principio de igualdad, no-discriminación y de respeto por la diversidad.

Este plan define los principios sobre los cuales se han de desarrollar los Planes Sectoriales. Inicialmente, el compromiso con la comunidad universitaria es la elaboración, puesta en marcha y seguimiento de dos Planes Sectoriales, que tienen como base la igualdad de oportunidades por razón de género y por razón de discapacidad.

Dentro del Plan Sectorial para la Igualdad de Oportunidades por razón de discapacidad, destacamos el Objetivo General 4 "Eliminar todo tipo de barreras, asegurando la accesibilidad universal" que ha derivado en los siguientes objetivos específicos:

Objetivo Específico 12.- Introducir el principio de igualdad y de accesibilidad tecnológica y de comunicaciones.

Objetivo Específico 13.- Introducir el principio de igualdad y de accesibilidad arquitectónica, incorporándolo en los proyectos de obra nueva, de acuerdo con la legislación vigente, así como en la adaptación de los edificios ya existentes.

Para alcanzar estos objetivos se han previsto un total de 43 acciones a desarrollar en el período 2007-2010.

Las diferentes acciones han sido asignadas al responsable del Consejo de Dirección y al responsable directo de la gestión. Más información en:

- Universitat Politècnica de Catalunya. UPC 10: pla de govern 2006-2010. Disponible en <[http://www.upc.edu/catala/la-upc/planificacio/2006-2010/pla\\_actuacio10.htm](http://www.upc.edu/catala/la-upc/planificacio/2006-2010/pla_actuacio10.htm)> [Consulta: 22 octubre 2009].
- Universitat Politècnica de Catalunya. Cátedra de Accesibilidad: arquitectura, diseño y tecnología para todos. Disponible en <<http://www.upc.edu/catac/>> [Consulta: 22 octubre 2009]
- Universitat Politècnica de Catalunya. Pla Director per a la Igualtat d'Oportunitats. Disponible en <<http://www.upc.edu/bupc/>>

### ***Convenios que regulan la participación de empresas en la realización de prácticas de los estudiantes***

La ETSECCPB tiene una larga tradición de establecer convenios con empresas para la realización de prácticas de sus estudiantes en empresas. En los últimos 20 años más de 400 alumnos de la ETSECCPB se han acogido a este tipo de convenios para completar su formación en empresas de ingeniería.

Asi mismo, CIMNE, como coordinador del actual Master of Science in Computational Mechanics ha establecido distintos convenios de colaboración docente con distintas empresas como se ha indicado anteriormente. Todas ellas disponen de recursos suficientes para acoger a los estudiantes del Master que hagan sus prácticas externas en ellas. Véase por ejemplo:

[www.structuralia.com](http://www.structuralia.com),  
[www.quantech.es](http://www.quantech.es),  
[www.compassis.com](http://www.compassis.com),  
[www.sener.es](http://www.sener.es),  
[www.idom.es](http://www.idom.es)

### ***Los programas de cooperación educativa de la UPC: carácter general***

La Ley Orgánica de Universidades y la Ley de Universidades de Cataluña establecen en su articulado que una de las funciones de la universidad es preparar a los estudiantes para el ejercicio de actividades profesionales que exijan la aplicación de conocimientos y métodos científicos. Para favorecer el cumplimiento de esta función, la UPC promueve la participación de sus estudiantes en actividades de cooperación educativa. Un convenio de cooperación educativa es una estancia de prácticas profesionales en una empresa, durante un período de tiempo establecido entre el estudiante y la empresa y con la conformidad de la universidad, en el que el estudiante adquiere competencia profesional tutelado por profesionales con experiencia.

Los objetivos de los programas de cooperación educativa universidad-empresa son: complementar la formación recibida por el estudiante en la universidad con experiencias



profesionales en el ámbito empresarial; promover y consolidar vínculos de colaboración entre la universidad y su entorno empresarial y profesional; fortalecer los lazos entre el estudiante y la universidad, así como con las empresas.

Existen dos tipos de actividades de cooperación educativa: los programas de cooperación educativa que son susceptibles de reconocimiento de créditos de libre elección, que se incorporarán al expediente del estudiante y las bolsas de trabajo con la tutela de la universidad que presentan un claro interés formativo para el estudiante, aunque no tengan una acreditación académica.

## **7.2. Previsión de adquisición de los recursos materiales y servicios necesarios**

La ETSECCPB dispone de todos los recursos materiales para impartir el título que se propone y dispone de los mecanismos para realizar o garantizar la revisión, el mantenimiento y actualización de éstos.

## **ANEXOS : APARTADO 8**

**Nombre :** UPC\_MUMN\_Modif\_Apartado\_8\_1.pdf

**HASH SHA1 :** uC2AIDp9QDronkK4YyO0aklnc+o=

**Código CSV :** 71188019462431850580472

## 8. RESULTADOS PREVISTOS

### Subapartados

- 8.1. Valores cuantitativos estimados para los indicadores y su justificación
- 8.2. Procedimiento general de la Universidad para valorar el progreso y los resultados de aprendizaje de los estudiantes en términos de las competencias del apartado 3

### 8.1. Valores cuantitativos estimados para los indicadores y su justificación

Siguiendo las indicaciones de la “Guía de apoyo para la elaboración de la memoria para la solicitud de verificación de títulos oficiales” de la ANECA, los resultados previstos se cuantifican mediante las siguientes tasas:

- Tasa de graduación: porcentaje de estudiantes que finalizan la enseñanza en el tiempo previsto en el plan de estudios o en un año académico más en relación a su cohorte de entrada.
- Tasa de abandono: relación porcentual entre el número total de estudiantes de una cohorte de nuevo ingreso que debieron obtener el título el año académico anterior y que no se han matriculado ni en ese año académico ni en el posterior.
- Tasa de eficiencia: relación porcentual entre el número total de créditos del plan de estudios a los que debieron haberse matriculado a lo largo de sus estudios el conjunto de graduados de un determinado año académico y el número total de créditos en los que realmente han tenido que matricularse.

La estimación de resultados propuestos en la tabla se basa en la experiencia y resultados del actual Master en Métodos Numéricos en Ingeniería en su versión presencial (oficial) y a distancia (no oficial).

La tabla siguiente relaciona a alumnos matriculados y finalizados en las modalidades presencial (oficial) y distancia (no oficial) del Curso en las ediciones 2010–2011 y 2011–2012 así como las previsiones de matrícula y finalización de las ediciones del curso del Master oficial renovado que aquí se propone (en sus tres versiones presencial a distancia y mixta) en los cursos 2012–2013, 2013–2014, 2014–2015.

	Modalidad Presencial		Modalidad a Distancia		Modalidad Mixta	
	Matriculados	Finalizados	Matriculados	Finalizados	Matriculados	Finalizados
2010 - 2011	4	2 (2 alumnos pendientes de completar la tesis)	12	8 (4 alumnos pendientes de completar la tesis)	0	0
2011 - 2012	8	6 (estimado)	15	10 (estimado)	0	0
2012 - 2013	12	9	18	13	5	3

2013 - 2014	<del>14</del> 15	12	28	21	7	6
2014 - 2015	18	14	32	26	10	8

Es muy importante destacar que la versión oficial actual del master de Métodos Numéricos en Ingeniería se imparte de forma presencial en inglés. La versión presencial anterior (no oficial) del curso se impartía en castellano, en paralelo con la versión a distancia (también en castellano), desde 1989. El paso de la versión en castellano a inglés significó una pérdida de alumnos presenciales muy importante, que solo se ha comenzado a recuperar este curso académico.

Se destaca que además de los alumnos que se relacionan en el cuadro, las clases del Curso de Master de Métodos Numéricos en Ingeniería se imparten de forma compartida con los del master en Computacional Mechanics (Erasmus Mundus). Este master añade 10 alumnos más por año a las cifras de alumnos de los cursos 2010–2011 y 2011–2012. Con ello **el número de alumnos en todas las clases presenciales** durante estos años fue de 13 y 18 alumnos respectivamente de los cuales finalizaron 12 alumnos en la edición 2010–2011 y esta previsto que finalicen 18 alumnos en la edición 2011–2012.

La nueva modalidad de enseñanza presencial, a distancia y mixta que se propone para la versión renovada del curso, recuperará y aumentará de manera considerable los niveles de matrícula de las ediciones anteriores del curso, tal y como se ha reflejado en el cuadro anterior.

A la vista de esta experiencia se ha realizado la previsión siguiente:

Nombre de la tasa	Valor numérico
Tasa de graduación	78%
Tasa de abandono	15%
Tasa de eficiencia	90%

Para realizar esta previsión se han tenido en cuenta los datos siguientes:

- Los resultados en el Máster Oficial de Métodos Numéricos en Ingeniería durante los cursos 2010-2011 y 2011-2012.
- Los resultados en el Máster de Métodos Numéricos para el Cálculo y Diseño en Ingeniería (título propio) desde el 1987.
- Los resultados en el Master of Science in Computational Mechanics desde el curso 2007-2008.

## ANEXOS : APARTADO 10

Nombre : UPC\_MUMN\_Modif\_Apartado\_10\_1.pdf

HASH SHA1 : T+21scwD5HFw1tXyaCCQF2zrCJI=

Código CSV : 71188039574427383725037

## 10. CALENDARIO DE IMPLANTACIÓN

### Subapartados

- 10.1 Cronograma de implantación de la titulación
- 10.2 Procedimiento de adaptación, en su caso, al nuevo plan de estudios por parte de los estudiantes procedentes de la anterior ordenación universitaria
- 10.3 Enseñanzas que se extinguen por la implantación del correspondiente título propuesto

### 10.1. Cronograma de implantación de la titulación

El Master Universitario en Métodos Numéricos en Ingeniería se impartirá en el curso 2012-2013. Esta planificación es posible ya que su contenido es prácticamente coincidente con el del Master de Métodos Numéricos en Ingeniería en Versión Presencial (oficial) que se imparte actualmente en la UPC.

~~La diferencia de carga docente en términos de ECTS se solventará permitiendo a los alumnos matriculados antes del curso académico 2011-2012 que cursen 90 ECTS siguiendo el programa vigente, mientras que el nuevo plan se aplicará a los estudiantes que se matriculen a partir del curso 2012-2013.~~

Puesto que las asignaturas que se imparten actualmente en el master oficial de Métodos Numéricos en Ingeniería están todas contenidas en la propuesta del Master con el mismo nombre que ahora se hace, la transición del primero al segundo no ofrecerá ninguna dificultad. Los alumnos matriculados en el primero durante el curso académico 2011-2012 podrán terminar con el plan de estudios con el que se matricularon, es decir, de 90 ECTS, aunque también será posible realizar un traslado de expediente al nuevo plan (120 ECTS) si el alumno lo desea.

A partir del curso académico 2012-2013 está previsto que los estudiantes se matriculen ya en la nueva versión.

En la tabla siguiente se muestra como se llevará a cabo dicha transición.

Curso	Plan de Estudios
2011 – 2012	Plan Vigente (90 ECTS)
2012 – 2013	Finalizan los alumnos matriculados en 2011-2012 en el plan vigente (90 ECTS). Primer curso de los alumnos matriculados en el plan propuesto (120 ECTS), tanto en las versiones presencial como semipresencial y a distancia.
2013 – 2014 En adelante	Plan propuesto (120 ECTS)

El título propio de Máster en Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en la Ingeniería que se imparte en la actualidad a distancia, también se extingue y no se prevé ningún tipo de adaptación al presente título.

