

RESPUESTA DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CATALUNYA AL INFORME DE LA ANECA

EXPEDIENTE: 3568/2010

**TÍTULO: MÁSTER UNIVERSITARIO EN MATEMÁTICA AVANZADA E INGENIERÍA
MATEMÁTICA**

UNIVERSIDAD SOLICITANTE: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CATALUNYA

- ASPECTOS QUE NECESARIAMENTE DEBEN MODIFICARSE:**

CRITERIO 3: OBJETIVOS

Se debe justificar la pertinencia de la competencia CG6 en un título de estas características. En su caso se debe justificar cómo se alcanza dicha competencia.

Respuesta UPC:

El motivo de incluir las competencias genéricas CG-6 y CG-7 en la memoria original fue una interpretación errónea por nuestra parte de la normativa general de nuestra universidad para sus planes de estudios. Pensamos que el proyecto de título es mucho más coherente eliminando estas dos competencias. En la versión modificada de la memoria se proponen las cinco competencias genéricas siguientes (véase el apartado 3.2): CG-1 Aprendizaje autónomo; CG-2 Uso solvente de los recursos de información; CG-3 Tercera lengua; CG-4 Comunicación eficaz oral y escrita; CG-5 Trabajo en equipo.

CRITERIO 4: ACCESO Y ADMISIÓN DE LOS ESTUDIANTES

Los criterios de admisión deben ser claros, objetivables y públicos; además deben estar ponderados para el supuesto de que la demanda supere la oferta.

Se debe aportar el procedimiento sobre el sistema de transferencia y reconocimiento de créditos.

Respuesta UPC:

Criterios de admisión

A la vista del comentario de ANECA y de la “Normativa académica de los másteres universitarios 2009-2010” de la UPC, hemos explicitado los criterios de admisión, indicando los pesos relativos de los distintos elementos (véase el apartado 4.2).

Procedimiento de transferencia y reconocimiento de créditos

A la vista del comentario de ANECA, hemos explicitado el procedimiento de transferencia y reconocimiento de créditos, similar al de las otras titulaciones de la Facultat de Matemàtiques i Estadística (véase el apartado 4.4).

CRITERIO 5: PLANIFICACIÓN DE LAS ENSEÑANZAS

La planificación de las enseñanzas debe garantizar que todos los estudiantes adquieran todas las competencias del Título. En este caso, debe asegurarse que esta garantía se cumple con el nivel de optatividad y movilidad planteados en este Máster.

Se debe justificar de qué manera el TFM asegura por sí solo la adquisición de la competencia CE2: Modelización para los estudiantes del módulo A.

La alternativa propuesta en el máster que posibilita cursar hasta 22,5 créditos en otras titulaciones de 2º ciclo (másters y postgrados) o cursos de especialización en centros de investigación requiere que el reconocimiento de créditos asegure la adquisición de las competencias propuestas. Además este reconocimiento debe ajustarse a la normativa vigente.

El sistema de evaluación propuesto debe corresponderse con las competencias asignadas a los módulos, sus contenidos y sus actividades formativas. La descripción general del apartado 5.1 no permite establecer esa adecuación.

La competencia CE-5: Docencia, no se corresponde con los contenidos, ni con las actividades formativas de las materias con las que se vincula, ni resulta coherente con el sistema de evaluación propuesto.

Respuesta UPC:

Competencia CE-5 Docencia

Una vez analizado el comentario de ANECA, se ha decidido suprimir la competencia CE-5 Docencia del plan de estudios. Durante la elaboración de la memoria, incluimos esta competencia para destacar la importancia que tiene en un máster de estas características la capacidad de exponer de forma clara los resultados y conclusiones de un trabajo, teniendo en cuenta que algunos de los estudiantes del máster se orientarán hacia la carrera académica, incluyendo la docencia universitaria. Puede entenderse, sin embargo, que esta capacidad queda suficientemente garantizada por la competencia CG-4 Comunicación eficaz oral y escrita.

Por este motivo, y puesto que el máster no tiene contenidos de pedagogía ni de didáctica de la matemática (que ya están adecuadamente cubiertos en el máster de profesorado de educación secundaria que ofrecen la UPC y otras universidades), hemos optado por suprimir la competencia CE-5 Docencia (véase el apartado 3.2).

Adquisición de las competencias en un plan de estudios flexible

Los comentarios de ANECA subrayan el reto que supone garantizar la adquisición de las competencias por parte de los estudiantes en un plan de estudios flexible, con un elevado nivel de optatividad y movilidad. Esta flexibilidad es precisamente una de las características esenciales de este máster, y tiene como objetivo corregir una cierta rigidez detectada en los actuales Máster de Matemática Aplicada y Máster en Ingeniería Matemática.

Así pues, se proponen los siguientes cambios (véase el apartado 5.3):

1. La competencia CE-2 Modelización no es común a todos los estudiantes de máster, sino específica de los estudiantes del módulo B. Se adquiere con las materias de dicho módulo, y no en el Trabajo de Fin de Máster.
2. Se varía ligeramente el redactado de la competencia CE-3 Cálculo para corregir una vinculación exclusiva (no deseada) con la competencia CE-2 Modelización. Con el nuevo redactado queda más claro que la capacidad de cálculo es, por supuesto, vital en todas las materias del máster, y no sólo en las del módulo B.

3. Con la excepción ya mencionada de la competencia CE-2 Modelización, todas las competencias son comunes a todas las materias del máster (véase la Tabla 5.3).

Cursos externos

La posibilidad de cursar parte de los créditos en otras titulaciones o centros de investigación es otra de las principales características de este máster, y es fruto también de la experiencia adquirida con los actuales Máster en Matemática Aplicada y Máster en Ingeniería Matemática: no resulta viable ofrecer, desde un único máster, niveles de especialización elevados en distintas materias.

Por supuesto, esta flexibilidad debe ir acompañada del control académico adecuado, que garantice la pertinencia del curso externo y asegure la adquisición de las competencias. Hemos modificado la descripción de los cursos externos para abordar estas cuestiones (véase el apartado 5.2).

Sistema de evaluación

Para describir mejor el sistema de evaluación, hemos efectuado algunas modificaciones en el subapartado “Criterios generales de evaluación” y hemos añadido un nuevo subapartado dedicado a la “Evaluación de la adquisición de las competencias” (véase el apartado 5.1).

CRITERIO 10: CALENDARIO DE IMPLANTACIÓN

Dado que la implantación de este Máster supone la extinción de otros dos títulos, se debe aportar la tabla de adaptación para explicar el modo en que los estudiantes de estudios existentes pueden adaptarse al nuevo plan de estudios.

Respuesta UPC:

Existe una correspondencia entre las materias de este máster y las ramas del Máster en Matemática Aplicada y el Máster en Ingeniería Matemática. Hemos incluido la correspondiente tabla de adaptación en la memoria (véase el apartado 10.2).

• RECOMENDACIONES

CRITERIO 3: OBJETIVOS

Se recomienda establecer una correspondencia entre las competencias propuestas y las recogidas en documentos de redes o entidades nacionales e internacionales.

Respuesta UPC:

Siguiendo la recomendación de ANECA, hemos remarcado en la memoria la correspondencia entre las competencias del máster y los descriptores de Berlín [1] (véase el apartado 3.2).

[1] Shared ‘Dublin’ descriptors for Short Cycle, First Cycle, Second Cycle and Third Cycle Awards. A report from a Joint Quality Initiative informal group.

2. JUSTIFICACIÓN

Subapartados

- 2.1. Justificación del título propuesto, argumentando el interés académico, científico o profesional del mismo
- 2.2. 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

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

Tanto como disciplina científica como en sus aspectos aplicados, las Matemáticas tienen una tradición milenaria. En los últimos años, además de notables avances disciplinares, se ha incrementado su aportación a otros campos, de los ya clásicos como la Física y la Ingeniería, a los más novedosos como la Economía, la Biología o la Medicina.

El título es la fusión de los vigentes Máster en Matemática Aplicada y Máster en Ingeniería Matemática, iniciados en 2006, que se extinguen al poner en marcha el presente máster, que tiene una doble vertiente académico-científica y profesional.

Interés académico y científico

En su vertiente académica, el máster ha de servir de iniciación a la investigación científica en general y, más particularmente, a la investigación matemática. En este sentido, cabe destacar la posición destacada de España en la investigación matemática a nivel europeo y mundial.

Según el “Informe sobre la investigación matemática en España en el periodo 1990-1999”, elaborado por C. Andradas y E. Zuazua con motivo de la celebración del año 2000 como Año Mundial de las Matemáticas, la producción matemática española pasó del 1,7% de la mundial en 1990 al 3,2% en 1999, y del 8,9% en 1990 al 13,0% en 1999 en la Unión Europea (base de datos MathSci). Asimismo, el número de publicaciones ISI ha crecido del 1,7% mundial en 1990 al 4,18% en 2001.

Este aumento de la producción ha venido acompañado por un aumento de la calidad: según el informe “Mathematics in Catalonia – A report of the Catalan Mathematical Society (2006)” (coordinado por J. Verdera), el número de artículos publicados en las revistas de mayor impacto creció en un factor 3,3 en un periodo de 10 años, tanto en Cataluña como en el resto de España.

La Universitat Politècnica de Catalunya cuenta con más de 20 grupos de investigación en matemáticas y sus aplicaciones, de los cuales forman parte unos 300 investigadores, que se han creado y consolidado durante las últimas dos décadas. La producción científica y el número de proyectos de investigación financiados en convocatorias competitivas a nivel local, nacional e internacional de estos grupos han experimentado un crecimiento espectacular durante este periodo. Esto ha situado a la UPC en las primeras posiciones tanto en producción científica como en realización de actividades (congresos, workshops, jornadas, reuniones, etc.)

Interés profesional

En su vertiente profesional, el objetivo de este máster es proporcionar a los estudiantes una formación avanzada para trabajar en equipos multidisciplinares, en colaboración con profesionales de distintos perfiles: ingenieros, físicos, economistas, biólogos, etc.

Para ello se aprovechará al máximo el entorno politécnico que ofrece la Universitat Politècnica de Catalunya. Cabe destacar que la práctica totalidad de los profesores de la Facultat de Matemàtiques i Estadística imparten además docencia en otras titulaciones de la UPC (Ingeniería Industrial, de Telecomunicaciones, de Caminos, Informática, etc.). En este sentido, en el máster que se propone se potenciarán actuaciones que ya han funcionado satisfactoriamente en los másteres actuales de la FME, como:

- La posibilidad de cursar parte de los créditos de materias optativas fuera del máster (véase el apartado 5.1).
- La posibilidad de que el Trabajo de Fin de Máster se realice en un departamento universitario, centro de investigación o una empresa u organismo externo, y consista en la aplicación de las matemáticas a la resolución de problemas de ingeniería u otras disciplinas.

Impartición en inglés

El máster propuesto se impartirá en inglés, tal y como es cada vez más habitual en másteres de perfil técnico-científico. Ello ha de contribuir a la adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior, y a hacer el máster atractivo en el mercado europeo y también el asiático. En este sentido, hay que destacar que la UPC es muy activa en la captación de estudiantes en ambos mercados, con acciones de difusión específicas para sus estudios impartidos en inglés.

Empleabilidad

Puesto que los actuales Máster en Matemática Aplicada y Máster en Ingeniería Matemática empezaron a impartirse en el curso 2006/07, no se dispone de datos estadísticos significativos. Sí existen, en cambio, indicadores de la elevada empleabilidad y versatilidad de sus egresados (tan elevada como en la Licenciatura de Matemáticas y los estudios de Estadística que también imparte la FME).

Algunas de las ocupaciones actuales de los egresados del MMA y MIM son:

- Doctorado en Matemática Aplicada de la UPC
- Doctorado en otros programas de la UPC (Ingeniería Mecánica, Ingeniería Civil)
- Doctorado en otras universidades (Columbia, McGill, Stuttgart)
- Banca y finanzas
- Centros de investigación biomédica (Centro de Regulación Genómica, Instituto Catalán de Oncología)
- Centros de visión por computador

Relación con otras disciplinas

Las matemáticas son parte esencial de la formación de científicos e ingenieros, y desempeñan un papel cada vez más importante en ciencias sociales (economía), biología, medicina,... Como consecuencia es previsible una interacción cada vez mayor entre la matemática y otras disciplinas. De hecho, la denominación “ingeniería matemática” se refiere justamente a la base matemática de la ingeniería; es decir, a la modelización de un sistema o proceso de interés en ingeniería (o, por extensión, en las otras disciplinas citadas) como un problema matemático.

En la UPC existe un gran número de itinerarios curriculares de grado que combinan los estudios de matemáticas con otras titulaciones técnicas o científicas. Se prevé que este máster (dirigido a matemáticos, ingenieros, licenciados en ciencias,...) potencie la formación interdisciplinar de los estudiantes que lo deseen.

Referencias

C. Andrades y E. Zuazua (2001), *Informe sobre la investigación matemática en España en el periodo 1990-1999*

Mathematics in Catalonia – A report of the Catalan Mathematical Society (2006) (coordinado por J. Verdera; con la colaboración de X. Bardina, J. Bruna, C. Casacuberta, J. Cufí, J. M. Font, J. Girbau, A. Malet).

Normas reguladoras del ejercicio profesional

No existen.

2.2. Referentes externos a la universidad proponente que avalen la adecuación de la propuesta a criterios nacionales e internacionales para títulos de similares características

Para la elaboración de esta propuesta se han tomado en consideración los estudios de similares características que ofrecen las universidades españolas y europeas, así como dos iniciativas recientes en el ámbito de las matemáticas: el Programa Nacional de Matemáticas (Plan Nacional de I+D+i) y el proyecto Consolider Ingenio MATHEMATICA.

Títulos similares

Investigación matemática

Varias universidades españolas y europeas de prestigio tienen un máster en matemáticas enfocado a la investigación.

En Cataluña, la Universitat de Barcelona ofrece un [Máster en Matemática Avanzada y Profesional](#), de entre 60 y 120 ECTS de duración (en función de la formación previa del estudiante) y un Trabajo de Fin de Máster (TFM) o practicum de 15 ECTS. La Universitat Autònoma de Barcelona imparte un [Máster en Matemática Avanzada](#) de 60 ECTS (más 60 ECTS complementarios). En ambos casos, las asignaturas que no son comunes a la Licenciatura de Matemáticas se imparten en inglés.

En el resto de España, existen másteres como el [Máster en Matemáticas](#) de la Universidad de Santiago de Compostela, de 60 ECTS y un TFM de 18 ECTS; el [Máster en Matemáticas y Aplicaciones](#) de la Universidad Autónoma de Madrid, de 60-120 ECTS de duración y un TFM de 12 ECTS; el [Máster en Investigación Matemática](#) de la Universidad Complutense de Madrid de 60 ECTS (TFM: 25 ECTS); el [Máster en Física y Matemáticas](#) ofrecido conjuntamente por las Universidad de Granada y la Universidad de Castilla-La Mancha, de 60 ECTS (TFM: 12 ECTS); el [Máster en Estudios Avanzados en Matemáticas](#) de la Universidad de Sevilla; el Máster en [Máster en Métodos Matemáticos Avanzados en Física](#) de la Universidad de Salamanca, de 60 ECTS (TFM: 15 ECTS).

Como puede verse, la mayoría de estos másteres tienen una duración de 60 ECTS, y algunos de ellos requieren cursar un máximo de 60 ECTS más en función de la formación previa y los intereses del estudiante. En cuanto al TFM, su duración varía entre los 12 y los 25 ECTS.

A nivel europeo, se han analizado el [Masters in Mathematics](#) de la University of Oxford, el [Certificate of Advanced Study in Mathematics](#) de la University of Cambridge y la [Berlin Mathematical School](#), una iniciativa conjunta de las tres principales universidades berlinesas.

Ingeniería matemática

En la elaboración de esta propuesta se han estudiado y comparado también los másteres de ingeniería/modelización matemática. En Cataluña, la Universitat Politècnica de Catalunya coordina el [Erasmus Mundus MSc in Computational Mechanics](#) (120 ECTS, TFM: 40 ECTS), y la Universitat Autònoma de Barcelona forma parte del consorcio que ofrece el [Erasmus Mundus MSc in Mathematical Modelling in Engineering: Theory, Numerics and Applications](#) (120 ECTS; TFM: 30 ECTS).

En el resto de España, ofrecen un Máster en Ingeniería Matemática las siguientes universidades: [Complutense de Madrid](#) (60-120 ECTS, con una práctica o proyecto de 6 ECTS); [Carlos III de Madrid](#) (120 ECTS; TFM: 30 ECTS); [Santiago de Compostela – A Coruña – Vigo](#) (90 ECTS; proyecto: 30 ECTS).

A nivel europeo, algunas de los estudios analizados han sido el [International Master's Programme in Engineering Mathematics](#) (Chalmers-Gotemburgo), centrado en ecuaciones diferenciales, computación científica y optimización; el [Master in Mathematical Engineering](#) (UCL-Lovaina), con un amplio rango de aplicaciones, y la [Génie Mathématique et Modélisation](#) del INSA de Toulouse, con énfasis en la tecnología aeronáutica y aeroespacial.

Plan Nacional de I+D+i, Programa Nacional de Matemáticas

El Plan Nacional de I+D+i 2004-2007 incluyó, por primera vez, un Programa Nacional de Matemáticas. Los objetivos de este máster están en consonancia con los del programa:

- Consolidar los grupos de investigación de excelencia existentes y conseguir un liderazgo en sus ámbitos de especialización.
- Incentivar un nuevo salto cualitativo, bajo parámetros claros de calidad, de modo que la Matemática española desarrolle plenamente su papel central en el Plan Nacional.
- Contribuir a la formación del Espacio Europeo de Investigación (ERA) y establecer sinergias con los Programas Marco de la UE y los Programas de I+D+I de las diferentes CC.AA.

Ingenio MATHEMATICA (i-MATH)

Otro referente externo que avala la relevancia de este máster es el proyecto Consolider Ingenio MATHEMATICA (<http://www.i-math.org/>), cuyo objetivo básico es “promover y ejecutar actuaciones estratégicas de ámbito estatal que incrementen cualitativa y cuantitativamente el peso de las matemáticas en el panorama internacional y en el sistema español de ciencia, tecnología, empresa y sociedad”.

2.3. Descripción de los procedimientos de consulta internos y externos utilizados para la elaboración del plan de estudios

El máster que aquí se propone puede entenderse como la fusión de los actuales Máster en Matemática Aplicada (MMA) y Máster en Ingeniería Matemática (MIM), que empezaron a impartirse en el curso 2006/07.

Dichos másteres fueron diseñados y puestos en marcha en un contexto de indefinición. El mapa de estudios de grado (y, más concretamente, el Grado en Matemáticas) no estaba claro, lo que hacía difícil determinar, por ejemplo, la duración y el nivel de especialización que debían tener los estudios de máster.

La situación se ha clarificado considerablemente desde entonces. Por un lado, tanto la UPC como otras universidades españolas han empezado ya a impartir el Grado en Matemáticas, de cuatro años de duración (240 ECTS). Por otro lado, se ha consolidado la tendencia, en el ámbito de las matemáticas, de ofrecer másteres de 60 ECTS (véase el apartado 2.2) que, sumados a los 240 ECTS del grado permiten completar los 300 ECTS necesarios para acceder a estudios de doctorado.

Finalmente, la experiencia acumulada durante los cuatro cursos de funcionamiento del MMA y el MIM (de 2006/07 a 2009/10) ha mostrado que no resulta conveniente que sean dos másteres separados. En primer lugar, porque significa dispersar a los estudiantes, lo que lleva a números bajos de estudiantes matriculados. Se trata de una tendencia generalizada: durante el curso 2008/09, los 57 másteres de la UPC tuvieron una media de 20 estudiantes matriculados. En segundo lugar, y más importante aún, porque establece una separación un tanto artificial entre la vertiente de investigación (MMA) y la vertiente profesional (MIM). Esta separación resulta especialmente inadecuada en el entorno de una universidad politécnica como la UPC, en la que los aspectos científicos y los tecnológicos están íntimamente relacionados.

Con estas consideraciones, se propone un Máster en Matemática Avanzada e Ingeniería Matemática, de 60 ECTS de duración y con la doble vertiente de investigación y profesional.

Los procedimientos de consulta han sido los siguientes:

Reuniones en el rectorado

El funcionamiento de los másteres actuales y la nueva propuesta recogida en este documento han sido discutidos en distintas reuniones en el rectorado de la UPC: reuniones de directores de máster; de coordinadores de programas de doctorado; de directores de centro; del ámbito de Ciencias de la Escuela de Doctorado de la UPC (proyecto piloto puesto en marcha durante este curso 2009/10).

Comisión de Matemática Aplicada

Tras la puesta en marcha del MMA y el MIM, la Facultat de Matemàtiques i Estadística decidió fusionar los respectivos Órganos Responsables con la Comisión del Programa de

Doctorado de Matemática Aplicada (PDMA), creando así una única Comisión de Matemática Aplicada. Esta comisión (con un representante de cada departamento y uno de cada rama de los dos másteres) ha permitido garantizar una buena coordinación entre la fase de formación (másteres) y la fase de investigación (doctorado).

Dicha comisión ha efectuado además el seguimiento de la implantación de los dos másteres, y ha sido un foro de reflexión y discusión sobre la conveniencia de reestructurar los másteres como aquí se propone.

Comisión del Máster en Matemática Avanzada e Ingeniería Matemática

Esta propuesta ha sido elaborada por una comisión nombrada por la Comisión Permanente de la FME y compuesta por las siguientes personas:

- Jordi Quer (decano de la FME)
- Miquel Noguera (director del MIM)
- Antonio Rodríguez Ferran (director del MMA / coordinador del doctorado MA)
- Amadeu Delshams
- Antoni Guillamon
- Ferran Hurtado
- Miguel Muñoz
- Joan Solà-Morales
- Adrià Simón (estudiante)

Sus miembros representan distintos ámbitos de conocimiento y los estudiantes de los másteres actuales.

Para el diseño de este máster, se han tenido en cuenta los siguientes factores:

- Relación con otras titulaciones de la FME. Se han tenido en cuenta los actuales másteres impartidos en la Facultad (MMA, MIM y Máster en Estadística e Investigación Operativa), el Grado en Matemáticas y el Programa de Doctorado de Matemática Aplicada (mención de calidad ANECA).
- Relación con otros másteres de la UPC y de otras universidades. Se han considerado también otros másteres afines con éste, tanto de la UPC como de otras universidades españolas y europeas. De hecho, tal y como se detalla en el apartado 5, está previsto que los estudiantes puedan cursar, si lo desean, materias en otros másteres.
- Acuerdos de doble titulación / Centro de Formación Interdisciplinar Superior. La FME tiene un acuerdo de doble titulación con la INPG/ENSIMAG ([École National Supérieure d'Informatique et de Mathématiques Appliquées de Grenoble](#)). Por otro lado, a través del Centro de Formación Interdisciplinar Superior, ofrece la posibilidad a los estudiantes de mayor rendimiento académico de cursar simultáneamente dos titulaciones de la UPC.
- Interacción con organizaciones externas. En los últimos años la Facultat de Matemàtiques i Estadística ha mantenido una significativa interacción con empresas e instituciones, y muy especialmente las participantes en el Fórum FME, las ediciones del GEMT (Grupos de Estudio de Matemáticas y Tecnología) y el grupo de trabajo MET (Matemáticas y Estadística para la Tecnología). La interacción con agentes externos vehiculada a través de estas actividades y actuaciones ha permitido conocer de primera mano las necesidades del mercado laboral en su demanda de matemáticos profesionales. Esta información ha sido tenida en cuenta a la hora de estructurar una propuesta docente que facilite la inserción laboral de los titulados.

Esta memoria de máster fue aprobada por la Junta de la Facultat de Matemàtiques i Estadística en su reunión del miércoles 25 de noviembre de 2009.

3. OBJETIVOS Y COMPETENCIAS

Subapartados

- 3.1. Objetivos
- 3.2. Competencias generales y específicas

3.1. Objetivos

Los objetivos principales del Máster en Matemática Avanzada e Ingeniería Matemática son:

OB-1. (Formación)

Completar la formación matemática, tanto en lo relativo a nuevos conceptos como a su aplicación a distintos ámbitos.

OB-2. (Investigación)

Iniciarse en la investigación (científica en general y matemática en particular), como eventual preparación para posteriores estudios de doctorado (tanto de matemáticas como de otras disciplinas científico-técnicas o tecnológicas con una componente matemática relevante).

OB-3. (Equipos multidisciplinares)

Capacitar para el trabajo en equipos multidisciplinares, dedicados al planteamiento y resolución de problemas de interés en distintos ámbitos mediante el lenguaje, los procedimientos y las técnicas de la matemática.

3.2. Competencias generales y específicas

Competencias genéricas

CG-1 (Aprendizaje autónomo)

Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.

CG-2 (Uso solvente de los recursos de información)

Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información científico-técnica y valorar de forma crítica los resultados de esta gestión.

CG-3 (Tercera lengua)

Conocer un tercer idioma, que será preferentemente el inglés, con un nivel adecuado de forma oral y por escrito y de acuerdo con las necesidades que tendrán las tituladas y los titulados.

CG-4 (Comunicación eficaz oral y escrita)

Comunicar sus conclusiones, tanto de forma oral (presentaciones) como escrita (artículos), y los conocimientos y razones últimas que las sustentan, a públicos especializados y no especializados de una manera clara y sin ambigüedades.

CG-5 (Trabajo en equipo)

Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar formado por los perfiles profesionales más diversos (ciencias aplicadas, ingeniería, informática, economía, medicina, biología, etc.), ya sea como un miembro más o realizando tareas de dirección, con la

finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

CG-6 (Emprendeduría e innovación)

~~Conocer y comprender la complejidad de los fenómenos económicos y sociales típicos de la sociedad del bienestar; capacidad para relacionar el bienestar con la globalización y la sostenibilidad; habilidad para utilizar de forma equilibrada y compatible la técnica, la tecnología, la economía y la sostenibilidad.~~

~~Conocer y entender la organización de una empresa y las ciencias que definen su actividad; capacidad para entender las normas laborales y las relaciones entre la planificación, las estrategias industriales y comerciales, la calidad y el beneficio.~~

CG-7 (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.~~

Competencias específicas

CE-1 (Investigación)

Leer y entender un artículo matemático de nivel avanzado. Conocer los procedimientos de investigación en matemáticas, tanto para la producción de nuevos conocimientos como para su transmisión.

CE-2 (Modelización)

Formular, analizar y validar modelos matemáticos de problemas prácticos empleando las herramientas matemáticas más adecuadas a los objetivos que se persiguen.

CE-3 (Cálculo)

Obtener soluciones (exactas o aproximadas) para estos modelos en función de las herramientas y recursos disponibles, incluyendo medios computacionales.

CE-4 (Análisis crítico)

Discutir la validez, el alcance y la relevancia de estas soluciones y saber presentar y defender sus conclusiones.

CE-5 (Docencia)

~~Ser capaz de impartir docencia a nivel universitario.~~

La Tabla 3.1 refleja la correspondencia entre las competencias propuestas para este máster y los llamados descriptores de Dublín para estudios de segundo ciclo [1].

Tabla 3.1. Competencias del máster y descriptores de Dublín

Competencias del Máster en Matemática Avanzada e Ingeniería Matemática	Descriptores de Dublín
CG-1 (Aprendizaje autónomo) Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.	Have the learning skills to allow them to continue to study in a manner that may be largely self-directed or autonomous.
CG-2 (Uso solvente de los recursos de información) Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información científico-técnica y valorar de forma crítica los resultados de esta gestión.	Have the ability to gather and interpret relevant data (usually within their field of study) to inform judgements that include reflection on relevant social, scientific or ethical issues.
CG-3 (Tercera lengua) Conocer un tercer idioma, que será preferentemente el inglés, con un nivel adecuado de forma oral y por escrito y de acuerdo con las necesidades que tendrán las tituladas y los titulados.	
CG-4 (Comunicación eficaz oral y escrita) Comunicar sus conclusiones, tanto de forma oral (presentaciones) como escrita (artículos), y los conocimientos y razones últimas que las sustentan, a públicos especializados y no especializados de una manera clara y sin ambigüedades.	Can communicate their conclusions, and the knowledge and rationale underpinning these, to specialist and non-specialist audiences clearly and unambiguously
CG-5 (Trabajo en equipo) Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar formado por los perfiles profesionales más diversos (ciencias aplicadas, ingeniería, informática, economía, medicina, biología, etc.), ...	
CE-1 (Investigación) Leer y entender un artículo matemático de nivel avanzado. Conocer los procedimientos de investigación en matemáticas, tanto para la producción de nuevos conocimientos como para su transmisión.	Knowledge and understanding provides a basis or opportunity for originality in developing or applying ideas often in a research context
CE-2 (Modelización) Formular, analizar y validar modelos matemáticos de problemas prácticos empleando las herramientas matemáticas más adecuadas a los objetivos que se persiguen.	Can apply their knowledge and understanding, and problem solving abilities in new or unfamiliar environments within broader (or multidisciplinary) contexts related to their field of study
CE-3 (Cálculo) Obtener soluciones (exactas o aproximadas) de los problemas matemáticos en función de las herramientas y recursos disponibles, incluyendo medios computacionales.	
CE-4 (Análisis crítico) Discutir la validez, el alcance y la relevancia de estas soluciones y saber presentar y defender sus conclusiones.	Are capable of critical analysis, evaluation and synthesis of new and complex ideas

[1][2] Shared 'Dublin' descriptors for Short Cycle, First Cycle, Second Cycle and Third Cycle Awards.
A report from a Joint Quality Initiative informal group.

4. ACCESO Y ADMISIÓN DE ESTUDIANTES

Subapartados

- 4.1 Sistemas 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 la titulación
- 4.2 Acceso y admisión
- 4.3 Sistemas de apoyo y orientación de los estudiantes una vez matriculados
- 4.4 Transferencia y reconocimiento de créditos: sistema propuesto por la Universidad

4.1 Sistemas 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 la titulación

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 (www.upc.edu/postgrau) y de la página de la Facultat de Matemàtiques i Estadística (www.fme.upc.edu/estudis).
- Jornadas de puertas abiertas y sesiones informativas
- Directorios de másteres
- 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 másteres impartidos en inglés (véase www.upc.edu/eng/education/master-and-post-graduate-courses)

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 (www.upc.edu/estudiantat/) 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): 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): Semana de Acogida para estudiantes de nuevo ingreso, cursos de idiomas (catalán, castellano e inglés).
- Alojamiento en Barcelona

Además, la FME organiza una sesión de bienvenida para sus estudiantes de postgrado de nuevo ingreso, a cargo del decano de la FME y el director del máster. En dicha sesión se explican los detalles del funcionamiento de la Facultad (aulas informáticas, préstamo bibliotecario, salas de estudio...) y las orientaciones generales sobre el plan de estudios: consejos sobre matrícula, modalidades de Trabajo de Fin de Máster, opciones para cursar parte de los créditos en otros estudios, evaluación, etc.

Perfiles recomendados de ingreso

El Máster en Matemática Avanzada e Ingeniería Matemática está diseñado para acoger estudiantes con capacidad para el razonamiento abstracto e interés en la resolución de problemas, además de hábito de trabajo, dedicación al estudio y gusto por las matemáticas.

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 máster es la siguiente: matemáticas, estadística, física, distintas ramas de ingeniería, biología, etc.

4.2. Acceso y admisión

Acceso

De acuerdo con el artículo 16 del Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales, para acceder a este máster “será necesario estar en posesión de un título universitario oficial español u otro expedido por una institución de educación superior del Espacio Europeo de Educación Superior que facultan en el país expedidor del título para el acceso a enseñanzas de máster”.

“Así mismo, podrán acceder los titulados conforme a sistemas educativos ajenos al Espacio Europeo de Educación Superior (...), previa comprobación por la Universidad de que aquellos acreditan un nivel de formación equivalente a los correspondientes títulos universitarios oficiales españoles (...).”

Admisión

La admisión al máster se rige por el artículo 17 del Real Decreto 1393/2007, que en su apartados 2 y 3 establecen que

“2. La Universidad incluirá los procedimientos y requisitos de admisión en el plan de estudios, entre los que podrán figurar requisitos de formación previa específica en algunas disciplinas.

3. Estos sistemas y procedimientos deberán incluir, en el caso de estudiantes con necesidades educativas específicas derivadas de discapacidad, los servicios de apoyo y asesoramiento adecuados, que evaluarán la necesidad de posibles adaptaciones curriculares, itinerarios o estudios alternativos.”

Los criterios de admisión del máster tienen el objetivo de asegurar la igualdad de oportunidades de acceso a este nivel de enseñanza para estudiantes suficientemente

cualificados. Se aplicará la misma política para las solicitudes procedentes de España, el resto de la UE u otros países.

~~Algunos de los elementos que se consideran en el proceso de admisión (en función de la formación previa del estudiante) son los siguientes: expediente académico, currículum, entrevista personal, declaración de interés y, si se juzgan necesarias, cartas de recomendación.~~

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 (10 %). Estos criterios se publicarán en la web del máster. La puntuación final se utilizará como criterio de admisión en el supuesto de que la demanda supere la oferta.

La ponderación del expediente académico del estudiante se efectuará de acuerdo con el punto 4.5 del anexo I del Real Decreto 1044/2003 (procedimiento para la expedición por las universidades del Suplemento Europeo al Título) y con el artículo 5.3 del Real Decreto 1125/2003 (sistema europeo de transferencia de créditos y sistema de calificaciones de las titulaciones universitarias de carácter oficial). Es decir, la ponderación del expediente académico se calcula como la suma de los créditos superados por el estudiantes multiplicados por el valor de la calificación que corresponda y dividido por el número de créditos superados. El resultado se expresará en escala 0-10 y en escala 0-4, según la siguiente tabla de equivalencias: suspenso, 0 puntos; aprobado, 1 punto; notable, 2 puntos; sobresaliente, 3 puntos; matrícula de honor, 4 puntos.

No está prevista la realización de exámenes u otras pruebas específicas de admisión. Si la formación matemática previa y el itinerario curricular en el máster lo hacen recomendable, se requerirá que el estudiante curse complementos de formación de hasta 30 ECTS en materias del Grado en Matemáticas.

El Órgano responsable del máster resolverá las solicitudes de acceso de acuerdo con los criterios mencionados y publicará el listado de estudiantes admitidos. En caso de desacuerdo con la resolución, el estudiante podrá reclamar ante el mismo órgano y, si procede (y de acuerdo con la Normativa Académica General de la UPC), presentar un recurso de alzada ante el rector.

Órganos y mecanismos de coordinación docente

El **Órgano responsable del máster**, cuya misión es coordinar la oferta formativa y asegurar su calidad, estará compuesto por:

1. El director del máster, que lo presidirá
2. El decano de la FME
3. Los responsables de cada una de las cinco materias optativas, nombrados por la Comisión Permanente de la FME
4. Un estudiante, en representación de los estudiantes matriculados en el máster

Las funciones de esta comisión son

- a) Asumir, de acuerdo con la legislación vigente, el establecimiento de criterios de admisión y selección de estudiantes, el proceso de selección y la evaluación de aprendizajes previos
- b) Depositar las candidaturas para la admisión y selección y los sistemas de reclamación
- c) 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
- d) Desarrollar un protocolo y un plan para distribuir y publicitar el máster
- e) Informar sobre las condiciones de convenios de colaboración
- f) Responsabilizarse del funcionamiento general del programa, de estimular y coordinar la movilidad y de analizar los resultados que garanticen la calidad del máster
- g) Elaborar el plan de usos e infraestructuras y servicios compartidos que potencie el rendimiento del estudiante: de aularios, de espacios docentes, etc.
- h) Plantear propuestas de mejora a través del análisis de los puntos débiles y de las potencialidades del máster, así como establecer mecanismos para hacer un seguimiento de la implantación.
- i) Establecer la periodicidad de sus reuniones y el sistema de toma de decisiones para llegar a los acuerdos correspondientes
- j) Decidir sobre los aspectos docentes que no estén regulados por las disposiciones legales o por la normativa de la universidad
- k) Definir y publicar los mecanismos, calendario y procedimiento para que los reconocimientos académicos se hagan efectivos en los expedientes del alumnado susceptible

4.3. Sistemas de apoyo y orientación a los estudiantes una vez matriculados

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

- El director del máster, que atiende las consultas de los estudiantes en su despacho del Área de Másteres e Investigación de la FME.
- El tutor. A cada estudiante se le asigna un tutor en el momento de acceder al máster, que lo orienta en cuestiones académicas. Dicho tutor puede ser el propio director del máster, el profesor responsable de una materia optativa (véase el apartado 5) o cualquier otro profesor del máster.

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

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

De acuerdo al RD 1393/2007 de 29 de octubre por el que se establece la ordenación de las enseñanzas oficiales, se entiende por reconocimiento la aceptación por parte de la Universidad de los créditos que, habiendo sido obtenidos en unas enseñanzas oficiales, son computados al efecto de la obtención del título oficial.

Asimismo, 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 que no hayan conducido a la obtención de un título oficial.

Todos los créditos obtenidos por el estudiante en enseñanzas oficiales cursada 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 del Suplemento Europeo al Título.

Los reconocimientos se han de hacer siempre a partir de las asignaturas cursadas en los estudios de origen, nunca a partir de asignaturas reconocidas, convalidadas o adaptadas previamente. De esta posibilidad de reconocimiento se excluye el Trabajo de Fin de Máster.

No se podrá realizar ningún reconocimiento en un programa de máster universitario de asignaturas de una titulación de primer ciclo de la estructura actual (diplomado, arquitecto técnico o ingeniero técnico), que haya dado acceso. El órgano responsable del máster resolverá las solicitudes de reconocimiento de los estudiantes.

~~Asimismo, este órgano definirá y publicará los mecanismos, calendario y procedimiento para que los reconocimientos se hagan efectivos en el expediente correspondiente.~~

El procedimiento de reconocimiento de créditos es el mismo para todos los estudios de la Facultat de Matemàtiques i Estadística y ha sido aprobado por la Comisión Permanente. El estudiante puede solicitar el reconocimiento de créditos en tres períodos (fechas orientativas):

Periodo	Fecha de inscripción	Fecha de matrícula
1	15 de octubre	30 de octubre
2	20 de enero	10 de febrero
3	1 de julio	15 de julio

La inscripción consiste en entregar en la secretaría de la FME una solicitud debidamente cumplimentada junto con los documentos acreditativos de las actividades por las que se solicita reconocimiento. Una vez dicha solicitud ha sido resuelta favorablemente por el director del máster previa consulta al Órgano responsable del máster, el estudiante puede matricular el reconocimiento de créditos.

5. PLANIFICACION DE LAS ENSEÑANZAS

Subapartados

- 5.1. Estructura de las enseñanzas
- 5.2. Planificación y gestión de la movilidad de estudiantes propios y de acogida
- 5.3. Descripción detallada de los módulos o materias de enseñanza-aprendizaje de que consta el plan de estudios

5.1 Estructura de las enseñanzas

Explicación general de la estructura del plan de estudios

El plan de estudios del Máster en Matemática Avanzada e Ingeniería Matemática (MMAIM) tiene un total de 60 créditos, que incluyen toda la formación teórica y práctica que el/la estudiante debe adquirir. La duración de los estudios para estudiantes con dedicación completa es de un año académico.

La Tabla 5.1 muestra a continuación la distribución de créditos en módulos.

Tabla 5.1. Tipo de materia y créditos asociados

Módulo	Créditos ECTS
Materias obligatorias	—
Materias optativas	45
Trabajo Fin de Máster	15
Total	60

Existen únicamente dos tipos de módulos: materias optativas (45 ECTS) y un Trabajo de Fin de Máster, de carácter obligatorio y 15 ECTS.

Para dotar al plan de estudios de mayor flexibilidad y permitir que cada estudiante opte en mayor o menor medida por cada una de las dos vertientes del máster: investigación matemática e ingeniería matemática, no existen itinerarios ni materias obligatorias, exceptuando el TFM.

El módulo de las materias optativas

Para obtener los 45 créditos ECTS de que consta este módulo cada estudiante deberá cursar un cierto número de asignaturas de entre las ofrecidas por el MMAIM dentro de alguna de las cinco materias de las que consta el plan de estudios, que se describen más adelante.

Además, y como alternativa, los estudiantes podrán obtener, si lo desean, hasta un máximo de la mitad del número total de créditos del módulo (es decir, hasta 22,5 ECTS) cursando asignaturas de otras titulaciones de segundo ciclo (másteres y postgrados) en la UPC o en otras universidades, así como en cursos de especialización ofrecidos por centros de investigación. Ésta modalidad se formalizará en la práctica como parte de los programas de movilidad.

De esta forma se ofrece la oportunidad de cursar, por ejemplo, materias de carácter especializado en distintos ámbitos de las ciencias y de la ingeniería, que pueden resultar de gran interés para la formación de algunos estudiantes, pero que no resultaría viable ofrecer desde el propio máster.

Para garantizar la pertinencia de las materias cursadas en otros estudios, será necesaria la autorización del director del máster, previo informe favorable del tutor del estudiante. El

director del máster actuará según las directrices de la Comisión del Máster, que será informada posteriormente.

Así pues, los créditos de éste módulo se cursarán como norma general dentro de las asignaturas de las materias del plan de estudios del MMAIM, con la opción de cursar hasta un máximo de la mitad de los mismos en asignaturas y cursos externos.

Materias optativas del plan de estudios del MMAIM

El plan de estudios consta de cinco materias optativas, agrupadas en dos grandes módulos temáticos: Módulo A (Álgebra, Geometría, Matemática Discreta y Algorítmica) y Módulo B (Modelización, Ecuaciones Diferenciales y Computación Científica), que se indican en la Tabla 5.2 a continuación.

Tabla 5.2. Esquema de los módulos y materias

Módulo	Materia
A Álgebra, Geometría, Matemática Discreta y Algorítmica (60 ECTS)	Álgebra y Geometría (30 ECTS)
	Matemática Discreta y Algorítmica (30 ECTS)
B Modelización, Ecuaciones Diferenciales y Computación Científica (60 ECTS)	Modelización en Ingeniería y Ciencias Biomédicas (22,5 ECTS)
	Ecuaciones Diferenciales (22,5 ECTS)
	Computación Científica (15 ECTS)

En cada uno de estos módulos temáticos se ofrecen 60 ECTS. De esta forma, si el estudiante lo desea, puede especializarse en los temas correspondientes a uno de los dos módulos cursando en el mismo todos los créditos optativos, ofreciéndose incluso en este caso un cierto nivel de optatividad (debe cursar 45 ECTS de los 60). Si lo prefiere, puede cursar materias de ambos módulos.

La definición de las materias se ha realizado también con criterios temáticos. Para ello se ha tomado en consideración la estructura de los actuales másteres (MMA y MIM) y del Grado en Matemáticas que se ofrecen en la Facultat de Matemàtiques i Estadística, y se ha tenido en cuenta también la evolución del programa de doctorado en Matemática Aplicada a lo largo de los últimos años. Todas estas consideraciones han llevado a estructurar el módulo A en dos materias de 30 ECTS cada una (Álgebra y Geometría; Matemática Discreta y Algorítmica), y el módulo B en dos materias de 22,5 ECTS (Modelización en Ingeniería y Ciencias Biomédicas; Ecuaciones Diferenciales) y una materia de 15 ECTS (Computación Científica). La descripción detallada de las materias se da en el apartado 5.3.

Trabajo Final de Máster

El Trabajo Final de Máster (TFM), de 15 ECTS, es el único módulo obligatorio para todos los estudiantes del máster. En el plan de estudios el TFM está configurado para que sea desarrollado durante el segundo cuatrimestre del primer (y único) curso académico.

Las dos modalidades previstas de TFM son:

- Una tesis de máster, para los estudiantes interesados en la vertiente de investigación matemática
- Un proyecto de aplicación de las matemáticas, para la vertiente de ingeniería matemática

En ambos casos, el TFM puede realizarse individualmente o en pareja, ya sea en:

1. Un departamento de matemática aplicada de la UPC
2. Otros departamentos de la UPC
3. Un departamento de otra universidad
4. Un centro de investigación
5. Una empresa u organismo

A título ilustrativo, se indican algunos lugares en los que los estudiantes de los actuales másteres han realizado o están realizando su TFM: el Departamento de Ingeniería de Construcción de la UPC; el Instituto de Robótica e Informática Industrial de la UPC; el Instituto de Organización y Control de Sistemas Industriales de la UPC; el Instituto de Ciencias Fotónicas (ICFO); el Centro Nacional de Supercomputación–Barcelona Supercomputing Center; el Centro de Visión por Computador de la UAB; el iUNiCS: Instituto Universitario de Investigación en Ciencias de la Salud de la UIB; la empresa IMAGSA TECHNOLOGIES S.A. de Barcelona.

Existe un marco normativo específico del centro que regula las condiciones para el desarrollo de los TFM.

Ejemplos de posibles itinerarios

A modo de ilustración de posibles itinerarios pueden citarse los siguientes ejemplos:

- Un estudiante interesado en geometría que pretenda realizar un doctorado puede cursar la materia Álgebra y Geometría completa (30 ECTS) y 15 ECTS más dentro de la materia Matemática Discreta y Algorítmica, donde podrá explorar algunas conexiones entre la matemática discreta y la geometría o bien estudiar aspectos algorítmicos de la geometría.
- Un estudiante interesado en la modelización numérica puede cursar completas las materias Modelización en Ingeniería y Ciencias Biomédicas (22,5 ECTS) y Computación Científica (15 ECTS), y 7,5 ECTS de la materia Ecuaciones Diferenciales.
- Un estudiante interesado en aspectos algorítmicos y computacionales puede combinar créditos del módulo A (criptografía, geometría computacional, álgebra computacional, combinatoria, algoritmos para la teoría de grafos, etc.) con créditos del módulo B (computación científica).

En cualquiera de estos casos u otros, tendrá también la opción de complementar y especializar la formación fuera del máster, según se describe en el apartado siguiente. En los tres ejemplos anteriores esta complementación se podría realizar, de manera natural, en uno de los másteres en matemáticas de la UB o la UAB, en el primer caso, en el máster de mecánica computacional ofrecido por la UPC en el segundo, y en un máster de computación en el tercero.

Criterios generales de evaluación

En general, la calificación de los estudiantes en las materias optativas se hará mediante evaluación continua y la realización de un examen final. La evaluación continua constará de elementos como controles escritos, entrega de **prácticas y trabajos individuales y en grupo**, participación del estudiante en el aula u otros medios manifestados en la programación de la materia. El profesor fijará en la programación el peso concreto que otorgará a la evaluación continua y al examen final, así como la tipología, métodos y características del sistema de evaluación que propone. En cualquier caso, el peso de los distintos elementos en la nota final de una asignatura deberá verificar las siguientes condiciones: examen, 70 % como máximo; trabajos prácticos individuales, 15 % como mínimo; trabajos prácticos en grupo, 15 % como mínimo. Eventualmente, el examen final puede ser sustituido por un trabajo final de curso u otros elementos de evaluación. El sistema de evaluación deberá en todo caso cumplir con los requisitos de las normativas de la UPC y la FME al respecto.

Evaluación de la adquisición de las competencias

Las competencias genéricas y específicas del plan de estudios se evaluarán principalmente mediante los elementos que se describen en la Tabla 5.3.

Tabla 5.3. Mecanismos de evaluación de las competencias

Competencias del Máster en Matemática Avanzada e Ingeniería Matemática	Principales mecanismos de evaluación
CG-1 (Aprendizaje autónomo)	Exámenes escritos
CG-2 (Uso solvente de los recursos de información)	Exámenes escritos Trabajos prácticos individuales Trabajo prácticos en grupo Trabajo de Fin de Máster
CG-3 (Tercera lengua)	Máster impartido íntegramente en inglés
CG-4 (Comunicación eficaz oral y escrita)	Memoria y defensa pública del Trabajo de Fin de Máster
CG-5 (Trabajo en equipo)	Trabajos prácticos en grupo
CE-1 (Investigación)	Memoria del Trabajo de Fin de Máster Trabajos prácticos individuales
CE-2 (Modelización)	Asignaturas del módulo B
CE-3 (Cálculo)	Trabajos prácticos en laboratorio de cálculo Exámenes
CE-4 (Análisis crítico)	Trabajos prácticos en grupo Trabajo de Fin de Máster

5.2. Planificación y gestión de la movilidad de estudiantes propios y de acogida

Créditos del módulo optativo cursados fuera del máster

Como ya se ha indicado en el apartado anterior al describir esta opción, el objetivo que se persigue es ofrecer a todos los estudiantes del MMAIM la posibilidad de especializar su currículu complementando los conocimientos adquiridos en asignaturas que formen parte de las materias del MMAIM con los contenidos de cursos que puedan seguir en programas de formación impartidos en otros centros y departamentos de la UPC o en otras universidades o centros de investigación.

Para que un estudiante pueda cursar créditos en otro centro, es necesario que exista un convenio entre dicho centro y la Facultat de Matemàtiques i Estadística y que el curso aparezca en la oferta de cursos externos del máster. La lista de cursos externos será aprobada por el Órgano responsable del máster para cada año académico y publicada en la página web de la FME antes del periodo de inscripción.

La decisión de incluir o no un curso en dicha oferta se basará en criterios de afinidad temática, calidad académica y adquisición de competencias. Respecto de este último punto, se hará hincapié en la adquisición de las competencias específicas, dada la naturaleza de especialización de los cursos externos.

El reconocimiento de los cursos externos se efectuará según el procedimiento descrito en el apartado 4.4.

Algunos ejemplos de situaciones en que esta modalidad está especialmente indicada, y para los que ya existen experiencias previas de colaboración en los másteres actuales MMA y MIM, son los siguientes:

Titulaciones con implicación importante de la Facultat de Matemàtiques i Estadística

Perfil del estudiante: Estadística

Aquellos estudiantes que quieran ampliar su formación en estadística, programación matemática, etc. pueden cursar asignaturas en el "Máster interuniversitario en Estadística e Investigación Operativa UPC-UB", máster oficial interuniversitario (Universidades de Barcelona y Politécnica de Catalunya) en que colaboran la FME y el departamento de Estadística e Investigación Operativa de la UPC con los departamentos de Econometría, Estadística y Economía Española y de Estadística de la UB.

Perfil del estudiante: Matemática Financiera

Los estudiantes interesados en conocer aspectos de las aplicaciones matemáticas al estudio de los mercados financieros pueden cursar créditos en el 'Postgrado en técnicas cuantitativas para mercados financieros' (plus.upc.es/matfin), que se ofrece conjuntamente por parte de la Facultat de Matemàtiques i Estadística y la 'School of Professional & Executive Development' y que el curso 2009-2010 se encuentra en su duodécima edición. La formación matemática básica pueden adquirirla previamente en las materias del módulo B.

Otras titulaciones con participación de la UPC

Perfil del estudiante: Mecánica Computacional

Los estudiantes con intereses en la mecánica computacional y en técnicas y métodos avanzados de modelización y simulación de problemas de ingeniería pueden complementar

las materias Modelización en Ingeniería y Ciencias Biomédicas y Computación Científica del módulo B con algunas del ‘Erasmus Mundus MSc in Computational Mechanics’, ofrecido por la UPC en colaboración con universidades de Gran Bretaña, Alemania y Francia. De hecho, cinco estudiantes de los actuales másteres (MMA y MIM) han cursado ya o están cursando algunas asignaturas del máster Erasmus Mundus mencionado.

Otros perfiles: Robótica, Tecnologías de la Información y las Comunicaciones,...

Por otro lado, también ha habido estudiantes de los actuales másteres que han cursado créditos en otros másteres de la UPC, como el Máster en Automática y Robótica y el ‘Master of Science in Research on Information and Communication Technologies - MERIT’.

Otros másteres y cursos de matemáticas en el área geográfica de Barcelona

Perfil del estudiante: Futuro doctorado en matemáticas

Aquellos estudiantes cuyo interés sea realizar el doctorado en matemáticas pueden beneficiarse de la oferta de asignaturas en otros másteres que ofrecen las universidades de Barcelona y Autònoma de Barcelona. Con ello pueden conseguir incidir en los aspectos de su formación más cercanos al ámbito de las matemáticas al que vayan a dedicar su actividad investigadora futura. Se trata del Máster universitario en Matemática Avanzada y Profesional ofrecido por la Facultad de Matemáticas de la UB y del Máster universitario en Matemática Avanzada que se imparte en la Facultad de Ciencias de la UAB. En cuanto a esta posibilidad hay que destacar la firme voluntad por parte de los centros en que se imparten de firmar un acuerdo de colaboración en que se reconozca la posibilidad a los estudiantes de cada uno de los títulos de cursar una parte de los créditos en cualquiera de los otros dos.

Másteres en biología y medicina

Perfil del estudiante: Biomatemática

Una de las áreas más con más demanda del actual Máster en Ingeniería Matemática es la de modelización en ciencias biomédicas. Para aquellos estudiantes del MMAIM cuyo objetivo sea entrar a trabajar en centros de investigación, empresas, laboratorios u hospitales donde se empleen las matemáticas para el estudio de problemas de biología y medicina, será de gran utilidad poder cursar asignaturas en algunos de los másteres universitarios que se imparten en las universidades Pompeu Fabra o de Barcelona, como por ejemplo: Neurociencias, Investigación biomédica, Bioinformática para ciencias de la salud.

Movilidad de estudiantes

Existe también la posibilidad de cursar créditos del módulo optativo en universidades o centros de investigación del resto de España o del extranjero, lo que implica la movilidad de los estudiantes. Asimismo, el MMAIM acogerá a estudiantes procedentes de otros estudios afines que deseen completar su formación cursando algunos créditos optativos. Esta opción se enmarca de lleno en una de las líneas estratégicas de la FME, como es *promover y potenciar contactos institucionales universitarios de ámbito internacional para aumentar la oferta a nuestros/as estudiantes*.

De hecho, la Universitat Politècnica de Catalunya participa activamente en redes universitarias (CESAER, LINDA, CLUSTER,...), en especial en el entorno europeo, asiático y latinoamericano, con lo que se fomenta la interacción con las más prestigiosas universidades. El Plan de internacionalización 2008/2010 recoge en sus líneas estratégicas el

desarrollo de un proceso para mejorar su posición como universidad de referencia en el espacio universitario global abierto por las políticas europeas y las políticas internacionales.

La UPC tiene centralizada la gestión de los programas de intercambio y movilidad en el Área de Relaciones Internacionales (www.upc.edu/ari), cuya misión es dar respuesta a las necesidades de estudiantes, profesores y PAS en el ámbito de la movilidad nacional e internacional. Para ello se potencian las solicitudes de movilidad en las distintas convocatorias.

Tanto para los estudiantes propios como para los estudiantes de acogida, se realizará desde la FME un seguimiento personalizado de su rendimiento académico asociado a la movilidad. Para los estudiantes propios, las calificaciones obtenidas en la universidad de destino se incorporan al expediente del estudiante como parte de la titulación. En el expediente, consta explícitamente la participación en un programa de movilidad.

5.3. Descripción detallada de los módulos o materias de enseñanza-aprendizaje de que consta el plan de estudios

En este apartado se describen las cinco materias de las que consta el plan de estudios. En primer lugar, se indica en la Tabla 5.3 la correspondencia entre las materias y las competencias. ~~Es importante resaltar que, por su carácter transversal, la mayoría de las competencias se desarrollan y ejercitan en prácticamente todas las materias; la Tabla 5.3 indica en qué materias se evaluarán las competencias.~~

Tabla 5.3. Materias y competencias

Módulo	A	B	C	TFM	
	Álgebra y Geometría	Matemática Discreta y Álgebra	Modelización en Ingeniería y Ciencias Biomédicas	Ecuaciones Diferenciales	Computación Científica
Genéricas	CG 1 (Aprendizaje autónomo)	■	■	■	■
	CG 2 (Uso solvente de la información)	■	■	■	■
	CG 3 (Tercera lengua)	■	■	■	■
	CG 4 (Comunicación eficaz oral y escrita)	■	■	■	■
	CG 5 (Trabajo en equipo)		■	■	■
	CG 6 (Emprendeduría e innovación)		■	■	■
	CG 7 (Sostenibilidad y compromiso social)		■		■
Específicas	CE 1 (Investigación)	■	■	■	■
	CE 2 (Modelización)		■	■	■
	CE 3 (Cálculo)	■	■	■	■
	CE 4 (Análisis crítico)	■	■	■	■
	CE 5 (Docencia)	■	■	■	■

Tabla 5.4. Materias y competencias

		Módulo	A		B		TFM
Genéricas	CG-1 (Aprendizaje autónomo)		•	Algebra y Geometría			
	CG-2 (Uso solvente de la información)		•	Matemática Discreta y Algorítmica	•	Modelización en Ingeniería y Ciencias Biomédicas	
	CG-3 (Tercera lengua)		•	•	•	•	•
	CG-4 (Comunicación eficaz oral y escrita)		•	•	•	•	•
	CG-5 (Trabajo en equipo)		•	•	•	•	•
	CE-1 (Investigación)		•	•	•	•	•
	CE-2 (Modelización)				•	•	
	CE-3 (Cálculo)		•	•	•	•	•
	CE-4 (Análisis crítico)		•	•	•	•	•
							Trabajo de Fin de Máster
Específicas							

Materia Álgebra y Geometría	Módulo A																								
30 ECTS	Cuatrimestre: 1 y 2																								
Competencias específicas: CE-1, CE-3, CE-4, CE-5																									
Competencias genéricas: CG-1, CG-2, CG-3, CG-4																									
Breve descripción de contenidos																									
<ul style="list-style-type: none"> Álgebra conmutativa Geometría algebraica Teoría de números y geometría aritmética Álgebra no conmutativa: teoría de grupos, álgebras y representaciones Topología algebraica Geometría de las variedades diferenciables y grupos de Lie Aplicaciones en ingeniería, informática, biología, física, teoría de control, etc. 																									
Actividades formativas en horas y su metodología de enseñanza-aprendizaje																									
30 ECTS (750 horas)																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Trabajo presencial en el aula</th><th>Horas</th><th>Trabajo personal del estudiante</th><th>Horas</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Clases de teoría</td><td>75-85</td><td>Estudio de la teoría</td><td>230-250</td></tr> <tr> <td>Clases de problemas</td><td>65-75</td><td>Resolución de problemas</td><td>230-250</td></tr> <tr> <td>Clases de laboratorio</td><td>15-25</td><td>Preparación de prácticas</td><td>25-35</td></tr> <tr> <td>Realización de exámenes</td><td>15-25</td><td>Preparación de exámenes</td><td>55-65</td></tr> <tr> <td>Total</td><td>180</td><td>Total</td><td>570</td></tr> </tbody> </table>		Trabajo presencial en el aula	Horas	Trabajo personal del estudiante	Horas	Clases de teoría	75-85	Estudio de la teoría	230-250	Clases de problemas	65-75	Resolución de problemas	230-250	Clases de laboratorio	15-25	Preparación de prácticas	25-35	Realización de exámenes	15-25	Preparación de exámenes	55-65	Total	180	Total	570
Trabajo presencial en el aula	Horas	Trabajo personal del estudiante	Horas																						
Clases de teoría	75-85	Estudio de la teoría	230-250																						
Clases de problemas	65-75	Resolución de problemas	230-250																						
Clases de laboratorio	15-25	Preparación de prácticas	25-35																						
Realización de exámenes	15-25	Preparación de exámenes	55-65																						
Total	180	Total	570																						
Resultados de aprendizaje esperados																									
<ul style="list-style-type: none"> Conocer los resultados y las técnicas principales del álgebra conmutativa y del álgebra homológica, así como su uso y aplicación en geometría, álgebra y topología. Conocer las propiedades de los cuerpos de números, algunas de las técnicas del álgebra conmutativa y del análisis utilizadas para su demostración, y sus aplicaciones al estudio y resolución de ecuaciones diofánticas. Ampliar conocimientos previos sobre teoría de grupos, particularmente grupos no abelianos, y conocer y saber cómo utilizar la teoría de las representaciones para estudiarlos, así como su uso en topología algebraica para la clasificación de objetos topológicos. Conocer las variedades algebraicas y los esquemas desde los puntos de vista algebraico, aritmético y geométrico. Ser capaz de relacionar conceptos algebraicos con conceptos geométricos, tanto entre sí como con otras áreas de la matemática y aplicaciones. Conocer las técnicas básicas del análisis global, en particular el cálculo en variedades diferenciables, los grupos de Lie, la geometría de las ecuaciones diferenciales y otras ideas relacionadas. Saber realizar cálculos explícitos con objetos matemáticos del ámbito del álgebra y la geometría, conocer algunos de los algoritmos más relevantes al respecto y sus propiedades. Estar familiarizado con la utilización de programas de cálculo simbólico. Conocer y estar capacitado para trabajar en las aplicaciones del álgebra y la geometría a la ingeniería; por ejemplo: de la teoría de números y la teoría de grupos a la criptografía, de la geometría algebraica a la biología computacional, visión por computador, la robótica y la teoría de códigos, de la geometría diferencial a la física y a la teoría de control, etc. Estar capacitado para aplicar técnicas algebraicas y geométricas a problemas de bioinformática. 																									
Evaluación de la adquisición de las competencias y sistema de calificaciones																									

Véase el epígrafe 'Criterios generales de evaluación' en el apartado 5.1.

Materia Matemática Discreta y Algoritmia	Módulo A																								
30 ECTS	Cuatrimestre: 1 y 2																								
Competencias específicas: CE-1, CE-3, CE-4, CE-5																									
Competencias genéricas: CG-1, CG-2, CG-3, CG-4																									
Breve descripción de contenidos																									
<ul style="list-style-type: none"> • Teoría de grafos • Redes complejas en ingeniería y en sistemas biológicos • Combinatoria • Geometría computacional • Álgebra computacional • Teoría de códigos y criptografía • Algorítmica y complejidad computacional • Métodos probabilísticos 																									
Actividades formativas en horas y su metodología de enseñanza-aprendizaje																									
30 ECTS (750 horas)																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Trabajo presencial en el aula</th> <th>Horas</th> <th>Trabajo personal del estudiante</th> <th>Horas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Clases de teoría</td> <td>75-85</td> <td>Estudio de la teoría</td> <td>230-250</td> </tr> <tr> <td>Clases de problemas</td> <td>65-75</td> <td>Resolución de problemas</td> <td>230-250</td> </tr> <tr> <td>Clases de laboratorio</td> <td>15-25</td> <td>Preparación de prácticas</td> <td>25-35</td> </tr> <tr> <td>Realización de exámenes</td> <td>15-25</td> <td>Preparación de exámenes</td> <td>55-65</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>180</td> <td>Total</td> <td>570</td> </tr> </tbody> </table>		Trabajo presencial en el aula	Horas	Trabajo personal del estudiante	Horas	Clases de teoría	75-85	Estudio de la teoría	230-250	Clases de problemas	65-75	Resolución de problemas	230-250	Clases de laboratorio	15-25	Preparación de prácticas	25-35	Realización de exámenes	15-25	Preparación de exámenes	55-65	Total	180	Total	570
Trabajo presencial en el aula	Horas	Trabajo personal del estudiante	Horas																						
Clases de teoría	75-85	Estudio de la teoría	230-250																						
Clases de problemas	65-75	Resolución de problemas	230-250																						
Clases de laboratorio	15-25	Preparación de prácticas	25-35																						
Realización de exámenes	15-25	Preparación de exámenes	55-65																						
Total	180	Total	570																						
Resultados de aprendizaje esperados																									
<ul style="list-style-type: none"> • Conocer el lenguaje, los conceptos y los problemas básicos de la teoría de grafos, su dificultad y las diferentes técnicas y métodos de resolución • Saber analizar y resolver problemas de enumeración usando los números combinatorios básicos, las estructuras combinatorias geométricas más habituales, y técnicas de funciones generatrices y los métodos simbólicos • Dominar las construcciones teóricas más importantes para la resolución y el análisis de la complejidad de problemas de geometría computacional • Conocer los conceptos básicos de la criptografía de clave secreta y de clave pública y en la teoría de códigos correctores de errores, y muy especialmente los resultados y técnicas matemáticas relevantes para el estudio y el ejercicio de estas disciplinas, haciendo hincapié en aquellos que se utilizan en la práctica • Conocer algunas de las aplicaciones de la matemática discreta a la ingeniería y la biomatemática, por ejemplo: robótica, realidad virtual, seguridad en las tecnologías de la información, diseño de redes y distribución de servicios, motores de búsqueda, etc. • Ser capaz de diseñar algoritmos para resolver problemas de tipo matemático o tecnológico, de estudiar su complejidad, y de implementarlos de manera eficiente en la práctica usando algunos de los lenguajes de programación estándares • Conocer en profundidad algunos de los algoritmos más importantes de la aritmética, la teoría de grafos, la combinatoria y la geometría computacional 																									

Evaluación de la adquisición de las competencias y sistema de calificaciones

Véase el epígrafe 'Criterios generales de evaluación' en el apartado 5.1.

Materia Modelización en Ingeniería y Ciencias Biomédicas
22,5 ECTS

Módulo B

Cuatrimestre: 1 y 2

Competencias específicas: CE-1, CE-2, CE-3, CE-4

Competencias genéricas: CG-2, CG-3, CG-4, CG-5, ~~CG-6, CG-7~~

Breve descripción de contenidos

- Introducción a la mecánica de los medios continuos
- Potenciales en física y tecnología
- Problemas de flujo: conducción, difusión, convección y reacción
- Vibraciones y problemas de ondas
- Mecánica de fluidos: ecuaciones de Euler y de Navier-Stokes
- Control de sistemas de ingeniería
- Astrodinámica: diseño de misiones espaciales y navegación en el sistema solar
- Análisis del caos en series temporales
- Modelización en bioinformática
- Fisiología matemática
- Modelos matemáticos en neurociencia
- Evolución de especies y dinámica de poblaciones
- Técnicas de ajuste de modelos en datos experimentales

Actividades formativas en horas y su metodología de enseñanza-aprendizaje

22,5 ECTS (562,5 horas)

Trabajo presencial en el aula	Horas	Trabajo personal del estudiante	Horas
Clases de teoría	55-65	Estudio de la teoría	170-190
Clases de problemas	35-45	Resolución de problemas	170-190
Clases de laboratorio	15-25	Preparación de prácticas	17,5-27,5
Realización de exámenes	10-20	Preparación de exámenes	40-50
Total	135	Total	427,5

Resultados de aprendizaje esperados

- Visión de conjunto de los modelos matemáticos más empleados en las distintas ramas de la tecnología, la ingeniería y las ciencias aplicadas (física, biología, ciencias de la salud, economía, psicología...)
- Conocimiento de los fundamentos matemáticos de la mecánica del medio continuo y la propagación de ondas
- Capacidad de modelizar sistemas o procesos de interés mediante ecuaciones diferenciales (ordinarias o en derivadas parciales) o procesos discretos, tanto deterministas como estocásticos.
- Capacidad para diseñar controladores para sistemas de ingeniería
- Capacidad de análisis de modelos matemáticos existentes
- Familiaridad con algunos problemas-modo de distintos ámbitos
- Consciencia del rango de validez, las posibilidades y limitaciones de los modelos matemáticos, en función de su complejidad
- Capacidad de elección de modelos adecuados.
- Criterio para la interpretación crítica de los resultados, tanto desde un punto de vista matemático como de la aplicación concreta, incluyendo el análisis de datos experimentales
- Habilidad y experiencia en el uso de entornos informáticos de simulación (preproceso,

<p>cálculo, visualización de resultados)</p> <p>Evaluación de la adquisición de las competencias y sistema de calificaciones</p> <p>Véase el epígrafe 'Criterios generales de evaluación' en el apartado 5.1.</p>																									
Materia Ecuaciones Diferenciales	Módulo B																								
22,5 ECTS	Cuatrimestre: 1 y 2																								
<p>Competencias específicas: CE-1, CE-2, CE-3, CE-4, CE-5</p> <p>Competencias genéricas: CG-1, CG-2, CG-3, CG-4</p>																									
<p>Breve descripción de contenidos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sistemas dinámicos continuos y discretos • Teoría de bifurcaciones • Mecánica celeste • Control de sistemas • Ecuaciones en derivadas parciales de primer y de segundo orden • Técnicas de análisis funcional • Análisis de Fourier • Cálculo de variaciones 																									
<p>Actividades formativas en horas y su metodología de enseñanza-aprendizaje</p>																									
22,5 ECTS (562,5 horas)																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Trabajo presencial en el aula</th><th>Horas</th><th>Trabajo personal del estudiante</th><th>Horas</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Clases de teoría</td><td>55-65</td><td>Estudio de la teoría</td><td>170-190</td></tr> <tr> <td>Clases de problemas</td><td>35-45</td><td>Resolución de problemas</td><td>170-190</td></tr> <tr> <td>Clases de laboratorio</td><td>15-25</td><td>Preparación de prácticas</td><td>17,5-27,5</td></tr> <tr> <td>Realización de exámenes</td><td>10-20</td><td>Preparación de exámenes</td><td>40-50</td></tr> <tr> <td>Total</td><td>135</td><td>Total</td><td>427,5</td></tr> </tbody> </table>		Trabajo presencial en el aula	Horas	Trabajo personal del estudiante	Horas	Clases de teoría	55-65	Estudio de la teoría	170-190	Clases de problemas	35-45	Resolución de problemas	170-190	Clases de laboratorio	15-25	Preparación de prácticas	17,5-27,5	Realización de exámenes	10-20	Preparación de exámenes	40-50	Total	135	Total	427,5
Trabajo presencial en el aula	Horas	Trabajo personal del estudiante	Horas																						
Clases de teoría	55-65	Estudio de la teoría	170-190																						
Clases de problemas	35-45	Resolución de problemas	170-190																						
Clases de laboratorio	15-25	Preparación de prácticas	17,5-27,5																						
Realización de exámenes	10-20	Preparación de exámenes	40-50																						
Total	135	Total	427,5																						
<p>Resultados de aprendizaje esperados</p> <ul style="list-style-type: none"> • Visión de conjunto de las ecuaciones diferenciales (ordinarias y en derivadas parciales) más utilizadas en las aplicaciones, y de sus propiedades matemáticas • Conocimiento de los conceptos, teorías y herramientas más relevantes (sistemas dinámicos; estabilidad; sistemas de control; funciones armónicas; teoría de Fourier; cálculo de variaciones) • Capacidad de análisis cualitativo de una ecuación diferencial y sus distintos términos • Perspectiva general de las distintas técnicas, exactas o aproximadas, de resolución de ecuaciones diferenciales • Comprensión de la interconexión entre el nivel de detalle de los modelos, la complejidad de las correspondientes ecuaciones diferenciales y los métodos de resolución utilizables 																									
<p>Evaluación de la adquisición de las competencias y sistema de calificaciones</p>																									
<p>Véase el epígrafe 'Criterios generales de evaluación' en el apartado 5.1.</p>																									

Materia Computación Científica	Módulo B																								
15 ECTS	Cuatrimestre: 1 y 2																								
Competencias específicas: CE-1, CE-3, CE-4																									
Competencias genéricas: CG-2, CG-3, CG-4, CG-5, CG-6																									
Breve descripción de contenidos																									
<ul style="list-style-type: none"> • Métodos numéricos para EDOs y sistemas dinámicos • Integración simpléctica • Problemas de contorno y continuación • Métodos de diferencias finitas para EDPs • Métodos integrales para EDPs (elementos finitos, volúmenes finitos) • Métodos avanzados de discretización (Galerkin discontinuo, X-FEM) • Métodos iterativos de resolución de sistemas lineales de ecuaciones • Métodos iterativos para sistemas no lineales de ecuaciones • Ejemplos de aplicación en ciencias aplicadas e ingeniería 																									
Actividades formativas en horas y su metodología de enseñanza-aprendizaje																									
15 ECTS (375 horas)																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Trabajo presencial en el aula</th> <th>Horas</th> <th>Trabajo personal del estudiante</th> <th>Horas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Clases de teoría</td> <td>35-45</td> <td>Estudio de la teoría</td> <td>110-130</td> </tr> <tr> <td>Clases de problemas</td> <td>15-25</td> <td>Resolución de problemas</td> <td>55-65</td> </tr> <tr> <td>Clases de laboratorio</td> <td>15-25</td> <td>Preparación de prácticas</td> <td>70-80</td> </tr> <tr> <td>Realización de exámenes</td> <td>5-15</td> <td>Preparación de exámenes</td> <td>25-35</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>90</td> <td>Total</td> <td>285</td> </tr> </tbody> </table>		Trabajo presencial en el aula	Horas	Trabajo personal del estudiante	Horas	Clases de teoría	35-45	Estudio de la teoría	110-130	Clases de problemas	15-25	Resolución de problemas	55-65	Clases de laboratorio	15-25	Preparación de prácticas	70-80	Realización de exámenes	5-15	Preparación de exámenes	25-35	Total	90	Total	285
Trabajo presencial en el aula	Horas	Trabajo personal del estudiante	Horas																						
Clases de teoría	35-45	Estudio de la teoría	110-130																						
Clases de problemas	15-25	Resolución de problemas	55-65																						
Clases de laboratorio	15-25	Preparación de prácticas	70-80																						
Realización de exámenes	5-15	Preparación de exámenes	25-35																						
Total	90	Total	285																						
Resultados de aprendizaje esperados																									
<ul style="list-style-type: none"> • Visión de conjunto y sólida base en métodos numéricos para la resolución de ecuaciones diferenciales ordinarias (EDOs) y ecuaciones en derivadas parciales (EDPs) • Comprensión de conceptos de error, estabilidad, convergencia y consistencia de un método numérico • Capacidad para aplicar los métodos numéricos a problemas concretos de interés en ciencias aplicadas e ingeniería, con criterio para <ul style="list-style-type: none"> ▪ determinar las posibilidades y limitaciones de cada método ▪ elegir el método más apropiado • Habilidad y experiencia en la codificación de los métodos numéricos en programas de ordenador, y en la utilización de librerías o programas ya existentes. • Criterio para la interpretación y análisis de los resultados, tanto desde el punto de vista numérico como ingenieril. 																									
Evaluación de la adquisición de las competencias y sistema de calificaciones																									
Véase el epígrafe 'Criterios generales de evaluación' en el apartado 5.1.																									

Materia Trabajo Final de Máster	15 ECTS	Cuatrimestre: 2																
Competencias específicas: CE-1, CE-3, CE-4, CE-5																		
Competencias genéricas: CG-1, CG-2, CG-3, CG-4, CG-5, CG-6, CG-7																		
Breve descripción de contenidos																		
Las dos modalidades previstas de Trabajo de Fin de Máster son:																		
<ul style="list-style-type: none"> • Una tesis de máster • Un proyecto de aplicación de las matemáticas 																		
Actividades formativas en horas y su metodología de enseñanza-aprendizaje																		
15 ECTS (375 horas)																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Actividad</th><th>Horas</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Búsqueda bibliográfica y documentación</td><td>15-25</td></tr> <tr> <td>Desarrollo del trabajo</td><td>240-260</td></tr> <tr> <td>Tutorías con el director del TFM</td><td>25-35</td></tr> <tr> <td>Redacción y revisión de la memoria</td><td>60-70</td></tr> <tr> <td>Preparación de la defensa</td><td>8-10</td></tr> <tr> <td>Defensa pública del TFM</td><td>1</td></tr> <tr> <td>Total</td><td>375</td></tr> </tbody> </table>	Actividad	Horas	Búsqueda bibliográfica y documentación	15-25	Desarrollo del trabajo	240-260	Tutorías con el director del TFM	25-35	Redacción y revisión de la memoria	60-70	Preparación de la defensa	8-10	Defensa pública del TFM	1	Total	375		
Actividad	Horas																	
Búsqueda bibliográfica y documentación	15-25																	
Desarrollo del trabajo	240-260																	
Tutorías con el director del TFM	25-35																	
Redacción y revisión de la memoria	60-70																	
Preparación de la defensa	8-10																	
Defensa pública del TFM	1																	
Total	375																	
Resultados de aprendizaje esperados																		
Por tratarse de la única actividad obligatoria para todos los estudiantes del máster, en el TFM se evalúan todas las competencias genéricas y específicas.																		
Evaluación de la adquisición de las competencias y sistema de calificaciones																		
Existe un marco normativo específico del centro que regula las condiciones para el desarrollo y la defensa de los TFM. Para cualquiera de las modalidades y lugares de realización, será necesario 1) elaborar una memoria con la estructura y formato que se indicará, y 2) exponer y defender públicamente el trabajo ante un tribunal. Para los TFM realizados en pareja, se establecerá un formato de defensa que permita evaluar la participación de los dos componentes del equipo en la realización del trabajo.																		

6. PERSONAL ACADÉMICO

Subapartados

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

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

Personal académico disponible, especificando su categoría académica, su tipo de vinculación a la universidad, su experiencia docente e investigadora y/o profesional y su adecuación a los ámbitos de conocimientos vinculados al Título.

Para impartir el Máster en Matemática Avanzada e Ingeniería Matemática, la FME cuenta con todo el personal académico que actualmente imparte el Máster en Matemática Aplicada y el Máster en Ingeniería Matemática, así como la Licenciatura de Matemáticas y el nuevo Grado en Matemáticas.

El personal académico vinculado a la Facultat de Matemàtiques i Estadística, véase la Tabla 6.1, también imparte docencia en otras titulaciones de grado, postgrado y doctorado dentro de la propia oferta de estudios de la FME o de la de otros centros de la Universitat Politècnica de Catalunya. La estrecha vinculación del profesorado con estas titulaciones pone de manifiesto el interés por una continua puesta al día respecto a contenidos matemáticos en diversos ámbitos. Este hecho repercute de forma directa en la revisión y consiguiente actualización de contenidos y metodologías docentes.

De los 98 profesores que están vinculados a la FME, 96 tienen dedicación a tiempo completo y dos a tiempo parcial. La mayor parte del profesorado también imparte docencia en otros centros de la UPC, lo cual es considerado como un valor añadido para promover la interdisciplinariedad de los estudios.

El perfil y la formación del profesorado y del personal docente de soporte disponibles son adecuados teniendo en cuenta los objetivos del título. Para impartir este máster no es necesario incrementar la plantilla, puesto que se trata de la fusión de dos másteres que se están impartiendo en la actualidad.

El profesorado y el personal de apoyo necesario se regirán por el plan director de igualdad de oportunidades de la UPC. Para más información:

Web del programa Igualtat d'Oportunitats a la UPC:

<http://www.upc.edu/igualtat/presentacio>

Pla Director per a la Igualtat d'Oportunitats – UPC

www.upc.edu/igualtat/presentacio/pla-digualtat-dopportunitats

Tabla 6.1. Distribución del personal académico vinculado a la FME según el departamento de adscripción.

	Departamento	Número de profesores
	Arquitectura de Computadores	1
	Estadística e investigación Operativa	9
	Estructuras en la Arquitectura	4
	Física e Ingeniería Nuclear	2
	Lenguajes y Sistemas Informáticos	7
	Matemática Aplicada I	28
	Matemática Aplicada II	20
	Matemática Aplicada III	14
	Matemática Aplicada IV	13
	TOTAL	98

En las tablas siguientes se informa sobre las categorías y ámbitos de conocimiento del profesorado que se indica en el cuadro anterior y que está disponible para impartir el máster, así como de su experiencia en docencia universitaria. La adecuación de su experiencia docente a los ámbitos de conocimiento asociados al título no ofrece ninguna duda, ya que todo el profesorado imparte docencia desde hace varios años en los actuales másteres y/o la Licenciatura de Matemáticas.

Tabla 6.2. Personal académico por categoría, área de conocimiento y título de doctor.

Categoría	CU	Área (a)										Total	%
		MA	CIA	EIO	GIT	AC	LSI	FIS	ALG	SA			
	CU	10/0 (b)	2/0	4/0	1/0		2/0		1/0		20	20,4	
	TU	29/0		4/0	2/0	1/0	3/0	2/0	1/0		42	42,9	
	TEU	7/0	0/2								9	9.2	
	Otros	16/3		0/1			1/1			4/1	27	27,5	
	Total	62/3	2/2	8/1	3/0	1/0	6/1	2/0	2/0	4/1	98	100	

(a)

MA=Matemática Aplicada; CIA=Computación e Inteligencia Artificial;
 EIO = Estadística e Investigación Operativa; GIT = Geometría y Topología;
 AC = Arquitectura de Computadores; LSI = Lenguajes y Sistemas Informáticos;
 FIS = Física Aplicada; ALG = Álgebra; SA = Sin Área.

(b) Doctores / No doctores

Tabla 6.3. Número de tramos docentes (quinquenios) del personal académico por categorías.

		Área (a)								
		MA	CIA	EIO	GIT	LSI	FIS	ALG	AC	Total
Categoría	CU	58	10	25	5	10		4		112
	TU	97		11	7	6	8	4	4	137
	TEU	27	8							35
	Otros	30							1	31
	Total	212	18	36	12	16	8	8	4	1 315

(a)

Véanse las áreas de conocimiento en la Tabla 6.2.

En lo que se refiere a su experiencia investigadora, se muestra en las Tablas 6.4, 6.5 y 6.6 la producción científica en los últimos cinco años, los sexenios de investigación obtenidos y los recursos captados por transferencia de conocimiento.

Es importante destacar la calidad de la investigación y la producción científica producida por este profesorado. Ello queda avalado por el Informe sobre Investigación Matemática en España 1990-1999, elaborado por el Comité Español para el año mundial de las matemáticas.

Tabla 6.4. Número de tramos de investigación (sexenios) del personal académico por categorías.

		Área (a)								
		MA	CIA	EIO	GIT	LSI	FIS	ALG	AC	Total
Categoría (2)	CU	34	7	8	1	7		2		59
	TU	50		3	3	5	7	2	2	72
	TEU	7								7
	Otros	10				1				11
	Total	101	7	11	4	13	7	4	2	149

(a) Véanse las áreas de conocimiento en la Tabla 6.2.

Tabla 6.5. Producción científica media por curso del personal académico por categorías, en puntos PAR (*)

Categoría	Área (a)									
	MA	CIA	EIO	GIT	LSI	FIS	ALG	AC	SA	Total
CU	47,4	31,8	19,9	5,4	44,6		12,7			161,8
TU	22,1		13,9	4,9	7,2	24,8	8,2	17,7		97,8
TEU	12,1	1,3								13,4
Otros	21,6		12,7		33,1				14,8	82,2
Total	103,2	33,1	46,5	10,3	84,9	24,8	20,9	16,7	14,8	355,2

(*)

La UPC tiene establecido, desde hace años, una metodología para evaluar la producción científica de su personal académico, consistente en la asignación de puntos según una tabla que valora cada una de las actividades científicas desarrolladas. Véase la Tabla 8.

(a) Véanse las áreas de conocimiento en la Tabla 6.2.

Tabla 6.6. Recursos captados por transferencia de conocimiento del personal académico (promedio, en €/año, de los últimos 5 años, descontados los que no tienen ingresos por transferencia).

Categoría	Área							
	MA	CIA	EIO	GIT	LSI	FIS	ALG	Total
CU	52.346	17.850	58.712		101.183		34737	264.828
TU	25.823		17.552	19.667		38.565		101.607
TEU	25.888	4.000						29.888
Otros	20.696		14.700					35.396
Total	124.753	21.850	90.964	19.667	101.183	38.565	34.737	431.719

Fina

lmente se incluye una tabla con los datos de los tramos de gestión reconocidos por el gobierno autonómico.

Tabla 6.7. Número de tramos de gestión (quinquenios) del personal académico por categorías

Categoría	Tramos de gestión
CU	14
TU	5
TEU	1

Tabla 6.8. Criterios para la asignación de puntos PAR

Puntos PAR		
Concepto	Tipo I	Tipo II
Artículos de investigación publicados en revistas		
Indexados al JCR (según factor de impacto)	24, 20, 16	
Notables UPC	12	
Científico técnicos o artísticos		4
De divulgación		2
Actas de congresos		
Textos completos publicados en actas de congresos notables UPC	12	
Resúmenes publicados en actas de congresos notables UPC	4	
Textos completos publicados en actas de otros congresos		4
Resúmenes publicados en actas de otros congresos		2
Libros y capítulos de libros de investigación (*)		
Edición de libros	12	4
Auditoria de libros	24	8
Auditoria de capítulos de libros	4	2
Edición de números monográficos de revistas notables		
Publicación sobre la obra del autor (*)		Entre 2 y 6
Tesis leídas (director y autor)		
En la UPC (Apto/Notable/Excelente/Cum Laude)	4/6/8/12	
Fuera de la UPC (Apto/Notable/Excelente/Cum Laude)	2/3/4/6	
Premios (*)		
Premios extraordinarios de doctorado		6
Concursos de Arquitectura (*)		Entre 12 y 24
Comisario de exposiciones (*)		Entre 6 y 24
Participación en proyectos europeos como coordinador del proyecto		
Responsable de proyecto	2	
A distribuir en el PDI que participa	4	
Patentes registradas		
Informes de investigación y trabajo		1, máx 12
Organización de congresos y exposiciones		6

(*)

Según valoración de la Comisión de Investigación del Consejo de Gobierno.

Personal de apoyo disponible, especificando su vinculación a la universidad, su experiencia profesional y su adecuación a los ámbitos de conocimiento vinculados al Título.

Servicios técnicos

La FME cuenta con el apoyo de los servicios técnicos especializados de la Biblioteca y de los servicios TIC. El personal técnico informático, responsable de la red y del equipamiento destinado a la docencia y a la investigación dispone del soporte de becarios que permiten atender las incidencias durante los horarios de actividad docente. Asimismo, el personal de la Biblioteca 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 de la FME disponen de las Biblioteca Gabriel Ferraté que está permanentemente abierta.

Tabla 6.9. Personal de los servicios técnicos por categorías y dedicación.

Servicios técnicos	Categoría	Vinculación (1)	Dedicación (2)
Personal de Biblioteca	Responsable - Bibliotecaria de gestión, nivel 3	A	JC
	Bibliotecaria de nivel 2	A	JC
	Bibliotecaria de nivel 2	A	JC
	Técnico de soporte en biblioteca	L	JC
Personal SIC	Responsable SIC (3)	L	JC
	Técnico IC nivel 1	L	JC
	Técnico IC nivel 2	L	JC
	Soporte en IC nivel 1	L	JC

(1)

A=Funcionario de carrera; L=Personal laboral indefinido; I=Funcionario interino.

(2) JC=Jornada Completa

(3) SIC = Servicio de Informática y Comunicaciones

Tabla 6.10. Personal de gestión y soporte por categorías y dedicación.

Servicios de gestión y soporte	Categoría	Vinculación (1)	Dedicación (2)
Oficina de Soporte a la Docencia	Técnica de gestión de nivel 2 (F)	A	JC
	Técnica de gestión de nivel 3 (F)	A	JC
	Técnica de soporte de nivel 1	A	JC
	Operativa de administración 1	I	JC
Oficina de Soporte a la Investigación	Técnica de soporte de nivel 1	A	JC
Oficina de recursos	Técnica de gestión de nivel 3 (F)	A	JC
	Técnico de soporte nivel 1	A	JC
	Técnico de soporte nivel 2	A	JC
	Auxiliar de servicios	L	JC
	Auxiliar de servicios	L	JC
	Auxiliar de servicios	L	JC
	Responsable de servicios de recepción nivel 1	L	JC
Oficina de Soporte a la Dirección	Responsable de recepción (tardes)	L	JC
	Secretario	A	JC

(1)

A=Funcionario de carrera; L=Personal laboral indefinido; I=Funcionario interino.

(2) JC=Jornada Completa.

Ambos servicios están coordinados por la Jefa de los Servicios de Gestión y Soporte de la FME.

7. RECURSOS MATERIALES Y SERVICIOS

Subapartados

- 7.1. Justificación de la adecuación de los medios materiales y servicios disponibles
- 7.2. Previsión de adquisición de los recursos materiales y servicios necesarios

La Facultat de Matemàtiques i Estadística (FME), tras un análisis de los recursos materiales y de los servicios, considera que éstos son adecuados a los objetivos formativos que se prevén en el Máster en Matemática Avanzada e Ingeniería Matemática y que está en condiciones óptimas para impartir dicha titulación de acuerdo con los requerimientos que señala el EEES.

7.1. Justificación de la adecuación de los medios materiales y servicios disponibles

Aulas, laboratorios y equipamientos

Como se puede observar en la Tabla 7.1, la FME dispone de seis aulas de teoría, de tres aulas para problemas y de tres aulas para prácticas, así como de una mixta para teoría y problemas. Se dispone de aulas especiales para los grupos de problemas y de prácticas. Todo ello hace que la FME se caracterice por disponer de grupos de tamaño reducido y la relación de metros cuadrados por estudiante sea adecuada.

Todas las aulas están equipadas con sistema multimedia (excepto la aula 006) y con puntos de conexión a la red (voz y datos). Seis de ellas disponen de red inalámbrica.

Tabla 7.1. Aulas, laboratorios y equipamientos

AULAS				EQUIPAMIENTOS		
Código	Tipo (1)	Sup (2)	Cap (3)	PC (4)	Red (5)	Multimedia (6)
PC1	L	61,62	40 + 1	20 + 1	Cab+RI	VP+Alt
PC2	L	113,81	70 + 1	135 + 1	Cab+RI	VP+Alt
PC3	L	62,41	25+1	25+1	Cab+RI	VP+Alt
S03	M	61,62	36+1	1	Cab	VP+Alt
S05	P	62,41	52+1	1	Cable	VP+Alt
003	P	60,84	55+1	1	Cab+RI	VP+Alt
007	P	62,01	50+1	1	Cab+RI	VP+Alt
S01	T	71,63	63+1	1	Cab	VP+Alt
S04	T	115,47	99+1	1	Cab	VP+Alt
001	T	102,77	93+1	1	Cab	VP+Alt
002	T	70,38	65+1	1	Cab	VP+Alt
006	T	40,95	30+1	1	Cab	Starboard
101	T	63,20	40+1	1	Cab+RI	VP+Alt

(1) T

= Teoría, P = Problemas, L = Laboratorio, M = Mixto (T+P)

- (2) Superficie, en m².
- (3) Capacidad (número estudiantes + 1 profesor)
- (4) PCs para estudiantes. En todos los casos se dispone de un PC para el profesor.
- (5) Cab=Cableado; RI = Red inalámbrica
- (6) VP = videoproyector; Alt = altavoces; Starboard = pizarra interactiva.

En la tabla 6.2, se relacionan las salas de que dispone la FME, así como el equipamiento con que están dotadas. Las salas destinadas a los profesores se utilizan como espacio de trabajo individual y en equipo y también para ejercer la función de tutoría.

Junto la Biblioteca hay la sala de estudio y tres salas de trabajo en grupo con equipamiento para la reproducción de fondos documentales.

Tabla 7.2. Salas y equipamientos

SALAS				EQUIPAMIENTO	
Código	Sup(1)	Cap (2)	Uso (3)	PC (4)	Red (5)
206	60,79	5	Sala de profesores	4	Cab+RI
206 bis	18,48	6	Sala de consultas	portátil	Cab+RI
400	317,76	84	Biblioteca	15	Cab+RI+42PCon
405	80,23	36	Sala de estudios	10	Cab+RI
410	9,20	6	STG 1	portátil	RI
411	9,20	6	STG 2	portátil	RI
412	9,20	6	STG 3	portátil	RI
426 A	17,66	10	Exp	portátil	RI
426 B	30,95	16	Simul+Proy	8	Cab+RI

(1)

Sup = superficie en m²

(2) Cap = capacidad (número de plazas)

(3) STG = sala de trabajo en grupo; Exp = sala experimental; Simul+Proy = sala de simulación y proyectos.

(4) Número de PCs. Los/as estudiantes pueden trabajar con ordenadores portátiles, que consiguen a través del servicio de préstamo de la Biblioteca de la FME, en la sala experimental y en las salas de trabajo en grupo.

(5) Cab = cableado; RI = Red inalámbrica; PCon=punto de conexión a la red.

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

La FME 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 FME tiene como objetivo la renovación cada dos años, si procede, del equipamiento informático.

Por ello, la FME 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.

Biblioteca

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 políticas 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 encyclopedias, 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 FME

La Biblioteca de la Facultat de Matemàtiques i Estadística (BFME) ofrece sus servicios principalmente a la FME y a las unidades estructurales ubicadas en el edificio donde se encuentra la biblioteca, básicamente al Departamento de Ingeniería de Sistemas, Automática e Informática Industrial (ESAI) y al Instituto de Robótica y Informática Industrial (IRI).

El fondo de la biblioteca está especializado en matemáticas y estadística, y está formado por libros recomendados en las guías docentes, bibliografía especializada, obras de consulta, revistas, vídeos, apuntes y exámenes, proyectos de fin de carrera y tesis doctorales. También dispone de una colección de juegos matemáticos para dar soporte a la docencia de la facultad.

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.

Recursos de información de la biblioteca de la FME

Las colecciones de la biblioteca de la FME están principalmente especializadas en: matemática general, álgebra, geometría, análisis matemático, ecuaciones diferenciales, física matemática, análisis numérico, informática, investigación operativa, estadística y matemática financiera.

Cabe destacar los depósitos de E-prints, con 351 documentos en la comunidad de matemáticas y estadística; el depósito de revistas y congresos con la gestión de 4 revistas, y el depósito de la Videoteca de la UPC con 92 vídeos disponibles en la comunidad de la Facultat de Matemàtiques i Estadística.

Los programas de cooperación educativa de la UPC: carácter general

La FME 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

Atenea es el entorno virtual de docencia de la UPC y es utilizada por la FME como soporte para el aprendizaje. 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 y de las unidades básicas (centros docentes, departamentos e institutos universitarios de investigación), con el objetivo de dar soporte a la adaptación de los estudios de la UPC a las directrices del Espacio Europeo de Educación Superior. Atenea se ha desarrollado utilizando como base tecnológica la plataforma de programario abierto de Moodle.

Los profesores disponen 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/>](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/>](http://www.upc.edu/bupc/)

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

La FME 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.

8. RESULTADOS PREVISTOS

Subapartados

- | |
|--|
| 8.1. Valores cuantitativos estimados para los indicadores y su justificación |
| 8.2. Progreso y resultados de aprendizaje |

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 (para másteres de 1 año)*: 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.

Parece natural basar la estimación en los resultados de los actuales Máster en Matemática Aplicada (MMA) y Máster en Ingeniería Matemática (MIM). Sin embargo, no se dispone de información estadísticamente significativa, puesto que:

1. Se trata de másteres de 2 cursos académicos de duración que empezaron a impartirse en el curso 2006/07 (hace tres cursos, sin incluir éste).
2. Durante los cursos 2006/07 y 2007/08, y de acuerdo con la normativa vigente entonces, accedieron a estos másteres algunos estudiantes con 180 ECTS cursados en la Licenciatura de Matemáticas u otras titulaciones, que han simultaneado ambos estudios. Entre estos estudiantes se ha producido una tasa de abandono anormalmente alta por la dificultad de la simultaneidad.

Aún así, en la Tabla 8.1 se recogen algunos datos relativos a estos másteres.

Tabla 8.1. Ingreso y egreso en el Máster en Matemática Aplicada y el Máster en Ingeniería Matemática

	MMA		MIM	
	Entrada de estudiantes	Estudiantes titulados	Entrada de estudiantes	Estudiantes titulados
2006-2007	18	0	12	0
2007-2008	10	6	11	0
2008-2009	8	12	9	8
2009-2010	20	10 (*)	8	12 (*)

(*)

Valores estimados según la matrícula del curso actual (4 estudiantes ya se han titulado durante el primer trimestre de este curso al haber defendido su TFM)

A la vista de estos datos, se ha realizado la previsión que se indica en la Tabla 8.2.

Tabla 8.2. Tasas propuestas

NOMBRE DE LA TASA	VALOR NUMÉRICO DE LA TASA
Tasa de graduación	80 %
Tasa de abandono	10 %
Tasa de eficiencia	90 %

8.2. Progreso y resultados de aprendizaje

La UPC evalúa el rendimiento general de los/las estudiantes de sus titulaciones oficiales principalmente a través de los tres indicadores de rendimiento citados.

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).

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.

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 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 Máster presentará los resultados de aprendizaje propios de toda la formación adquirida a lo largo del máster



9. SISTEMA DE GARANTÍA DE LA CALIDAD DEL TÍTULO

Subapartados

- 9.1. Responsables del sistema de garantía de calidad del plan de estudios
- 9.2. Procedimientos de evaluación y mejora de la calidad de la enseñanza y el profesorado
- 9.3. Procedimiento para garantizar la calidad de las prácticas externas y los programas de movilidad
- 9.4. Procedimientos de análisis de la inserción laboral de los titulados y de la satisfacción con la formación recibida
- 9.5. Procedimiento para el análisis de la satisfacción de los distintos colectivos implicados (estudiantes, personal académico y de administración y servicios, etc.) y de atención a las sugerencias y reclamaciones. Criterios específicos en el caso de extinción del título

9.1. Responsables del sistema de garantía de calidad del plan de estudios

La FME dispone de un sistema interno de garantía de la calidad, que se inscribe en el programa AUDIT de ANECA, AQU Catalunya y AGSUC, uno de cuyos cometidos consiste en asegurar la calidad de sus procesos formativos, entre los cuales se incluye el presente máster.

La responsabilidad del sistema interno de garantía de la calidad de la FME corresponde a su equipo directivo y, en particular, a uno de sus vicedecanatos, denominado precisamente de Planificación y Calidad. La Comisión Permanente de la FME es el órgano de gobierno colectivo de la facultad competente en materia de calidad.

a) Estructura y composición

La estructura y composición de la Comisión Permanente de la FME está establecida en el reglamento de la FME, de acuerdo con las directrices normativas genéricas y propias de la UPC. Su composición garantiza la presencia mediante representantes electos de los distintos colectivos (profesorado, personal de administración y servicios y estudiantes) de la comunidad universitaria.

Cuando se considere oportuno, la Comisión invitará a participar a representantes de grupos de interés externos (centros de investigación, administraciones, empresas, etc.) vinculados con las actividades de la unidad.

b) Normas de funcionamiento

El Reglamento de la FME especifica quien elige a los miembros y cuando se renuevan, la periodicidad de las reuniones (ordinarias y extraordinarias), quién las convoca y los plazos para convocar y anunciar el orden del día, qué tipo de información es preceptivo incluir; la duración máxima de la sesión; si existe la posibilidad de invitar con fines informativos a las personas que se consideren oportunas; el contenido mínimo del acta (asistentes, orden del día, fecha y lugar donde se ha celebrado, los puntos principales de las deliberaciones y el contenido de los acuerdos adoptados); y la custodia y el mecanismo para hacerla pública.

c) Mecanismos para la toma de decisiones

La toma de decisiones se llevará a cabo a través de las intervenciones de los miembros de la comisión correspondiente en las reuniones que periódicamente se lleven a cabo. Los acuerdos pueden ser adoptados por consenso o mediante votación, cuando fuera el caso.

d) Funciones asignadas

- Verificar el cumplimiento de los requisitos generales de la Política y Objetivos de Calidad de las enseñanzas/centro y difundir esta información entre todos los colectivos del Centro.
- Analizar y proponer mejoras en los procedimientos de:
 - Evaluación y mejora de la calidad de la enseñanza y el profesorado.
 - Garantía de la calidad de las prácticas externas y los programas de movilidad.
 - Análisis de la inserción laboral de los titulados y de la satisfacción con la formación recibida.
 - Análisis de la satisfacción de los distintos colectivos implicados y de atención a las sugerencias y reclamaciones.
 - Gestión de los recursos materiales y servicios del Centro.
- Realizar el desarrollo y seguimiento de los diferentes procesos que conforman el sistema, la identificación y coordinación de las unidades implicadas en el mismo, el seguimiento de las acciones correctoras y de mejora, los cambios que se planifiquen que puedan afectar al sistema de calidad, los resultados de cada proceso y las recomendaciones a llevar a cabo en función de los mismos para la mejora del plan de estudios.
- Elaborar propuestas de mejoras del sistema de calidad del centro/plan de estudios que se presentarán a los diversos órganos de gobierno o comisiones del centro para su ejecución, seguimiento y evaluación.

9.2. Procedimientos de evaluación y mejora de la calidad de la enseñanza y el profesorado

1) Procedimientos para la recogida y análisis de información sobre la calidad de la enseñanza

- Anualmente, se valora la calidad de la docencia de las asignaturas de cada titulación mediante la Encuesta al estudiantado sobre las asignaturas. Los objetivos de esta encuesta son:
 - Detectar problemas en el ámbito de la docencia.
 - Posibilitar vías de solución para la mejora continua del plan de estudios.
 - Ser un elemento a tener en cuenta en la evaluación de las actividades de planificación, organización y seguimiento de las enseñanzas que corresponden al centro.

La población encuestada son todos los estudiantes del máster. Se utiliza un modelo único en formato electrónico. Dicho instrumento consta de 5 preguntas comunes para todas las titulaciones:

- Creo que el seguimiento de esta asignatura me aporta nuevos conocimientos.
- Creo que el tiempo de trabajo personal que se debe dedicar a esta asignatura para seguirla con aprovechamiento por hora de clase impartida es aproximadamente: 1) >2h 2) 1 a 2 horas 3) 1h 4) <1h 5) Ninguno
- La materia que se trata en esta asignatura me interesa.
- Las condiciones (espacios, material equipamientos...) en que se imparte esta asignatura creo que son adecuadas.
- Mi valoración global de la asignatura es positiva.

Según la tipología de la asignatura (teoría, laboratorio, etc.), además se pueden añadir algunas preguntas adicionales. La gestión, el tratamiento y análisis de datos, y la difusión de los resultados de la encuesta se llevan a cabo de forma centralizada a través

del Gabinete de Planificación, Evaluación y Calidad de la universidad. Los resultados se difunden a través de una intranet (<https://bibliotecnica.upc.edu/apae/enquetes/login.asp>) y los datos se publican anualmente de forma agregada por unidad básica (centro y departamento). Los destinatarios de la difusión son el Vicerrectorado de Docencia y Estudiantado, el Servicio de Personal, los profesores de cada asignatura, el director o directora del máster, administradores y técnicos de planificación y calidad.

El informe de resultados de la encuesta será revisado y analizado por la Comisión Permanente, que determinará el conjunto de actuaciones a llevar a cabo.

Esta Comisión se ocupará de solicitar al departamento responsable de una asignatura que tome las iniciativas necesarias, si la actividad docente de la asignatura se considera deficiente o incumple con los objetivos propuestos por el centro. Si la Comisión considera que las deficiencias no han estado corregidas, se informará al órgano que corresponda para que actúe en consecuencia.

- Los estudiantes pueden hacer llegar sus opiniones acerca de la calidad de la enseñanza a través de sus representantes en el Órgano responsable del máster, de la delegación de estudiantes o directamente a su tutor o al director del máster. Mediante los mecanismos establecidos por el centro (ej: reuniones periódicas de los órganos y de la delegación, sesiones tutoriales individuales o grupales, etc.) se recogerán acciones de mejora sobre el proceso de aprendizaje, la resolución y previsión de problemas académicos y para la garantía de la calidad del plan de estudios.

2) **Los procedimientos para la recogida y análisis de información sobre los resultados de aprendizaje**

Se tienen en cuenta los resultados obtenidos anualmente por los estudiantes sobre una serie de indicadores:

- Parámetro de resultado medio: es el cociente de la media de los créditos superados por el estudiante en un periodo lectivo sobre la media del total de créditos matriculados, excluyendo de este cómputo los créditos convalidados, adaptados, reconocidos y equiparados. Este indicador expresa el grado de eficacia del estudiante y de la institución docente en relación a su actividad académica.
- Parámetro de éxito: es el cociente de los créditos superados por el estudiante en un periodo lectivo sobre el total de créditos presentados, excluyendo de este cómputo los créditos convalidados, adaptados, reconocidos, equiparados y los “No presentado”.
- Media de créditos teóricos: resulta de dividir el número total de créditos por el número de cuatrimestres teóricos.
- Tasa de eficiencia: relación porcentual entre el número total de créditos teóricos del plan de estudios a los que debieron haberse matriculado a lo largo de sus estudios el conjunto de estudiantes titulados en un determinado curso académico y el número total de créditos en los que realmente han tenido que matricularse.
- 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 anterior.

- Tasa de titulación: porcentaje de estudiantes que finalizan la enseñanza en el tiempo previsto en el plan de estudios o en año académico más en relación con su cohorte de entrada.

Los resultados de estos indicadores se hacen públicos cada año en la web de Datos Estadísticos y de Gestión de la UPC (<http://www.upc.edu/dades/>), y se presentan en esta plataforma de forma global (Apartado Docencia, Subapartado 1.3.2.10) y por titulaciones (Apartado Docencia, Subapartado 1.3.2.11). Dichos resultados se tendrán que traducir en actuaciones orientadas a la mejora del proceso de aprendizaje del estudiantado.

Por otra parte, con carácter anual, por centros y titulaciones, la UPC también publica en su web de Datos Estadísticos y de Gestión (<http://www.upc.edu/dades/>, Apartado Docencia, Subapartado 1.4.1) indicadores relativos a los titulados:

- la distribución del número de titulados por género y edad
- el % de titulados en función de la duración de los estudios
- la evolución global y por titulaciones de los titulados
- el número de titulados con una estancia académica internacional equivalente a un cuatrimestre

El objetivo de dichas publicaciones, tanto en el caso de los indicadores sobre los resultados académicos como sobre los titulados es rendir cuentas a la comunidad universitaria y a la sociedad en general.

Para la evaluación del aprendizaje de los estudiantes también se utilizan otros mecanismos (exámenes, proyectos realizados, Trabajo Final de Máster, etc.) como indicadores para determinar el grado de consecución de los objetivos establecidos en el plan de estudios. Los resultados obtenidos por los estudiantes en cada una de las pruebas quedan certificados mediante unos actos de evaluación que sirven de instrumento para que el órgano/comisión encargado de la evaluación del estudiantado lleve a cabo su análisis y tome las medidas y las decisiones adecuadas para la mejora del plan de estudios.

Los responsables del sistema interno de garantía de la calidad de la FME garantizarán que anualmente se midan, se analicen y se utilicen los resultados del aprendizaje para la toma de decisiones y la mejora continua de la calidad de las enseñanzas impartidas. Para ello se elaborará un informe o memoria anual que se presentará a los órganos de consulta y deliberación responsables de la evaluación de las asignaturas y de los estudiantes para que analicen dichos resultados y definan las medidas que sean necesarias.

3) Los procedimientos para la recogida y análisis de información sobre el profesorado

3.1. Manual de evaluación de la Actividad Docente de la UPC

Con respecto a los mecanismos de evaluación y mejora de la calidad del profesorado, la Universitat Politècnica de Catalunya aplica desde el curso 2007/2008 un modelo de evaluación del profesorado basado en el Manual de Evaluación de la Actividad Docente de la UPC aprobado por el Consejo de Gobierno (acuerdo número 174/2007 del Consejo de Gobierno de 13 de noviembre de 2007).

Esta certificación responde a la adecuación del modelo de evaluación de la UPC a los criterios establecidos por AQU Catalunya a: Resolución IUE / 2037/2007, de 25 de junio, que publica las Instrucciones para la Certificación de Manuales de Evaluación Docente de las Universidades Públicas Catalanas y la Guía para el diseño y la implantación de un modelo

institucional de evaluación docente del profesorado a las universidades públicas catalanas (AQU Catalunya, segunda edición).

La evaluación del profesorado funcionario y contratado no se hace únicamente a efectos de la concesión de un complemento autonómico, sino que tiene que permitir:

- Informar de los resultados de la evaluación a AQU Catalunya y al departamento competente en materia de universidades para la obtención del complemento autonómico.
- Informar los tribunales de concursos para plazas de profesorado.
- Considerarla un requisito para presidir los tribunales de los concursos de acceso a plazas de profesorado, y un mérito para formar parte.
- Considerarla un mérito en los procesos de promoción interna.
- Considerarla un mérito en las solicitudes de ayudas para la innovación, la mejora docente y la búsqueda sobre docencia.
- Considerarla un mérito para la concesión de permisos y licencias.
- Considerarla un mérito en la solicitud de la condición de profesor emérito.
- Considerarla un requisito para poder optar a la concesión de premios y otros reconocimientos de calidad docente.
- Considerarla un requisito para poder optar a la concesión del complemento autonómico de docencia.
- Otros efectos que el Consejo de Gobierno determine en acuerdos posteriores a la aprobación de este modelo.

El modelo de evaluación recoge información referente a los contenidos siguientes:

- Autoinforme del profesor.
- Planificación docente.
- Actuación profesional.
- Resultados de la actividad docente.
- Satisfacción de los estudiantes.

En el apartado del autoinforme, se pretende que el profesor haga una reflexión personal sobre la docencia impartida (haciendo referencia al resto de apartados) así como identificar los méritos docentes más relevantes del quinquenio.

En el apartado de planificación docente, se tiene en cuenta el volumen de docencia, así como la variedad de asignaturas impartidas durante el quinquenio, y en el apartado de “actuación profesional” se quiere dar importancia a las actividades que el profesor ha realizado y que están vinculadas a la mejora docente.

Para asegurar una buena valoración de las tareas desarrolladas por el profesor se han designado diferentes comisiones de ámbito que se encargan de validar y valorar los méritos aportados por el profesor.

3.2. Encuesta al estudiantado sobre la actuación docente del profesorado

Para valorar la satisfacción de los estudiantes, la UPC realiza la Encuesta al estudiantado sobre la actuación docente del profesorado que valora anualmente la calidad académica del profesorado. Los objetivos de esta encuesta son:

- Contribuir a la mejora de la calidad docente de la Universidad.
- Detectar problemas en el ámbito de la docencia y posibilitar vías de solución para la mejora continua del plan de estudios.
- Ser un elemento a tener en cuenta en la valoración del complemento de méritos docentes (quinquenios), la promoción o renovación del contrato, la concesión de permisos temporales, y la evaluación de la docencia del Departamento donde esté asignado.

La población encuestada son todos los estudiantes de máster. Se utiliza un modelo único en formato electrónico. Dicho instrumento consta de 4 preguntas comunes para todas las titulaciones.

- Creo que este/a profesor/a me ha ayudado a comprender esta materia.
- Pienso que está motivado/a en la materia que imparte.
- Considero que se muestra receptivo/a para resolver las dudas de los estudiantes.
- Pienso que lo/la profesor/a que ha impartido esta asignatura es un buen/a profesor/a.

(Las respuestas van de 1 (mucho en desacuerdo) a 5 (muy de acuerdo)).

y, según la tipología de la asignatura (teoría, laboratorio, etc.), además se pueden añadir algunas preguntas adicionales. La difusión de los resultados de la encuesta se lleva a cabo de forma centralizada a través del Gabinete de Planificación, Evaluación y Calidad de la universidad. Los resultados de la encuesta se difunden a través de una intranet (<https://bibliotecnica.upc.edu/apae/enquestes/login.asp>) y los datos se publican anualmente de forma desagregada por profesores y de forma agregada por unidad básica (centro y departamento). Los destinatarios de la difusión son el Vicerrectorado de Política Académica, el profesorado, el director o directora, administradores y los técnicos de planificación y calidad.

La Comisión Académica de la FME es el órgano encargado de velar por la calidad de las enseñanzas impartidas y de evaluar la actividad docente de los departamentos y la tarea docente del PDI adscrito. Esta Comisión se ocupará de evaluar la tarea docente del PDI asignado al máster y de elaborar informes sobre la tarea docente llevada a cabo por este personal. Para ello se tendrán en cuenta, entre otros elementos, los resultados obtenidos en esta encuesta y se informará de los mismos al director/a del máster junto con un informe de medidas correctoras a adoptar y de acciones de mejora a aplicar.

3.3. Info PDI

También se dispone de otro mecanismo para la consulta de la valoración del estudiantado sobre la actuación docente y de los indicadores sobre la actividad docente, de investigación, de dirección y coordinación, y de extensión universitaria del PDI. Se trata de un aplicativo informático llamado “Info PDI” (<https://bibliotecnica.upc.es/apae/infopdi/login.asp>) que contiene la evolución histórica de cada uno de los indicadores de actividad del profesorado y los resultados de las encuestas de los estudiantes desde el curso 1995/1996. A este aplicativo puede tener acceso cada profesor, el cual puede visualizar un informe global que contiene su progresión en los distintos ámbitos de su actividad:

- Docencia: docencia impartida en titulaciones de grado, máster y doctorado; direcciones de PFC, trabajos de investigación tutelados y proyectos de tesis; participación en tribunales (PFC, tesis y DEA); coordinaciones de programas docentes, de programas de intercambios de estudiantes de un centro de la UPC, de programas de cooperación educativa, etc.; actividades personales (asistencia a cursos, seminarios, jornadas, simposios de formación docente, pedagógica o de materias propias del área de conocimiento, ...); y encuestas de los estudiantes.
- Investigación: resultados de la actividad de investigación obtenidos a partir de la publicación de artículos en revistas, congresos, libros, premios, etc.
- Dirección y coordinación: de órganos de gobierno y de representación, en órganos colegiados o unipersonales de las unidades básicas, etc.
- Extensión universitaria: resultados de la actividad de extensión universitaria, relacionados con actividades de voluntariado, de colaboración con las instituciones y con los medios de comunicación, etc.

El Info PDI constituye para el profesorado un motivo individual de reflexión, que incide en la mejora de la calidad docente. Dicho aplicativo se actualiza anualmente y se gestiona a través del Gabinete de Planificación, Evaluación y Calidad en colaboración con el Servicio de Personal de la UPC.

3.4. Plan de Formación del PDI de la UPC

En relación a la formación del PDI y la vinculación de ésta a la evaluación del profesorado, la UPC cuenta con un Plan de Formación del PDI de la UPC (Documento aprobado por el Consejo de Gobierno de fecha 22 de julio del 2005) en el cual se establecen los objetivos, su desarrollo, los instrumentos y los criterios de priorización de las actividades de formación. Según este documento marco, el Instituto de Ciencias de la Educación (ICE) de la UPC canaliza todas las actividades formativas dirigidas al PDI con el objetivo de mejorar su actividad académica (docencia, investigación, transferencia de tecnología, extensión universitaria, y dirección y coordinación), instrumental (idiomas, etc.) y la propia de su ámbito de conocimiento (actividades de formación continuada, etc.). El conjunto de la oferta existente se estructura a través de la creación de un espacio propio dentro de la web del ICE aprovechando los recursos ya existentes (inscripciones vía web, listas de distribución, etc.) y mediante la web de la UPC así como otros medios de comunicación interna de forma coordinada con el Servicio de Comunicación y Promoción de la UPC. El Consejo de Gobierno fija anualmente las líneas de formación a impulsar así como los colectivos y las situaciones a las cuales se dirigen, de acuerdo con las líneas estratégicas de la institución. El ICE lleva a cabo la priorización de las solicitudes, a partir de las líneas aprobadas anualmente por el Consejo de Gobierno. El Instituto canaliza el proceso de acreditación de las actividades formativas realizadas por el PDI. Las diversas comisiones del Consejo de Gobierno, a propuesta del ICE, asignan el reconocimiento pertinente de acuerdo con la tipología de actividad realizada.

4) Objetivos de calidad previamente fijados

Los objetivos de calidad del máster son los siguientes:

- Proporcionar una formación dirigida hacia la excelencia, garantizando una oferta académica acorde con las necesidades y expectativas de los usuarios y la sociedad en general.

- Facilitar al PDI y PAS la adquisición de la formación necesaria para realizar sus respectivas actividades, y facilitar los recursos necesarios para que las puedan desarrollar satisfactoriamente.
- Conseguir un compromiso permanente de mejora continua.
- Asegurar que la Política de Calidad sea entendida y aceptada por todos los grupos de interés y que se encuentre a disposición de todos ellos.
- Garantizar que el Sistema de Gestión de Calidad se mantenga efectivo y que sea controlado y revisado de forma periódica.

9.3. Procedimiento para garantizar la calidad de las prácticas externas y los programas de movilidad

1) Procedimientos/mecanismos para la recogida y análisis de información sobre los créditos optativos cursados fuera del máster

Según se ha detallado en el apartado 5.2, está previsto que los estudiantes que lo deseen puedan cursar hasta la mitad de los créditos de materias optativas fuera del máster.

En cada uno de los másteres, postgrados o cursos especializados receptores, habrá una persona de contacto que servirá de enlace con el Órgano responsable del máster. Dicha persona informará periódicamente al director del máster del rendimiento académico de los estudiantes del MMAIM, así como de las eventuales incidencias. A su vez, el director de máster informará en las reuniones del Órgano responsable del máster, que debatirá y propondrá mejoras cuando sea necesario. Si se considera oportuno, a dichas reuniones serán invitadas las personas de contacto de los másteres, postgrados y cursos receptores.

2) Procedimientos/mecanismos para la recogida y análisis de información sobre los programas de movilidad 1

En este ámbito, la UPC promueve programas de movilidad (SICUE-SÉNECA, SÓCRATES-ERASMUS, UNITECH, CINDA y convenios específicos con universidades de todo el mundo para intercambios o dobles titulaciones) para estudiar y trabajar en España o en el extranjero. La movilidad de estudiantes se coordina desde el Servicio de Relaciones Internacionales, sin embargo, la gestión académica de los intercambios la realiza el responsable de intercambios del centro.

Los acuerdos de movilidad quedan plasmados por escrito, firmados por los cargos correspondientes de ambas universidades. El centro tiene informatizada la gestión de los intercambios a través de herramientas informáticas específicas, bases de datos, listas de correo electrónico e información específica en el programa de gestión de matrículas de los estudiantes. La información relativa a la gestión y coordinación de los distintos programas de movilidad (convocatorias, becas, reuniones informativas, etc.) se publica en la web del Servicio de Relaciones Internacionales y también en la propia web del centro.

La actividad de los programas de movilidad se mide a partir de una serie de indicadores que evalúan la calidad de los mismos, entre los cuales destacan las encuestas de las propias

¹ Respecto al concepto de "Programa de Movilidad" hemos de tener en cuenta lo siguiente:
En la Universidad se entiende por "programa de movilidad":

- la posibilidad o acción de estudiantes de la UPC que llevan a cabo un programa de movilidad en otra institución de educación superior o
- estudiantes de otras instituciones de educación superior que llevan a cabo un programa de movilidad en la UPC. Dicho programa debe llevar asociado la exigencia de reconocimiento académico de las materias impartidas durante la estancia.

escuelas/facultades, la encuesta sobre la estancia Sócrates de la Agencia Nacional ERASMUS y las encuestas de satisfacción de los estudiantes.

Desde el centro se realizará un seguimiento del estudiante, se elaborará la propuesta de reconocimiento de créditos al finalizar el programa de intercambio, se realizará una entrevista personal con el estudiantado que ha participado en los programas de intercambio y se elaborará un informe de resultados para la mejora del desarrollo del plan de estudios.

Con el fin de garantizar la calidad de los programas de movilidad, la Comisión Permanente del centro llevará a cabo una revisión periódica de dichos programas, analizando el nivel de alcance de los objetivos propuestos, las posibles deficiencias detectadas y el nivel de satisfacción de los estudiantes. Para extraer esta información se hará uso de indicadores (número de estudiantes que participan en programas de movilidad, origen de la movilidad, destino de la movilidad, etc.) y de encuestas de satisfacción a estudiantes. Los resultados del análisis de esta información serán trasladados a los responsables de los programas de movilidad al finalizar cada curso académico, con el fin de implementar las mejoras pertinentes. Las propuestas de mejora irán dirigidas, en su caso, a:

- Responsables del título.
- Responsable de Intercambios del centro.
- Responsable del Servicio de Relaciones Internacionales de la Universidad.
- Responsable (Vicerrectorado) de Relaciones internacionales.
- Responsable (Vicerrectorado) de Estudiantes.

Las propuestas de mejora estarán centradas, en su caso, en:

- Ampliación o disminución de plazas.
- Nuevos convenios con otras Universidades, revisión y/o modificación de los existentes.
- Atención a las quejas, sugerencias y reclamaciones de los distintos colectivos implicados.

Para rendir cuentas sobre los programas de movilidad, cada curso académico se publican en la web de Datos Estadísticos y de Gestión de la UPC (www.upc.edu/dades/), Apartado de Docencia, Subapartado 1.5.4), los indicadores más relevantes de la movilidad de la Universidad.

9.4. Procedimientos de análisis de la inserción laboral de los titulados y de la satisfacción con la formación recibida

La UPC impulsa la Encuesta a titulados de la UPC.

Los objetivos de dicha encuesta son:

- Evaluar su inserción laboral 3 años después de finalizar sus estudios.
- Valorar su satisfacción con la formación recibida en la Universidad y su adecuación al lugar de trabajo que ocupan.
- Además esta encuesta se trata de un proyecto compartido con las 7 universidades públicas catalanas y la Agencia de Calidad del Sistema Universitario catalán (AQU Catalunya). Este instrumento permite realizar una evaluación transversal de la inserción laboral de los titulados universitarios y armonizar la metodología utilizada para poder comparar e integrar la información con el objetivo de extraer conclusiones fiables en el ámbito catalán.
- Finalmente, los resultados de este cuestionario permiten extraer indicadores para comparar las posibilidades de inserción que ofrecen las diferentes titulaciones de la UPC y, al mismo tiempo, posibilita el análisis de cada una de las áreas de conocimiento en particular.

La población encuestada es una muestra de los titulados y se utiliza un modelo único de encuesta para todo el colectivo. La encuesta está estructurada en distintos bloques: el primero está relacionado con el primer trabajo (dificultad, cuándo y cómo se encontró, etc.), el segundo con la situación laboral actual del encuestado (ámbito y características de la empresa, salario, tipo y duración de contrato, funciones realizadas, satisfacción con el trabajo, factores que influyeron para que lo contrataran, etc.), el tercero está relacionado con el nivel de formación recibida en la UPC (la formación teórica y práctica; las competencias transversales como la informática, los idiomas o la documentación; las competencias interpersonales y de gestión como la expresión oral, la comunicación escrita, el trabajo en equipo, el liderazgo y la gestión; y las competencias cognitivas como son la resolución de problemas, la toma de decisiones, la creatividad o el pensamiento crítico) y su adecuación al lugar de trabajo, el cuarto está vinculado con la formación continuada, en el quinto se pregunta acerca de la movilidad mientras que en el sexto bloque se analizan las situaciones de titulados en paro (medios para buscar trabajo, tiempo en desempleo, elementos que pueden dificultar el acceso a un trabajo, etc.).

A partir de los resultados de la encuesta, AQU Catalunya elabora dos tipos de informes que contienen datos agregados: “La inserción laboral de los graduados universitarios. Total por áreas en Cataluña” y “La inserción laboral de los graduados universitarios. Total por subáreas en Cataluña”.

Desde el Gabinete de Planificación, Evaluación y Calidad de la UPC, a partir de los resultados de esta encuesta se confecciona el “Informe sobre la inserción laboral de los graduados y titulados de la UPC”, el cual se difunde a través de prensa escrita y mediante el Sistema de Información Directiva de la UPC y se presenta en distintos foros de los órganos de gobierno, de representación y de consulta, como el Consejo de Dirección o el Consejo de Directores de Centros Docentes para su información, reflexión y debate. Paralelamente, también se hace difusión de los resultados por centros y titulaciones a través del web de Datos Estadísticos y de Gestión de la UPC (www.upc.edu/dades/, Apartado Centros Docentes, Subapartado “Encuestas a los titulados”).

En conclusión, los datos extraídos de esta encuesta representan una herramienta que permite realizar un seguimiento de los indicadores básicos de inserción laboral de los graduados y titulados de la UPC, de conocer la tasa de ocupación por centros y la valoración de la formación recibida en cada uno de ellos, y de aplicar sin perder de vista la complejidad del mercado laboral las adecuadas medidas de mejora en el plan de estudios.

Por otra parte, la UPC dispone de la Oficina de Orientación e Inserción Laboral (OOIL) que tiene como objetivo dar respuesta a las necesidades de los estudiantes y graduados de la UPC en materia de orientación e inserción laboral. El objetivo principal de la OOIL no es sólo facilitar la inserción laboral de los nuevos titulados de la UPC que se han apuntado a su bolsa de trabajo, sino, fundamentalmente, y pensando en las perspectivas de futuro, facilitar el desarrollo de su carrera profesional para procurar un posicionamiento correcto ante el mercado laboral.

Además la OOIL está vinculada directamente con más de 300 empresas, e indirectamente con muchos más usuarios de la bolsa de trabajo, a las que ofrece una serie de servicios: les asesora en sus necesidades de incorporación de personal calificado con respecto a los perfiles profesionales derivados de las titulaciones de la UPC y con respecto a las condiciones laborales que se les pueden ofrecer; les ofrece un servicio de bolsa de trabajo y los implica en acciones relacionadas con el tema de la inserción laboral (workshops de empresas,

talleres de competencias transversales,...). Al mismo tiempo, la OOIL lleva a cabo estudios de carácter puntual y sistemático sobre los titulados inscritos en el servicio de empleo y los empleadores. En el caso de los titulados, a través de una encuesta on-line periódica (pudiendo hacer un refuerzo de encuestas telefónicas) se recogen los datos más significativos sobre el trabajo desarrollado, el tipo de empresa donde se han insertado los titulados (sectores, alcance, número de trabajadores, etc.), el proceso de búsqueda de ocupación realizado, las condiciones laborales, la valoración del puesto de trabajo conseguido, la movilidad internacional y la formación continuada. En relación a las empresas, a través de encuestas personales con gerentes y responsables de recursos humanos se identifican las necesidades de las empresas en materia de perfiles profesionales y, al mismo tiempo, se detecta la opinión (aspectos del CV y competencias personales) que tiene la empresa de los recién titulados de la UPC, sus puntos fuertes y las áreas de mejora.

El estudio permite disponer de información sobre la tasa de ocupación de los usuarios de la OOIL (todos con titulaciones políticas), las características de su inserción laboral (sueldo, tipo de empresa donde trabaja, autoocupación, etc.) y también la satisfacción del titulado y del empleador con la formación universitaria recibida. Con los resultados obtenidos se elabora un estudio que se publica y se difunde en distintos formatos (web de la OOIL, correo electrónico, papel, CD, etc.). Los destinatarios de la difusión son los estudiantes, la UPC y los equipos directivos de los centros docentes, los responsables de las administraciones públicas, las empresas y la sociedad en general ya que es un estudio público y de libre acceso. Este estudio es una herramienta de gran utilidad para las siguientes promociones de titulados, que tienen información sobre su mercado de trabajo.

Por otra parte, la interpretación correcta de las características y los problemas de inserción de cada una de las titulaciones sólo puede obtenerse a partir de estudios sectoriales, con la utilización de técnicas cualitativas que permiten recoger las experiencias de los diferentes actores implicados en la relación entre estudios y mercado de trabajo (titulados, profesorado, gestores y empleadores).

El centro llevará a cabo un análisis sobre la inserción laboral y la satisfacción de los titulados a partir de los estudios elaborados y publicados por AQU Cataluña y también a partir de encuestas propias a los titulados, estudios de opinión de los empleadores, observatorios del mercado laboral, etc. Se elaborará un informe que se expondrá a los órganos de gobierno del centro para poder planificar actuaciones de mejora de los planes de estudios.

9.5. Procedimiento para el análisis de la satisfacción de los distintos colectivos implicados (estudiantes, personal académico y de administración y servicios, etc.) y de atención a las sugerencias y reclamaciones. Criterios específicos en el caso de extinción del título

1) Procedimientos/mecanismos para la recogida y análisis de información sobre la satisfacción de los colectivos implicados en el Título

El centro dispone de un reglamento propio (aprobado por el Claustro Universitario) en el cual se define, entre otros aspectos, la estructura de gobierno y de gestión del centro. En este reglamento se especifican las funciones de cada uno de los órganos de gobierno y la representatividad en éstos de los diferentes colectivos que forman la comunidad del centro. A través de las reuniones de las comisiones de estos órganos colegiados y unipersonales se canalizan las opiniones de los colectivos de la unidad, las cuales quedan registradas en unas actas y se toman acuerdos que se convertirán en acciones de mejora para el desarrollo del plan de estudios.

Por otra parte, al objeto de recabar la información sobre el nivel de satisfacción de los colectivos implicados en el título, se utilizarán encuestas para poder contrastar adecuadamente las distintas opiniones.

El procedimiento para la realización de las encuestas de opinión comienza con el envío de la herramienta de recogida de información (mediante correo electrónico o plataforma virtual), por parte de la unidad competente establecida a tal efecto por el centro o la Universidad, a los estudiantes, PDI, PAS y otros agentes externos (cuando sea el caso) implicados en el título, indicándoles una fecha máxima para su remisión. La encuesta podrá ser cumplimentada en formato electrónico. Los datos se volcarán en un fichero informático para su procesamiento y análisis por parte de la unidad o servicio responsable.

Igualmente, dentro de la Política de Calidad del centro, está activo un sistema de recogida de incidencias, sugerencias y comentarios al servicio de toda la comunidad del centro (Buzón de sugerencias). El responsable de Calidad del centro analiza los comentarios recibidos, propone medidas si procede e informa de todo ello a la Comisión Permanente.

Finalizados los análisis de satisfacción global, la unidad competente elaborará un informe con los resultados. En él se definirán los puntos fuertes y débiles, así como las propuestas de mejora detalladas y dirigidas a los agentes pertinentes. La unidad competente trasladará al responsable del título los resultados de satisfacción y las propuestas que hayan elaborado a partir de la información recabada. Dichas propuestas deben permitir detectar las necesidades de mejora y obtener orientaciones básicas para el diseño de acciones encaminadas a subsanar las deficiencias detectadas. El responsable del título trasladará las propuestas de mejora a la Comisión Permanente o cualquier otro órgano o comisión encargada de tomar las decisiones oportunas sobre el título.

Cuando se disponga de varias evaluaciones, la unidad competente tendrá en cuenta la evolución de los datos de satisfacción y lo hará constar en los informes.

El seguimiento de la ejecución de las acciones derivadas debe recoger, en su caso, los siguientes aspectos: acciones propuestas, responsable(s) del seguimiento de la acción, valoración del grado de cumplimiento y tiempo necesario para su ejecución.

En concreto, los estudiantes pueden presentar sus opiniones en las sesiones tutoriales o a través de su representante en el Órgano responsable del máster. En este sentido, la UPC cuenta con un Plan de acción tutorial que consiste en un servicio de atención al estudiante, a través del cual el profesorado proporciona elementos de información, orientación y asesoramiento de forma grupal y personalizada. La tutoría constituye un soporte para la adaptación a la Universidad, que permite recibir orientación en dos ámbitos: el académico, con el seguimiento de la progresión académica y asesoramiento en cuanto a la trayectoria curricular en función de las posibilidades de cada uno; y, el personal, con el asesoramiento sobre el proceso de aprendizaje (adecuación de los métodos de estudio, recursos disponibles en la universidad, etc.). Al comienzo de curso se comunica al estudiante quién es su tutor o tutora. Se realizan reuniones grupales al inicio de curso para resolver o prever problemas académicos que puedan surgir. Si se necesita una atención más personalizada se puede solicitar un asesoramiento individual y confidencial. En la web de la UPC, en el apartado “Estudiantes UPC”, Subapartado “Atención al estudiante”, se informa acerca de los datos de contacto correspondientes a los coordinadores del Plan de Acción tutorial para cada uno de los centros docentes de la UPC.

Por otra parte, el sistema de calidad de la FME incluye un procedimiento de gestión de incidencias, reclamaciones y sugerencias, abierto a los distintos colectivos del centro.

2) Procedimientos/mecanismos para la recogida y análisis de información sobre las sugerencias o reclamaciones de los estudiantes

Como ya se ha indicado, el tratamiento de las incidencias, sugerencias y reclamaciones del colectivo estudiantil, así como de los demás miembros de la FME, está previsto como uno de los procesos del sistema interno de garantía de la calidad de la Facultad.

Además, en este ámbito, la UPC dispone de la figura del Defensor de la comunidad universitaria de la UPC, cuya misión fundamental es la de recibir quejas, sugerencias, iniciativas y propuestas de mejora, así como atender a cualquier persona física o jurídica que no se considere suficientemente atendida a través de los canales de que dispone la comunidad. Este mecanismo está regulado en los Estatutos de la UPC (Título VI) y en el Reglamento número 9/2004 del Claustro Universitario. El Defensor de la UPC no está sujeto a ningún mandato imperativo, no recibe instrucciones de ninguna autoridad y cumple sus funciones con autonomía y según su criterio. Entre sus funciones está la de presentar al Consejo Social y al Claustro Universitario un informe anual sobre sus actuaciones y la de facilitar la presentación de sugerencias relacionadas con la mejora de la calidad en el funcionamiento de la universidad y atenderlas con una atención especial. El procedimiento para tramitar las quejas u observaciones es a través de escrito y documentos justificativos. En todos los casos el Defensor debe emitir resolución o si decide no admitir a trámite una queja tiene que comunicarlo al interesado mediante un escrito motivado. Para rendir cuentas de sus acciones, en la web de la UPC, en el apartado “La UPC”, esta figura dispone de un apartado específico en el cual se hacen públicos, además de su reglamento y su marco de actuación, los informes que ha elaborado hasta el momento incluyendo una relación de quejas, de actuaciones y de recomendaciones desde el 1995 hasta el 2006. Dicho acopio contiene de forma resumida la tipología de expedientes tramitados y las recomendaciones realizadas hasta el momento.

Por otra parte, según el artículo 162 de los Estatutos de la UPC, los estudiantes para potenciar su participación en todos los ámbitos de la vida universitaria y su contribución en las finalidades de la Universidad, tienen que crear una organización propia, que tiene que incluir, como uno de sus órganos de representación, el Consejo del Estudiantado. Este órgano representa a todos los estudiantes de la UPC y se rige por el reglamento aprobado por acuerdo número 15/1999 de la Junta de Gobierno. En dicho reglamento se establece sus competencias, sus objetivos, su funcionamiento, sus órganos y las funciones que le corresponde. Entre las competencias de este Consejo están la de servir de medio de expresión de las aspiraciones, peticiones y propuestas de los estudiantes; y promover, coordinar y defender sus inquietudes, derechos e intereses, además de emitir informes sobre cuestiones de la actividad universitaria que considere oportunas. El Consejo del Estudiantado dispone de una web en la cual incorpora información acerca de material, normativas, servicios, etc., de interés para los estudiantes.

Además los estudiantes cuentan con un órgano de asesoramiento y defensa de los intereses del conjunto de estudiantes miembros del centro docente y de coordinación de sus representantes. Este órgano es la Delegación de Estudiantes formada, como mínimo, por los representantes de los estudiantes en los órganos de gobierno y representación de la escuela/facultad y por los representantes de los estudiantes en los órganos de gobierno y representación de la universidad. En la web de la UPC, en el apartado “Estudiantes de la

UPC”, Subapartado “Servicios y Vida universitaria” se publicitan todas las delegaciones de estudiantes que cuentan con página web propia.

Las reclamaciones tendrán como objeto poner de manifiesto las actuaciones que, a juicio del reclamante, supongan una actuación irregular o no satisfactoria en el funcionamiento de los servicios que se prestan con motivo de las enseñanzas del título. Las sugerencias tendrán como finalidad la mejora de la eficacia, eficiencia y calidad de los servicios prestados en el título e incrementar la satisfacción de los estudiantes. Los canales disponibles para presentarlas son: aplicativo web, buzón, correo electrónico, de forma presencial a través de la oficina correspondiente, mediante los representantes a los distintos órganos de gobierno del centro, la Dirección del centro, etc. La resolución de la solicitud se llevará a cabo por correo electrónico, ordinario o de forma presencial.

En cualquier caso, se deberá remitir un informe de todas las reclamaciones o sugerencias de forma periódica a la unidad competente (establecida por la Universidad o el centro), quien las analizará y emitirá un informe que será enviado al responsable del título y a los órganos de gobierno correspondientes para la toma de decisión oportuna. La unidad competente recabará las decisiones adoptadas por los órganos correspondientes y acordará las recomendaciones pertinentes o las medidas correctoras encaminadas a la mejora del título, tratando con especial atención aquellas incidencias que se repitan frecuentemente o tengan un carácter relevante.

3) Criterios y procedimientos para una posible extinción del Título.

La extinción de un título oficial impartido por los Centros de la Universitat Politècnica de Catalunya podrá producirse por no obtener un informe de acreditación positivo, o porque se considere que el título necesita modificaciones de modo que se produzca un cambio apreciable en su naturaleza y objetivos o bien a petición del Centro, del Consejo de Gobierno de la Universidad o de la Comunidad Autónoma, de acuerdo con los criterios que ésta establezca.

El RD 1393/2007 establece que las titulaciones acreditadas inicialmente, deben someterse a un proceso de evaluación, por la ANECA o los órganos de evaluación que la Ley de las Comunidades Autónomas determinen, cada 6 años desde la fecha de su registro en el RUCT (Registro de Universidades, Centros y Títulos), con el fin de mantener su acreditación.

Tal como indica el artículo 27 del citado RD, la acreditación de los títulos se mantendrá cuando obtengan un informe de acreditación positivo. En caso de informe negativo, se comunicará a la Universidad, a la Comunidad Autónoma y al Consejo de Universidades, para que las deficiencias encontradas puedan ser subsanadas. De no serlo, el título causará baja en el RUCT y perderá su carácter oficial y validez en todo el territorio nacional, estableciéndose en la resolución correspondiente las garantías necesarias para los estudiantes que se encuentren cursando dichos estudios. Por tanto, un plan de estudios se considera extinguido cuando no supere este proceso de acreditación.

También se procederá a la extinción del título cuando, tras modificar los planes de estudios y comunicarlo al Consejo de Universidades para su valoración por ANECA (artículo 28 del mencionado RD), ésta considere que tales modificaciones suponen un cambio apreciable en la naturaleza y objetivos del título previamente inscrito en el RUCT, lo que se trata de un nuevo plan de estudios y se procederá a actuar como corresponde a un nuevo título.

Por último, también podrá producirse la extinción de un título oficial cuando de forma razonada lo proponga el Centro (tras aprobación por su Junta de Centro), el Consejo de Gobierno de la UPC y el Consejo Social de la UPC.

Puesto que, cuando ocurra la extinción de un título oficial, las Universidades están obligadas a garantizar el adecuado desarrollo efectivo de las enseñanzas que hubieran iniciado sus estudiantes hasta su finalización, el Equipo Directivo del Centro debe proponer a la Junta de Centro, para su aprobación, los criterios que garanticen el adecuado desarrollo efectivo de las enseñanzas que hubieran iniciado sus estudiantes hasta su finalización, que contemplarán, entre otros, los siguientes puntos:

- No admitir matrículas de nuevo ingreso en la titulación.
- La supresión gradual de la impartición de la docencia.
- La implementación, en su caso, de acciones tutoriales y de orientación específicas a los estudiantes.
- El derecho a evaluación hasta consumir las convocatorias reguladas por la normativa vigente.

La Universidad y el Equipo Directivo del centro velarán por la difusión eficaz a la sociedad en general, de la extinción de los planes de estudios de la UPC, así como de las actuaciones que se realicen desde el Centro para garantizar a los estudiantes el desarrollo efectivo de las enseñanzas que estos hubieran iniciado.

4) Mecanismos para publicar información

La UPC dispone de una web (www.upc.edu) estructurada por temas y por colectivos en la cual se publica información relativa a los planes de estudios, a los perfiles de ingreso de los estudiantes, a sus resultados académicos y de inserción laboral, etc. Dicha web es de acceso público aunque también contiene apartados de acceso restringido (intranets, sistemas de información, etc.) según el colectivo al cual va dirigida la información. Además la web UPC integra las webs de las distintas unidades básicas (centros docentes, departamentos e institutos universitarios de investigación), funcionales (servicios generales) y otros entes de la Universidad. En particular, la FME dispone de su propia página (www.fme.upc.edu). En ella, y en el contexto del proceso de publicación de información sobre titulaciones, que es uno de los procedimientos del sistema interno de garantía de la calidad, se proporcionará información sobre:

- La oferta formativa.
- Los objetivos y la planificación de las titulaciones.
- Las metodologías de la enseñanza, aprendizaje y evaluación.
- Los resultados de las enseñanzas por lo que se refiere al aprendizaje, inserción laboral y satisfacción de los diferentes grupos de interés.
- Los programas de movilidad.
- Los procedimientos para realizar alegaciones, reclamaciones y sugerencias.

10. CALENDARIO DE IMPLANTACIÓN

Subapartados

- 10.1 Cronograma de implantación de la titulación
- 10.2 Procedimiento de adaptación de los estudiantes, en su caso, de los estudiantes de los estudios existentes al nuevo plan de estudio
- 10.3 Enseñanzas que se extinguen por la implantación del correspondiente título propuesto

10.1. Cronograma de implantación de la titulación

El Máster en Matemática Avanzada e Ingeniería Matemática se implantará en el curso 2010/2011. Durante ese curso coexistirá con el Máster en Matemática Aplicada y el Máster en Ingeniería Matemática, que dejarán de impartirse en el curso 2011/2012.

A partir del curso 2010/2011 (incluido) no se impartirá docencia de los másteres MMA y MIM. A los estudiantes que matriculen asignaturas de alguno de estos másteres se les ofrecerá la posibilidad de asistir a las clases de la asignatura de temática más afín dentro del nuevo máster MMAIM, o alternativamente una tutoría personalizada por parte de un profesor del máster. Todos los estudiantes de MMA y MIM que deseen finalizar sus estudios en los mismos deberán obtener todos los créditos docentes que les falten y deberán presentar su TFM durante los cursos académicos 2010/2011 o 2011/2012.

La Tabla 10.1 resume el cronograma de implantación del nuevo máster y extinción de los actuales.

Tabla 10.1. Cronograma de implantación del MMAIM y extinción del MMA y el MIM

Actividad	Curso
Primer curso de impartición del MMAIM	2010/2011
Último curso de impartición de MMA y MIM con docencia	2009/2010
Último curso de impartición de MMA y MIM sin docencia	2011/2012
Último curso de realización y defensa del TFM de MMA y MIM	2011/2012

10.2. Procedimiento de adaptación de los estudiantes, en su caso, de los estudiantes de los estudios existentes al nuevo plan de estudio

Teniendo en cuenta la duración y carga lectiva de los actuales másteres MMA y MIM, el número de estudiantes y el tiempo que habitualmente invierten en estos estudios, con el procedimiento de extinción de los másteres MMA y MIM descrito en el apartado anterior, la previsión es que el número de estudiantes que necesiten trasladar su expediente será muy reducido, y muy probablemente no haya ninguno. En los casos que eventualmente puedan presentarse, correspondientes a estudiantes que durante los cursos 2010/11 o 2011/2012 no consigan obtener todos los créditos necesarios para obtener el título de MMA o MIM, **se procederá a la correspondiente adaptación al nuevo plan de estudios de MMAIM. se realizará un programa personalizado de adaptación que consistirá en la convalidación de créditos del MMAIM en proporción sobre el total similar al número de créditos superados en el MMA o MIM. Esta adaptación se realizará según una tabla de equivalencias, aprobada por el Órgano responsable del máster, entre los planes de estudios actuales y el plan de estudios del nuevo máster. La tabla de equivalencias será pública y se aplicarán los mismos criterios a**

~~todos los estudiantes~~. Esta adaptación se realizará equiparando las asignaturas de los actuales MMA y MIM a la asignatura más afín del nuevo MMAIM, y teniendo en cuenta la correspondencia entre las asignaturas de los másteres actuales y las materias del nuevo máster que se muestra en la Tabla 10.2. Se aplicarán los mismos criterios a todos los estudiantes.

Tabla 10.2. Tabla de equivalencias

Materias del Máster en Matemática Avanzada e Ingeniería Matemática	Asignaturas del Máster en Matemática Aplicada y del Máster en Ingeniería Matemática
Álgebra y Geometría	ÁLGEBRA ABSTRACTA (6 ECTS) ÁLGEBRA COMPUTACIONAL (5 ECTS) ÁLGEBRA CONMUTATIVA (5 ECTS) ÁLGEBRA NO COMMUTATIVA (5 ECTS) AMPLIACIÓN DE GEOMETRÍA (5 ECTS) CRIPTOGRAFÍA (5 ECTS) GEOMETRÍA ALGEBRAICA (5 ECTS) GEOMETRÍA DE LOS SISTEMAS DINÁMICOS (5 ECTS) GEOMETRÍA DIFERENCIAL (6 ECTS) LÓGICA (5 ECTS) SEMINARIO DE ÁLGEBRA (5 ECTS) SEMINARIO DE GEOMETRÍA (5 ECTS) SEMINARIO DE TEORÍA DE GRUPOS (5 ECTS) TEORÍA DE CÓDIGOS (5 ECTS) TEORÍA DE JUEGOS (5 ECTS) TEORÍA DE NÚMEROS (5 ECTS) TOPOLOGÍA ALGEBRAICA (6 ECTS) VARIEDADES DIFERENCIALES (5 ECTS)
Matemática Discreta y Algorítmica	ALGORÍTMICA (6 ECTS) COMBINATORIA (6 ECTS) COMBINATORIA ALGEBRAICA Y ENUMERATIVA (5 ECTS) CRIPTOLOGÍA AVANZADA (5 ECTS) CRIPTOGRAFÍA DISTRIBUIDA (5 ECTS) GEOMETRÍA DISCRETA Y COMPUTACIONAL (6 ECTS) TEORÍA DE GRAFOS (6 ECTS) MÉTODOS COMBINATORIOS Y ALGORÍTMICOS EN GEOMETRÍA (5 ECTS) SEMINARIO DE COMBINATORIA, TEORÍA DE GRAFOS Y APLICACIONES (5 ECTS) SEMINARIO DE GEOMETRÍA COMPUTACIONAL (5 ECTS) SEMINARIO DE MATEMÁTICA APLICADA A LA CRIPTOLOGÍA (5 ECTS) SEMINARIO DE MATEMÁTICA DISCRETA Y ALGORÍTMIA (5 ECTS) TEORÍA ALGEBRAICA Y TOPOLOGÍCA DE GRAFOS (5 ECTS)
Modelización en Ingeniería y Ciencias Biomédicas	ANÁLISIS DEL CAOS EN SEÑALES BIOMÉDICAS (5 ECTS) ANÁLISIS MULTIVARIANTE (5 ECTS) CONTROL DE SISTEMAS DE INGENIERÍA (5 ECTS) CONTROL MULTIVARIABLE (5 ECTS) CONTROL NO LINEAL (5 ECTS) CONTROL ÓPTIMO/PREDICTIVO Y ADAPTATIVO (5 ECTS) CONTROL ROBUSTO (5 ECTS) DINÁMICA CLÁSICA EN ACCELERADORES DE PARTÍCULAS (5 ECTS) GEOMETRÍA DE LA VISIÓN Y CONTORNOS ACTIVOS (5 ECTS) INFERENCIA BAYESIANA (5 ECTS) MECÁNICA COMPUTACIONAL (6 ECTS) MECÁNICA COMPUTACIONAL NO LINEAL (5 ECTS) MODELADO, IDENTIFICACIÓN Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS (5 ECTS) MODELIZACIÓN EN PROGRAMACIÓN MATEMÁTICA (6 ECTS) MODELIZACIÓN MATEMÁTICA CON EDP (5 ECTS) MODELIZACIÓN Y CONTROL DE SISTEMAS DINÁMICOS (5 ECTS) MODELOS MATEMÁTICOS EN BIOLOGÍA (5 ECTS) PREVISIÓN Y SERIES TEMPORALES (6 ECTS) PROBABILIDAD (6 ECTS) RECONOCIMIENTO DE FORMAS (5 ECTS) SEMINARIO DE BIOMATEMÁTICA (5 ECTS) SEMINARIO DE NEUROCIENCIA COMPUTACIONAL (5 ECTS) SENsores Y SISTEMAS DE PERCEPCIÓN (5 ECTS) SISTEMAS DE CONTROL LINEAL (6 ECTS) SISTEMAS HÍBRIDOS (5 ECTS) TEORÍA MATEMÁTICA DE LOS MERCADOS FINANCIEROS (6 ECTS) VISIÓN POR COMPUTADOR (5 ECTS) VISIÓN POR COMPUTADOR AVANZADA (5 ECTS)

Ecuaciones Diferenciales	AMPLIACIÓN DE ANÁLISIS (5 ECTS) AMPLIACIÓN DE ANÁLISIS FUNCIONAL Y APLICACIONES (5 ECTS) AMPLIACIÓN DE ECUACIONES EN DERIVADAS PARCIALES (5 ECTS) ANÁLISIS FUNCIONAL (6 ECTS) ECUACIONES EN DERIVADAS PARCIALES (6 ECTS) MECÁNICA CELESTE Y ASTRODINÁMICA (6 ECTS) MECÁNICA CELESTE 2 (5 ECTS) MÉTODOS ALGEBRAICOS EN SISTEMAS DINÁMICOS (5 ECTS) MÉTODOS ASINTÓTICOS EN SISTEMAS DINÁMICOS (5 ECTS) MÉTODOS VARIACIONALES (5 ECTS) SEMINARIO DE ECUACIONES EN DERIVADAS PARCIALES (5 ECTS) SEMINARIO DE SISTEMAS DINÁMICOS (5 ECTS) SISTEMAS DINÁMICOS (6 ECTS) SISTEMAS HAMILTONIANOS (5 ECTS)
Computación Científica	ANÁLISIS NUMÉRICO (6 ECTS) HERRAMIENTAS NUMÉRICAS EN SISTEMAS DINÁMICOS (5 ECTS) MÉTODOS CUALITATIVOS Y CUANTITATIVOS EN SISTEMAS DINÁMICOS (5 ECTS) MÉTODOS ESTOCÁSTICOS MÉTODOS NUMÉRICOS PARA ECUACIONES EN DERIVADAS PARCIALES (6 ECTS) MÉTODOS NUMÉRICOS PARA FLUIDOS (5 ECTS) MODELIZACIÓN NUMÉRICA (5 ECTS) OPTIMIZACIÓN (6 ECTS) PROGRAMACIÓN ESTOCÁSTICA (5 ECTS) SEMINARIO DE MÉTODOS NUMÉRICOS (5 ECTS) SISTEMAS DE ECUACIONES NO LINEALES Y OPTIMIZACIÓN (5 ECTS)

10.3. Enseñanzas que se extinguén por la implantación del correspondiente título propuesto

Con la implantación del Máster en Matemática Avanzada e Ingeniería Matemática se extinguén los actuales Máster en Matemática Aplicada y Máster en Ingeniería Matemática, verificados positivamente por la Comisión de Verificación de Planes de Estudios en su sesión del 1 de junio de 2009.