

Datos de la solicitud

Representante Legal de la universidad

Representante Legal			
Rector			
1º Apellido	2º Apellido	Nombre	N.I.F.
Giró	Roca	Antoni	37672318C

Responsable del título

Decano			
1º Apellido	2º Apellido	Nombre	N.I.F.
Xambó	Descamps	Sebastian	40417048E

Universidad Solicitante

Universidad Solicitante	Universitat Politècnica de Catalunya	C.I.F.	Q0818003F
Centro, Departamento o Instituto responsable del título	Facultat de Matemàtiques i Estadística		

Dirección a efectos de notificación

Correo electrónico	suport.grau@upc.edu		
Dirección postal	Vicerectorado de Política Académica de la UPC. C/ Jordi Girona, 31	Código postal	08034
Población	Barcelona	Provincia	BARCELONA
FAX	934015688	Teléfono	934016105

Comentarios del solicitante al informe de la Propuesta de comisión de evaluación

Texto del comentario
Véase el documento adjunto.

Descripción del título

Denominación	Graduado/a en Matemáticas	Ciclo	Grado
Centro/s donde se imparte el título			
Facultad de Matemáticas y Estadística			
Universidades participantes		Departamento	
Convenio (archivo pdf: ver anexo)			
Tipo de enseñanza	Presencial	Rama de conocimiento	Ingeniería y Arquitectura
Número de plazas de nuevo ingreso ofertadas			
en el primer año de implantación	50	en el segundo año de implantación	50
en el tercer año de implantación	50	en el cuarto año de implantación	50
Nº de ECTS del título	240	Nº Mínimo de ECTS de matrícula por el estudiante y período lectivo	30
Normas de permanencia (archivo pdf: ver anexo)			
Naturaleza de la institución que concede el título		Pública	
Naturaleza del centro Universitario en el que el titulado ha finalizado sus estudios			
Profesiones para las que capacita una vez obtenido el título			
Matemático/a			
Lenguas utilizadas a lo largo del proceso formativo			
Catalán, Castellano, Inglés			

Justificación del título propuesto

Interés académico, científico o profesional del mismo
2.1 Justificación del título propuesto, argumentando el interés académico, científico o profesional del mismo.
<p>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 a la Economía, la Biología o la Medicina.</p> <p>El título es la adaptación de la vigente Licenciatura en Matemáticas (plan de estudios de 1992, que se extingue al poner en marcha el presente grado), cuyo interés académico, científico y profesional ha sido analizado y puesto de manifiesto en el "libro blanco" sobre el "Título de Grado en Matemáticas" publicado en el año 2004, dentro del Programa de Convergencia Europea de la ANECA (v. 2.2).</p>

Empleabilidad

Con motivo de la elaboración del Libro Blanco del Grado en Matemáticas, se realizó una encuesta a nivel nacional que puso de manifiesto que un 92% de los Graduados en Matemáticas están empleados un año después de terminar sus estudios, siendo el tiempo medio necesario para encontrar el primer empleo de 5 meses. Los datos de empleabilidad de los licenciados en Matemáticas por la UPC son substancialmente mejores ya que un 98% de los licenciados han encontrado trabajo en menos de medio año, siendo el tiempo medio necesario para el primer empleo inferior a los tres meses.

Trabajan fundamentalmente en tres áreas:

- Docencia e Investigación (32%)
- Finanzas y Consultoría (29%)
- Informática y Telecomunicaciones (27%)
- Otros (12%)

Relación con otras disciplinas

Las Matemáticas son parte esencial de la formación de científicos e ingenieros, y desempeñan un importante papel en Ciencias Sociales. Hay una clara vinculación con las titulaciones de Física, Estadística e Informática, aunque los objetivos de éstas son distintos de los de Matemáticas. La relación es cada vez mayor con las Ingenierías, la Economía, la Biología, la Medicina... Como consecuencia es previsible una cada vez mayor interacción entre el Grado en Matemáticas y estudios de Máster y Doctorado en estos campos.

De hecho, en la UPC existen un gran número de itinerarios curriculares que combinan los estudios de Matemáticas con otras titulaciones técnicas o científicas, y se prevee que el Grado en Matemáticas que proponemos potencie todavía más esta formación interdisciplinar para los/las estudiantes que lo deseen.

Normas reguladoras del ejercicio profesional

No existen.

Referentes externos**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.**

Libro Blanco sobre el Grado en Matemáticas. La Conferencia de Decanos de Matemáticas elaboró un libro blanco sobre las titulaciones de grado en el que se detalla la adecuación de la titulación de grado en matemáticas a criterios nacionales e internacionales. Los argumentos que avalan la adecuación de la titulación en el ámbito nacional e internacional contenidos en dicho documento son especialmente válidos para la presente propuesta, cuya inserción en una universidad politécnica acentúa los aspectos de multidisciplinariedad y aplicabilidad que se identifican como retos particularmente relevantes en el contexto de la nueva titulación.

Títulos similares. En lo que respecta a las universidades españolas, la titulación universitaria de Licenciado en Matemáticas se imparte actualmente en 25 de ellas: Alicante, Almería, Autónoma de Barcelona, Autónoma de Madrid, Barcelona, Cádiz, Cantabria, Complutense de Madrid, Extremadura, Granada, Islas Baleares, La Laguna, La Rioja, Málaga, Murcia, Oviedo, País Vasco, **Politécnica de Cataluña**, Salamanca, Santiago de Compostela, Sevilla, UNED, Valencia, Valladolid y Zaragoza.

Existen titulaciones de Grado en Matemáticas, con distintos enfoques, en todos los países europeos, cuyos graduados consiguen empleo con facilidad y en los mismos campos que los españoles.

De hecho, el título está relacionado con titulaciones de grado comparables ya reguladas de acuerdo al Espacio Europeo de Educación Superior, cuya estructura varía ligeramente de unos países a otros (datos recopilados en el

"libro blanco", a fecha 2003). Así, los estudios universitarios de Matemáticas se encuentran en algunos países como grados de 3 años, sin diplomas adicionales (como Dinamarca, Finlandia, Noruega, Suiza, Portugal), otros como grados de 3 años y con diplomas adicionales (Bélgica francófona y flamenca, Francia, Italia, Suecia), existiendo países con grados de 3 y de 4 años (Alemania, Austria, Holanda, Irlanda, Reino Unido, República Checa, Croacia, Eslovaquia, Estonia, Hungría, Islandia, Rumanía), y grados exclusivamente de 4 años (caso de Grecia).

En Gran Bretaña, cuya agencia de calidad universitaria "Quality Assurance Agency for Higher Education" (QAA) reconoce entre sus "Subject Benchmark Statements" los estudios de "Mathematics, statistics and operational research", podemos encontrar títulos análogos al propuesto, como por ejemplo en la Universidad de Cambridge ("Undergraduate course in Mathematics") y en la Universidad de Oxford ("BA/M Mathematics").

Y también en los Estados Unidos de América se imparten títulos comparables en Universidades cuya calidad está acreditada por asociaciones del "Council for Higher Education Accreditation" (CHEA). Es el caso de la Universidad de California, Berkeley, acreditada por la "Western Association of Schools and Colleges--Accrediting Commission for Senior Colleges and Universities" (WASC-ACSU), con sus "Major Programs in Mathematics"; de la Universidad de Harvard, acreditada por la "New England Association of Schools and Colleges--Commission on Institutions of Higher Education" (NEASC-CIHE), con sus "Concentrations in Mathematics"; y de la Universidad de Princeton, acreditada por la "Middle States Association of Colleges and Schools --Middle States Commission on Higher Education", con su "B.A. Degree in Mathematics".

Descripción de los procedimientos de consulta internos

Comisión para el Grado en Matemáticas (CGM)

Fue nombrada por la Junta de Facultad celebrada en diciembre de 2006 con la siguiente composición:

- Claudi Alsina
- Miguel A. Barja
- Sonia Fernández
- Jaume Franch
- Victor González
- Jordi Quer
- Miguel C Muñoz Lecanda
- Ramon Nonell
- Salvador Roura
- Joan Solà-Morales
- Sebastià Xambó

Sus miembros representan distintas áreas de conocimiento, los distintos departamentos implicados y las/los estudiantes.

- **Validación de los trabajos de la comisión.** El anteproyecto del Grado en Matemáticas, elaborado siguiendo las directrices del punto 2.2, fue aprobado por Junta de Facultad en julio y septiembre de 2007.
- **Relación con programas de postgrado.** Se han tenido en cuenta los actuales programas de máster impartidos en la Facultad (Matemática Aplicada; Ingeniería Matemática; Estadística e Investigación Operativa) y los programas de doctorado (mención de calidad ANECA).
- **Conferencia de Decanos de Matemáticas.** Se han seguido las recomendaciones de la Conferencia de Decanos de Matemáticas, tanto las emanadas del "libro blanco", como las aprobadas para adaptarse a normativas publicadas posteriormente.
- **Difusión y alegaciones.** El presente documento ha sido presentado a toda la comunidad matemática y estadística de la UPC (30 de junio de 2008). Tras la presentación y correspondiente debate, se abrió un período de dos semanas para alegaciones, que fueron estudiadas por la CGM. El resultado de este estudio fue adjuntado a la propuesta de titulación (memoria en formato

"Verifica") para que la Junta de Facultad decidiera sobre la aceptación o exclusión de las enmiendas y, finalmente, sobre la aprobación de la memoria.

- **Interacción con organizaciones externas.** En los últimos años la Facultad de Matemáticas y 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.

Descripción de los procedimientos de consulta externos

Proceso seguido por la UPC

El Consejo de Gobierno de la Universitat Politècnica de Catalunya aprobó, en el mes de febrero de 2007, previa presentación al Consejo de Directores de Centros Docentes, el procedimiento para la definición del mapa de sus titulaciones de grado. Dicho procedimiento constaba de tres puntos:

1. Constitución de comisiones consultivas externas por ámbitos de conocimiento de las titulaciones actuales.
2. Presentación de las propuestas de nuevas titulaciones por parte de los centros docentes.
3. Elaboración del mapa de grados de la universidad.

En relación con el primer punto se constituyeron diez comisiones:

- Arquitectura, Urbanismo y Edificación
- Ciencias aplicadas
- Ingeniería Aeronáutica
- Ingeniería de Biosistemas
- Ingeniería Civil
- Ingeniería Industrial
- Ingeniería Informática
- Ingeniería de Telecomunicación
- Náutica e Ingeniería Naval
- Óptica i Optometría

Los miembros de las comisiones fueron nombrados por el Rector de entre una lista de personas que fueron propuestas por el Consejo Social de la Universidad, la Agència de la Qualitat del Sistema Universitari de Catalunya (AQU), la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA), los propios centros docentes de la universidad y el Consejo Asesor de la Fundación UPC.

Dichas comisiones estuvieron formadas por personas expertas, procedentes del ámbito empresarial e industrial, del ámbito universitario (personal académico de otras universidades españolas o extranjeras), así como de expertos internacionales. Se reunieron en Barcelona durante los meses de mayo y junio de 2007.

El objetivo común a todas ellas fue la elaboración de informes que recogieran las recomendaciones o aspectos que deberían tenerse en cuenta en la elaboración de los nuevos planes de estudio, así como la posibilidad de impartir titulaciones emergentes que podrían ser de interés para la UPC, tendencias de futuro y nuevos perfiles profesionales demandados por las industrias y empresas y la sociedad en general.

Para ello, la UPC les facilitó diverso material como los Libros Blancos publicados por la ANECA, así como documentos elaborados por la propia UPC, los cuales contenían:

- Información general (contexto normativo y estado del proceso de implantación del EEES en los diferentes países y contexto demográfico del sistema universitario catalán)
- Información por ámbito de conocimiento (mapa de los estudios de cada ámbito 2006-2007 –datos

socioeconómicos y de inserción laboral de los titulados: oferta, demanda y matrícula de las titulaciones del ámbito).

- Informes de evaluación de las titulaciones por centros.

Los documentos presentados por las comisiones contenían, en términos generales, información sobre:

- Referentes internacionales del ámbito correspondiente
- Análisis de la situación actual de las titulaciones de cada ámbito
- Oportunidades y retos de la nueva estructura de estudios
- Análisis del entorno e información del sector
- Estudios emergentes
- Conclusiones, recomendaciones y propuestas de enseñanzas de grado

Estos informes fueron presentados y difundidos a la comunidad universitaria en julio de 2007 como elementos de reflexión adicionales a tener en cuenta en el proceso de discusión de cada centro docente para la elaboración de sus propuestas de titulaciones de grado, así como para la presentación de sus proyectos de nuevos planes de estudio.

Los centros docentes presentaron durante los meses de octubre y noviembre de 2007 sus propuestas de titulaciones de grado a impartir, las cuales debían hacer referencia a:

- Nombre de la titulación;
- Oferta de plazas;
- Justificación de la titulación (referentes externos);
- Objetivos de formación;
- Viabilidad; y, en su caso,
- Título actual al cual substituirían.

La titulación de Grado en Matemáticas, presentada por la Facultad de Matemáticas y Estadística, obtuvo un informe muy positivo y consecuentemente forma parte del mapa de titulaciones aprobado por la UPC. A continuación citamos las partes más relevantes de dicho informe:

Perfil Profesional. *Se propone mantener el grado de Matemáticas que actualmente se oferta en la Facultad de Matemáticas y Estadística (FME), convenientemente revisado para adaptarlo a las nuevas directrices del Grado y del espacio Europeo de Educación Superior (EEES), apuntalando los puntos más débiles que se hayan detectado durante los 15 años que lleva implantado.*

Por tanto, debe mantenerse el espíritu que caracteriza la oferta de la FME que, sin perder el carácter básico de reflexión conceptual, esencial en las carreras de ciencias, ponga el acento en los temas propios de las aplicaciones y la estricta vinculación con los objetivos y las características de una universidad tecnológica.

El título de Grado en Matemáticas debe cualificar para la formulación matemática, análisis, resolución y, en su caso, tratamiento informático de problemas en diversos campos interdisciplinarios de las ciencias básicas, ciencias sociales y de la vida, ingeniería, finanzas, consultoría, etc..., con vistas a las aplicaciones, los desarrollos científicos y/o la docencia.

El perfil ideal debería ser el de un profesional que conoce la formulación matemática de los modelos más sencillos de la física, de la ingeniería y de otras ciencias o ámbitos, conoce herramientas básicas para analizarlos matemáticamente (análisis matemático, matemática discreta, análisis de datos, álgebra, geometría, estadística, probabilidad,...), conoce los métodos numéricos y algoritmos básicos para su resolución y es capaz de programar esos algoritmos en un ordenador e interpretar los resultados. Será un profesional de las matemáticas capaz de integrarse en equipos interdisciplinarios de las industrias de diversos ámbitos, laboratorios de I+D, másteres profesionales (incluida la enseñanza en secundaria) o en un departamento universitario para la realización de una tesis doctoral. En nuestra opinión, el contacto con los modelos matemáticos más sencillos de la física y de la ingeniería (mecánica, estructuras, calor, fluidos, circuitos...) debe impregnar todo el plan formativo del alumno.

Justificación – Demanda. La Universidad Politécnica de Cataluña (UPC) es una universidad tecnológica muy arraigada en los diversos ámbitos de la actividad tecnológica e industrial de nuestra sociedad, que goza de un gran prestigio dentro y fuera de nuestras fronteras. Como tal ofrece los estudios más genuinos de la ingeniería superior o técnica (Caminos, Canales y Puertos; Aeronáutica; Industrial; Minas; Química; Telecomunicaciones; Informática...) además de otras titulaciones como Arquitectura y Náutica, y un número muy importante de estudios de postgrado (máster y doctorado).

En un contexto como el descrito, en 1992 la UPC tomó la innovadora y valiente decisión de incluir en su oferta docente la Licenciatura de Matemáticas, impartida en la Facultad de Matemáticas y Estadística (FME), vinculada totalmente a una ciencia básica y como tal más alejada de la concepción "clásica" de una universidad "politécnica". A nuestro juicio, la UPC supo adelantarse con éxito a los cambios que se estaban produciendo en la también "clásica" profesión de "matemático" que ha dejado de ser exclusivamente el "profesor de matemáticas" y durante los últimos años ha evolucionado hacia un profesional de las matemáticas que ejerce su profesión en conexión con otros profesionales de las ciencias aplicadas, de la ingeniería, de los servicios o de la administración.

Aunque la legislación vigente imponía un marco acotado y restrictivo a los planes de estudio y que la nueva titulación debía competir con las ya existentes en las Facultades de Matemáticas tan prestigiosas como la Universidad de Barcelona y la Universidad Autónoma de Barcelona, la UPC supo romper con ciertos clichés al uso, y ofrecer una formación matemática diferenciada, con mentalidad aplicada, propia de los problemas planteados por la tecnología, cuyos licenciados fueran capaces de integrarse en equipos interdisciplinares de investigación en empresas, industrias, administraciones públicas o departamentos universitarios.

La demanda que esta titulación ha tenido y sigue manteniendo a lo largo de los años de su implantación, llegando a tener notas de corte realmente elevadas, fruto de una salida laboral asegurada, pone de manifiesto el acierto de la decisión, máxime si tenemos en cuenta que en las otras Facultades de Matemáticas de Cataluña (y del resto del Estado) el descenso de matrícula ha sido muy acusado. A nuestro entender, además de la calidad intrínseca de la oferta, dos factores importantes que apuntalan este éxito son, de una parte, la puesta en marcha de dos másteres, Matemática Aplicada e Ingeniería Matemática, con un notable número de alumnos matriculados y, de la otra, la posibilidad de hacer dobles titulaciones (Matemáticas+Ingeniería Informática, Matemáticas+ Ingeniería de Telecomunicaciones, Matemáticas + Ingeniería Industrial...) en las que la UPC ha dado otra muestra de su buen hacer.

Estamos convencidos de que las circunstancias y objetivos que en su momento justificaron la oferta de la titulación de Matemáticas en la UPC, no solo siguen plenamente vigentes sino que han cobrado más fuerza, si cabe, debido al gran momento que viven las matemáticas en nuestro país como ciencia de apoyo a la investigación científico-tecnológica en todos los ámbitos. Persistiendo la demanda y la justificación social y disponiendo ya de los recursos para ofertarla, nos parece fuera duda que la UPC debe continuar ofertando esta titulación, haciendo los ajustes oportunos para adaptarla a las nuevas directrices del Espacio Europeo de Educación Superior y para corregir los puntos más débiles que se hayan detectado en estos años, en la línea que esbozamos en los otros apartados del informe.

Estructura y Contenidos. Los contenidos específicos de la titulación deben diseñarse teniendo en cuenta la duración del grado (previsiblemente 240 ECTS equivalente a 4 años de trabajo del alumno), el perfil que proponemos y las habilidades y destrezas concretas que nos interesa que adquieran los titulados. El detalle de los mismos se escapa de los objetivos de este informe, pero no obstante recalcamos la importancia de que todo el plan esté motivado por el análisis matemático y resolución numérica de los modelos más sencillos de la física y de la ingeniería, además de cumplir con el objetivo irrenunciable de la formación matemática básica. A título meramente indicativo, inspirándonos en el Libro Blanco de la Titulación de Matemáticas, elaborado por la Conferencia de Decanos de Matemáticas y bajo el prisma antes citado, proponemos como

necesarios los siguientes bloques:

- *Algebra Lineal y Geometría*
- *Cálculo Diferencial e Integral y Funciones de Variable Compleja*
- *Estructuras algebraicas*
- *Topología y Geometría Diferencial*
- *Probabilidad y Estadística*
- *Ecuaciones Diferenciales*
- *Métodos Numéricos e Informática*
- *Matemática Discreta y Optimización*
- *Física General*
- *Modelización y simulación numérica en física e ingeniería.*

Comentarios. Se debe resaltar que la positiva experiencia y los buenos resultados de la UPC abriendo la vía de las titulaciones dobles del tipo *Matemáticas + Ingeniería Informática, Matemáticas + Ingeniería de Telecomunicaciones, Matemáticas + Ingeniería Industrial...*, es un valor añadido para la propia titulación de *Matemáticas* que debería seguir manteniéndose con los nuevos grados.

Secundaria.

Se ha tenido en consideración el estado actual de la Enseñanza secundaria y la normativa en curso de aprobación con que se regirá en un futuro próximo. En particular se han tenido en cuenta los resultados de la "Prueba inicial de diagnóstico" ofrecida por la Facultad a los/las estudiantes nuevos/as de primer curso.

Objetivos generales del título y las competencias que adquirirá el estudiante tras completar el periodo formativo

Objetivos

3.1. Objetivos

Las enseñanzas de Grado en Matemáticas tienen como finalidad la obtención por parte del estudiante de una formación general en Matemáticas como disciplina científica, orientada a la preparación para el ejercicio de actividades de carácter profesional, con capacidad para aplicar las destrezas adquiridas en distintos ámbitos, que incluyen tanto la docencia y la investigación de las Matemáticas, como sus aplicaciones en la industria, empresa y administración.

Por tanto, el Título de Graduado o Graduada en Matemáticas se dirige a capacitar para la formulación matemática, análisis, resolución y, en su caso, tratamiento informático de problemas en diversos campos de las ciencias básicas, ciencias sociales y de la vida, ingeniería, finanzas, consultoría, etc. En este sentido, siguiendo la propuesta del "Libro Blanco de Matemáticas" se establece como objetivos generales del Grado en Matemáticas:

OB-1. Conocer la naturaleza, métodos y fines de los distintos campos de la Matemática junto con cierta perspectiva histórica de su desarrollo.

OB-2. Reconocer la presencia de la Matemática subyacente en la Naturaleza, en la Ciencia, en la Tecnología y en el Arte. Reconocer a la Matemática como parte integrante de la Educación y la Cultura.

OB-3. Desarrollar las capacidades analíticas y de abstracción, la intuición y el pensamiento lógico y riguroso a través del estudio de la Matemática y sus aplicaciones.

OB-4. Capacitar para la utilización de los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos en la definición y planteamiento de problemas y en la búsqueda de sus soluciones tanto en contextos académicos como profesionales.

OB-5. Preparar para posteriores estudios especializados, tanto en una disciplina matemática como en cualquiera de las ciencias que requieran buenos fundamentos matemáticos.

Como objetivos particulares, el plan de estudios está orientado a la preparación profesional para la inserción de los matemáticos en equipos interdisciplinarios de empresas, industrias, bancos y consultorías, en ámbitos tanto investigadores como aplicados.

La preparación que proporciona el presente Grado en Matemáticas es de tipo generalista y suficiente para el ejercicio de la profesión de Matemático. Además, los/las estudiantes que lo deseen podrán conseguir una mención de las dos que se contemplan: *Ingeniería matemática* y *Estadística*.

En este sentido, contando con la experiencia formativa y el entorno social de la Universidad Politécnica de Cataluña, y siguiendo las conclusiones del Proyecto Tuning y el Libro Blanco de Matemáticas, así como los diferentes estudios de inserción laboral elaborados por ANECA y la Real Sociedad Matemática Española, los perfiles profesionales para los que capacita el Grado en Matemáticas son:

- Docencia Universitaria o Investigación
- Docencia no universitaria
- Administración Pública
- Empresas de Banca, Finanzas y Seguros
- Consultorías
- Empresas de Informática y Telecomunicaciones
- Industria

El trabajo de Fin de Grado deberá verificar adecuadamente la adquisición por el/la estudiante de estas competencias. En su realización la/el estudiante deberá adquirir también competencias ligadas a la búsqueda y organización de documentación y a la presentación de su trabajo de manera adecuada a la audiencia.

Por otro lado, se tendrá en cuenta a los/las estudiantes y profesores/as con discapacidad, garantizando el Principio de Igualdad de Oportunidades y Accesibilidad Universal, a través de medidas que garanticen a todos las/los estudiantes la posibilidad de alcanzar las competencias previstas en ausencia de discriminación.

Competencias

CE-6. Capacitar para resolver problemas de ámbito académico, técnico, financiero o social mediante métodos matemáticos.

CE-5. Utilizar herramientas de búsqueda de recursos bibliográficos en Matemáticas.

CE-4. Desarrollar programas que resuelvan problemas matemáticos utilizando para cada caso el entorno computacional adecuado.

CE-3. Utilizar aplicaciones informáticas de análisis estadístico, cálculo numérico y simbólico, visualización gráfica, optimización u otras para experimentar en Matemáticas y resolver problemas.

CE-2. Resolver problemas de Matemáticas, mediante habilidades de cálculo básico y otros, planificando su resolución en función de las herramientas de que se disponga y de las restricciones de tiempo y recursos.

CE-1. Proponer, analizar, validar e interpretar modelos de situaciones reales sencillas, utilizando las herramientas matemáticas más adecuadas a los fines que se persigan.

CG-12. 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.

<p>CG-11. 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.</p>
<p>CG-10. Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar, 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.</p>
<p>CG-9. Comunicarse de forma oral y escrita con otras personas sobre los resultados del aprendizaje, de la elaboración del pensamiento y de la toma de decisiones; participar en debates sobre temas de la propia especialidad.</p>
<p>CG-8. 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 graduadas y los graduados en cada titulación.</p>
<p>CG-7. Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información en el ámbito de la especialidad y valorar de forma crítica los resultados de esta gestión.</p>
<p>CG-6. Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar este conocimiento.</p>
<p>CG-5. Aprender de manera autónoma nuevos conocimientos y técnicas.</p>
<p>CG-4. Saber abstraer las propiedades estructurales (de objetos matemáticos, de la realidad observada, y de otros ámbitos) distinguiéndolas de aquellas puramente ocasionales y poder comprobarlas con demostraciones o refutarlas con contraejemplos, así como identificar errores en razonamientos incorrectos.</p>
<p>CG-3. Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos.</p>
<p>CG-2. Conocer demostraciones rigurosas de algunos teoremas clásicos en distintas áreas de la Matemática.</p>
<p>CG-1. Comprender y utilizar el lenguaje matemático. Adquirir la capacidad para enunciar propiedades en distintos campos de la Matemática, para construir argumentaciones, elaborar cálculos y para transmitir los conocimientos matemáticos adquiridos.</p>
<p>CB-5. Haber desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios multidisciplinares posteriores con un alto grado de autonomía en disciplinas científicas en las que las Matemáticas tienen un papel significativo.</p>
<p>CB-4. Poder transmitir información, ideas, problemas y soluciones del ámbito matemático y científico-tecnológico a un público tanto especializado como no especializado.</p>
<p>CB-3. Tener la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes, dentro del área de las Matemáticas y sus aplicaciones, para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas</p>

relevantes de índole social, científica o ética.

CB-2. Saber aplicar los conocimientos matemáticos a su trabajo de una forma profesional y poseer las capacidades que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro del área de las Matemáticas y en sus aplicaciones en la ciencia y la tecnología.

CB-1. Demostrar poseer y comprender conocimientos en el área de las Matemáticas contruidos a partir de la base de la educación secundaria general, a un nivel que, apoyándose en libros de texto avanzados, incluya también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia en el estudio de las Matemáticas y en sus aplicaciones en la ciencia y la tecnología.

Acceso y Admisión

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

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

Acceso

De acuerdo con el artículo 14 del Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales, podrán acceder a las enseñanzas oficiales de grado quienes reúnan los requisitos exigidos por la legislación vigente para el acceso a estudios universitarios y cumplan la normativa vigente por la que se regulan los procedimientos de selección para el ingreso en los centros universitarios.

Las vías de acceso actuales a esta titulación son las siguientes:

- Pruebas de acceso a la universidad o asimilados (PAU).
- Ciclos Formativos de Grado Superior.
- Titulados universitarios.
- Pruebas de acceso para mayores de 25 años.
- Estudiantes procedentes de sistemas educativos a los que es de aplicación el artículo 38.5 de la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación.
- Convalidación de estudios universitarios extranjeros (continuación de los mismos estudios).

Perfil recomendado de ingreso

El Grado en Matemáticas está diseñado para acoger a estudiantes con capacidad para el razonamiento abstracto y la resolución de problemas, además del imprescindible hábito de trabajo, dedicación al estudio y gusto por las Matemáticas.

En consonancia con lo anterior, la titulación está recomendada para personas que hayan superado el Bachillerato cursando la vía científico-tecnológica.

Plan de difusión de la titulación

Los canales que se utilizan para informar a los potenciales estudiantes son:

- Internet, a través de páginas generales de la UPC, como <http://www.upc.edu/lapolitecnica/> y <http://upc.es/matricula/>, o de la página de la Facultad de Matemáticas y Estadística (www-fme.upc.edu);
- Jornadas de Puertas Abiertas;
- Visitas temáticas a los laboratorios de la universidad;
- Conferencias de divulgación tecnológica y de presentación de los estudios que se realizan en centros de secundaria;
- Participación en Jornadas de Orientación y en Salones y Ferias de Enseñanza y en la serie de acciones de soporte a los trabajos de investigación de bachillerato, entre ellas la organización del premio al mejor trabajo en Arquitectura, Ciencias e Ingeniería sostenibles.

Las acciones de difusión específicas de la Facultad de Matemáticas y Estadística incluyen:

- Folletos y carteles para distribuir entre los centros de enseñanza media;
- Visitas a los centros de bachillerato (a petición de los interesados) para presentar la titulación e informar sobre el acceso a la universidad;
- Página web de presentación de la titulación (<http://www-fme.upc.edu>);
- Premio Poincaré para trabajos de investigación en Matemáticas de secundaria;
- Jornadas de puertas abiertas a petición de los interesados.

Las jornadas de puertas abiertas en la FME se realizan durante el mes de febrero y, a ser posible, el mismo día que la jornada que organiza la UPC. El objetivo es facilitar la asistencia del máximo número de centros de secundaria que así pueden inicialmente visitar la Universidad y a continuación repartir los/las estudiantes entre las diferentes Facultades y Escuelas en función de sus intereses. La jornada de puertas abiertas en la FME se inicia con unas palabras de bienvenida por parte del decano, o miembro del equipo directivo. Se comenta, en líneas generales, el contenido de la titulación, las características del centro y se atienden todas las preguntas y consultas que puedan surgir. En algunas ocasiones, la charla incluye una breve conferencia adhoc. La jornada de puertas abiertas acaba con una visita a las distintas dependencias del centro. En las ocasiones en que los centros de secundaria prefieren ser atendidos de forma más personal o desean que algún/una alumno/a, o grupo de alumnos/as, sea informado específicamente, se organiza un acto para atender adecuadamente la solicitud. Se procura que en este tipo de actos participen las/los estudiantes de la Facultad.

Las actividades de acogida se integran en el proyecto "La UPC te informa" que facilita información sobre el procedimiento de matrícula y sobre los servicios y oportunidades que ofrece la universidad, a través de Internet (<http://upc.es/matricula/>) y del material que se entrega a cada estudiante en soporte papel y digital junto con la carpeta institucional.

Criterios de acceso y condiciones o pruebas de acceso especiales

4.2 Acceso y admisión

El acceso a esta titulación no requiere la superación de pruebas específicas especiales ni contempla criterios o condiciones especiales de ingreso.

Sistemas de apoyo y orientación de los estudiantes una vez matriculados

4.3 Sistemas de apoyo y orientación de los/las estudiantes una vez matriculados

Plan de acogida para estudiantes de nuevo ingreso

El plan de acogida para estudiantes de nuevo ingreso consiste en una sesión informativa especial a cargo del equipo decanal, el primer día del curso, en la que se explican los detalles del funcionamiento de la Facultad (aulas de informática, préstamo bibliotecario, salas de estudio...) y las orientaciones generales sobre el plan de estudios: normas de permanencia, exámenes, consejos sobre matrícula, convocatorias,... Se realiza también una prueba interactiva de diagnóstico de los conocimientos matemáticos de secundaria que se usa posteriormente para diseñar un plan de tutoría lo más individualizado posible.

Sistema de tutorías

La acción tutorial se plantea en la titulación como un servicio de atención a estudiantes, 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).

Las acciones previstas en la titulación son las siguientes:

A) Actuaciones institucionales en el marco del Plan de Acción Tutorial de la UPC:

1. Elaborar un calendario de actuación en cuanto a la coordinación de tutorías.
2. Seleccionar a las tutoras y tutores (preferentemente profesorado de primeros cursos).
3. Informar al alumnado al inicio del curso sobre la tutora o tutor correspondiente.
4. Convocar la primera reunión grupal de inicio de curso.
5. Evaluar el Plan de acción tutorial de la titulación.

B) Actuaciones del / la tutor/a:

1. Para los/las estudiantes de primero, orientación personalizada teniendo en cuenta los resultados de la prueba diagnóstica.
2. Asesorar al estudiantado en el diseño de la planificación de su itinerario académico personal.
3. Convocar reuniones grupales e individuales con el estudiantado que tutoriza, a lo largo de todo el curso. En función de la temporización de las sesiones el contenido será diverso.
4. Facilitar información sobre la estructura y funcionamiento de la titulación así como la normativa académica que afecta a sus estudios.
5. Valorar las acciones realizadas en cuanto a satisfacción y resultados académicos de los tutorados.

Transferencia y reconocimiento de créditos: sistema propuesto por la universidad

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

En aplicación de los artículos 6 y 13 del Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales, el Consejo de Gobierno de esta universidad establecerá, mediante la elaboración y aprobación de una normativa académica que será de aplicación a los/las estudiantes que cursen enseñanzas de grado, los criterios y mecanismos de reconocimiento de créditos cursados en enseñanzas oficiales, en la misma u otra universidad, a efectos de la obtención de un título oficial, de acuerdo con las reglas básicas definidas en el artículo 13 del Real Decreto antes mencionado.

Dicha normativa académica será pública y en caso de modificaciones posteriores, se requerirá la aprobación de los Órganos de Gobierno de la universidad.

Respecto a la transferencia de créditos (créditos que no computan a efectos de obtención del título), se incorporarán en el expediente académico de cada estudiante los créditos obtenidos en enseñanzas oficiales cursadas con anterioridad, en la misma u otra universidad, que no hayan conducido a la obtención de un título oficial, a efectos de expedición de documentos académicos oficiales acreditativos de las enseñanzas seguidas por la/el estudiante, así como para su inclusión en el Suplemento Europeo al Título.

Planificación enseñanza

Distribución del plan de estudios en créditos ECTS por tipo de materia

Formación básica	60.0	Obligatorias	129.0
Optativas	36.0	Prácticas externas	0.0
Trabajo de fin de grado	15.0		

Explicación general de la planificación del plan de estudios

5.1. Explicación general del plan de estudios

De acuerdo con el Art. 12.2 del R.D. 1393/2007, el plan de estudios del Grado en Matemáticas por la Universidad Politécnica de Catalunya tiene un total de 240 créditos, distribuidos en 4 cursos de 60 créditos cada uno. Estos créditos incluyen toda la formación teórica y práctica que el/la estudiante debe adquirir.

En la Tabla 2 se ha resumido la estructura temporal del plan de estudios.

A continuación se detalla la estructura de las materias básicas (Formación básica).

La Tabla 3 contiene la agrupación de las asignaturas obligatorias en materias (Materias obligatorias).

A continuación se explica el proceso de obtención de los créditos optativos, incluyendo una lista de asignaturas optativas agrupadas en materias (Materias optativas).

Finalmente se exponen las características del trabajo de fin de grado.

Tabla 2. Distribución de los créditos ECTS. Cada curso se ha dividido en dos cuatrimestres (C). En los tres primeros cursos, cada cuatrimestre consta de 4 asignaturas de 7,5 ECTS cada una. Las asignaturas con * constituyen la **Formación básica** (v. el epígrafe siguiente).

Curso	C	Asignaturas			
Primero	C1	<i>Cálculo en una variable</i> *	<i>Álgebra lineal</i> *	<i>Informática</i> *	<i>Fundamentos de la matemática</i> *
Primero	C2	<i>Cálculo diferencial</i> *	<i>Geometría afín y euclídea</i> *	<i>Álgebra lineal numérica</i>	<i>Matemática discreta</i>
Segundo	C3	<i>Cálculo integral</i> *	<i>Álgebra multilineal y geometría</i>	<i>Algorítmica</i>	<i>Programación matemática</i>

Segundo	C4	<i>Funciones de variable compleja</i>	<i>Topología</i>	<i>Física *</i>	<i>Análisis real</i>
Tercero	C5	<i>Ecuaciones diferenciales ordinarias</i>	<i>Estructuras algebraicas</i>	<i>Cálculo numérico</i>	<i>Teoría de la probabilidad</i>
Tercero	C6	<i>Ecuaciones en derivadas parciales</i>	<i>Geometría diferencial</i>	<i>Modelos matemáticos de la física</i>	<i>Estadística</i>
Cuarto	C7-C8	<i>Modelos matemáticos de la tecnología (9 ECTS)</i>	Créditos optativos (36 ECTS)	TFG (15 ECTS)	

Formación básica

Los 60 créditos de las materias básicas (las asignaturas marcadas con * en la Tabla 2) se distribuyen de la siguiente manera:

- 45 créditos de la materia básica **Matemáticas**, distribuidos en 6 asignaturas de 7,5 ECTS cada una: *Cálculo en una variable*, *Cálculo diferencial*, *Cálculo integral*, *Álgebra lineal*, *Geometría afín y euclídea*, *Fundamentos de la matemática*.
- 7,5 créditos de la materia básica **Informática**, correspondientes a la asignatura *Informática* ubicada en el primer cuatrimestre.
- 7,5 créditos de la materia básica **Física**, correspondientes a la asignatura *Física* ubicada en el cuarto cuatrimestre.

Materias Obligatorias

Corresponderán a materias obligatorias todas aquellas asignaturas que, no formando parte de las básicas citadas anteriormente, estén ubicadas en los cursos primero, segundo y tercero. Cada una de estas asignaturas constará de 7,5 créditos. Asimismo, también será obligatoria la asignatura *Matemáticas de la tecnología de cuarto curso*. Esta asignatura tendrá 9 créditos y se impartirá en ambos cuatrimestres de cuarto curso, de manera que el/la estudiante pueda escoger en qué cuatrimestre la cursa dependiendo de las asignaturas optativas que escoja y de la distribución temporal que desee para su Trabajo de Fin de Grado.

Tabla 3. Distribución de las asignaturas obligatorias en materias (entre paréntesis se incluye el cuatrimestre en el que se recomienda cursar cada asignatura). Esta distribución está de acuerdo con las recomendaciones del Libro Blanco.

Nombre de la materia	Asignaturas
Análisis matemático	<i>Funciones de variable compleja (C4)</i>

	<i>Análisis real (C4)</i>
Álgebra y Geometría	<i>Álgebra multilineal y Geometría (C3) Estructuras algebraicas (C5)</i>
Topología y Geometría diferencial	<i>Topología (C4) Geometría diferencial (C6),</i>
Probabilidad y Estadística	<i>Teoría de la Probabilidad (C5) Estadística (C6),</i>
Ecuaciones diferenciales	<i>Ecuaciones diferenciales (C5) Ecuaciones en derivadas parciales (C6)</i>
Métodos numéricos y Optimización	<i>Álgebra lineal numérica (C2) Programación matemática (C3) Cálculo numérico (C5)</i>
Matemática discreta y Algorítmica	<i>Matemática discreta (C2) Algorítmica (C3)</i>
Modelización	<i>Modelos matemáticos de la Física (C6) Modelos matemáticos de la Tecnología (C7 o C8)</i>

Materias optativas

De acuerdo con la normativa UPC, el número de créditos optativos que deberá cursar un/a estudiante es de 36 ECTS (15% de 240).

Estos 36 créditos optativos se podrán conseguir de las siguientes maneras:

Cursando asignaturas optativas

La Facultad ofrecerá cada curso académico un amplio conjunto de asignaturas optativas de 6 ECTS cada una que permita a todos los/las estudiantes diseñar su propio currículum de acuerdo con sus intereses.

La oferta se hará por aprobación de la Comisión Permanente de la Facultad en función de diversos parámetros académicos, del encargo académico adjudicado por la Universidad y de la demanda de las/los estudiantes.

Al final de este epígrafe figura una lista orientativa de asignaturas optativas, con su adscripción por materias, basada en la optatividad de la actual Licenciatura de Matemáticas.

Además, los/las estudiantes podrán obtener créditos optativos cursando asignaturas de otras titulaciones de la UPC, previa autorización del Jefe de Estudios, o por medio de estudios realizados en régimen de movilidad (v. Sección 5.2).

Realizando prácticas en empresa

Se podrá obtener por este concepto un máximo de 12 ECTS, lo cual satisface la normativa de la UPC.

La Facultad procurará disponer de una oferta de prácticas en empresa que satisfaga la demanda de todos/as los/las estudiantes interesados. Esta oferta se realizará mediante la firma de convenios de cooperación educativa con empresas o instituciones, garantizando en todos los casos su interés académico en relación a la formación de la/del estudiante.

Por reconocimiento de otras actividades

Se podrá obtener por este concepto un máximo de 6 ECTS, lo cual satisface la normativa UPC. Entre otras posibilidades, se reconocen:

- a) Competencias adquiridas en el estudio de lenguas extranjeras en el ámbito científico.
- b) De acuerdo con el Art. 12.8 del R.D. 1393/2007, los/las estudiantes podrán obtener reconocimiento académico por la participación en actividades de extensión universitaria, ya sean culturales, deportivas, de representación estudiantil, solidarias y de cooperación.

Todos estos reconocimientos se regirán por la normativa general de la UPC.

Lista orientativa de asignaturas optativas

A continuación se incluye una lista (orientativa) de asignaturas optativas, agrupadas en seis materias.

Tabla 4. Materias optativas, con las correspondientes asignaturas.

Materia optativa	Asignaturas
<i>Álgebra y Geometría</i>	Álgebra abstracta
	Topología algebraica
	Geometría diferencial II
	Álgebra conmutativa
	Ampliación de Modelos matemáticos de la Física
	Geometría algebraica
	Teoría de Números
<i>Sistemas dinámicos y análisis</i>	Análisis funcional
	Mecánica celeste y Astrodinámica
	Sistemas de control
	Teoría cualitativa de EDOs
	Ampliación de EDPs
<i>Métodos numéricos e ingeniería</i>	Métodos numéricos para EDOs
	Métodos numéricos para EDPs
	Análisis numérico
	Mecánica computacional
	Métodos numéricos de la Ingeniería
	Modelización
	Teoría matemática de los Mercados financieros
<i>Matemática discreta</i>	Análisis y diseño de algoritmos
	Teoría de la computación
	Combinatoria

	Geometría discreta y computacional
	Teoría de Grafos
	Teoría de Códigos
	Criptografía
	Música y matemáticas
Didáctica y fundamentos	Historia de la matemática
	Didáctica de la matemática
	Lógica y fundamentos
Estadística	Los/as estudiantes podrán obtener una mención en Estadística siempre que cursen por lo menos 5 asignaturas dentro del Grado de Estadística promovido por la misma Facultad (v. apartado de Menciones) y que se impartirá conjuntamente con la UB.

Trabajo de Fin de Grado

El Trabajo de Fin de Grado (TFG) se valorará con 15 ECTS y será obligatorio para todos los/las estudiantes. Los/as estudiantes podrán inscribirse para la realización del TFG una vez superados los 180 créditos obligatorios de los tres primeros cursos.

En cada oferta de TFG, el profesor responsable podrá requerir, en su propuesta, haber cursado alguna asignatura optativa concreta. Para no retrasar la graduación de las/los estudiantes que reúnan los requisitos, se ofrecerá propuestas de TFG para su realización en ambos cuatrimestres.

La realización de TFGs se adecuará a la normativa vigente de la FME. La Facultad velará a fin de que la oferta de TFGs sea suficientemente amplia y diversa.

Menciones

Además del título generalista de Graduado en Matemáticas, las/los estudiantes que lo deseen podrán obtener una de las dos Menciones siguientes:

- **Ingeniería matemática**
- **Estadística**

Para obtener una de estas dos menciones, el/la estudiante deberá cursar **3036** ECTS a escoger entre una lista de asignaturas optativas o la realización de prácticas externas relacionadas con la correspondiente mención (un máximo de 12 créditos, como se ha especificado anteriormente, y previa aprobación del Jefe de Estudios) **y realizar el TFG en temas relacionados con la mención.**

En el caso de la mención en Ingeniería matemática, la lista de posibles asignaturas es la siguiente:

Materia: Sistemas dinámicos y análisis

- Sistemas de Control

Materia: Métodos numéricos e ingeniería

- Teoría matemática de los Mercados financieros
- Métodos numéricos para EDOs

- Métodos numéricos para EDPs

- Análisis numérico

- Mecánica computacional

- Métodos numéricos de la Ingeniería

- Modelización

Materia: Matemática discreta

- Teoría de Códigos
- Criptografía

- Análisis y diseño de algoritmos

- Geometría discreta y computacional

- Teoría de la computación

Materia: Dos asignaturas de cualquier grado en ingeniería ofertado en la UPC (previa aprobación por el Jefe de Estudios).

En el caso de la mención en Estadística, las lista de asignaturas forma parte del Grado interuniversitario (UB-UPC) en Estadística y es la siguiente:

- Estadística multivariante
- Modelo lineal generalizado
- Series temporales
- Programación no lineal y Flujos en red
- Econometría
- Análisis de supervivencia
- Minería de datos
- Teoría de colas y Simulación Investigación operativa estocástica
- Estadística actuarial Métodos estadísticos para finanzas y seguros
- Métodos bayesianos
- Métodos no paramétricos y de remuestreo

Características generales de las materias

La descripción detallada de las competencias y resultados del aprendizaje que el/la estudiante adquiere con cada materia, de los correspondientes contenidos, y de los requisitos (en caso de que los haya), se halla en la sección 5.3.

En este epígrafe damos algunas indicaciones genéricas sobre la metodología de enseñanza y aprendizaje y sobre los criterios de evaluación, que son válidas para todas las materias. La validez de estas indicaciones genéricas en el caso de las matemáticas se justifica por la naturaleza de su conocimiento, la cual conlleva formas y modalidades acreditadas de adquirirlo y transmitirlo que difieren de las de otras ciencias.

Cuando para una materia particular las indicaciones generales no son suficientemente específicas, se hacen constar las precisiones que conviene añadir o las modificaciones que corresponde hacer.

La descripción detallada de las actividades formativas, con su contenido en horas de la/del estudiante, y la información sobre la evaluación, están basadas en algunos supuestos y estimaciones que deben tenerse en cuenta para una correcta interpretación de los mismos. Estos supuestos y consideraciones las resumimos a continuación.

Créditos ECTS. De acuerdo con el Art. 5 del RD 1125/2003, "el crédito europeo es la unidad de medida del haber académico que representa la cantidad de trabajo del/de la estudiante para cumplir los objetivos del programa de estudios y que se obtiene por la superación de cada una de las materias que integran los planes de estudios de las diversas enseñanzas conducentes a la obtención de títulos universitarios de carácter oficial y validez en todo el territorio nacional. En esta unidad de medida se integran las enseñanzas teóricas y prácticas, así como otras actividades académicas dirigidas, con inclusión de las horas de estudio y de trabajo que el/la estudiante debe realizar para alcanzar los objetivos formativos propios de cada una de las materias del correspondiente plan de estudios." El mismo Real Decreto establece que cada crédito corresponderá a un mínimo de 25 horas de dedicación de la/del estudiante, y un máximo de 30 horas. Por otro lado, la UPC estipula, en su "Marco para el diseño de los planes de estudio de grado de la UPC", que, con carácter general, un crédito ECTS equivaldrá a 25 horas de dedicación del estudiante. Excepcionalmente, no fija ninguna restricción adicional a las ya fijadas en el Real Decreto para el reconocimiento de créditos por realización de prácticas externas ni para los créditos otorgados en el Trabajo de Fin de Grado.

En consecuencia, el número de horas por crédito será el siguiente:

- a) Asignaturas básicas, obligatorias y optativas: 25 horas por ECTS.
- b) Trabajo Fin de Grado: 30 horas por ECTS. Dado que el Trabajo Fin de Grado está valorado en 15 ECTS, el número de horas que un/a estudiante deberá dedicarle será de 450.

c) Prácticas externas: 1 ECTS equivaldrá a 30 horas trabajadas.

d) Actividades de extensión universitaria: En cada caso la equivalencia en horas vendrá fijada por la normativa general de la UPC, siendo siempre de aplicación la normativa general que establece que 1 ECTS corresponde a un mínimo de 25 horas y un máximo de 30 horas.

En las asignaturas básicas, obligatorias y optativas, 1 ECTS equivaldrá a 10 horas de docencia reglada o presencial. Dado que cada asignatura obligatoria y básica tiene un valor de 7,5 ECTS, el número de horas presenciales de cada asignatura será de 75. Estas horas presenciales incluyen las clases, ya sean de pizarra o de laboratorio, y la realización de exámenes.

Cada uno de los tres primeros cursos consta de 60 ECTS, lo que equivale a 1500 horas de trabajo de la/del estudiante. Cada curso se divide en dos cuatrimestres de 30 ECTS. Como se ha definido que 1 ECTS equivale a 10 horas de docencia presencial, cada cuatrimestre constará de 300 horas presenciales. Estas se distribuirán en 14 semanas de 20 horas, lo que sumará un total de 280 horas, más 20 horas para la realización de exámenes finales, 5 para cada asignatura.

Actividades formativas. Actividades formativas en el aula con presencia del profesor:

a) **Clase de pizarra en grupo grande:** Lección impartida por el profesor que puede tener formatos diferentes (teoría, problemas y/o ejemplos generales, directrices generales de la materia...). El profesor puede contar con apoyo de medios audiovisuales e informáticos pero, en general, los/las estudiantes no los necesitan manejar en clase. Se incluyen aquí las horas dedicadas a exámenes.

b) **Clases de pizarra en grupo reducido:** Clase teórico/práctica en la que se proponen y resuelven aplicaciones de la teoría, problemas, ejercicios... El profesor puede contar con apoyo de medios audiovisuales e informáticos pero, en general, las/los estudiantes no los manejarán en clase. También se incluyen las pruebas de evaluación si las hubiere.

c) **Clases con ordenador/laboratorio en grupo reducido:** Se incluyen aquí las clases en las que el/la estudiante utiliza el ordenador en aula de informática (clases de informática, uso de paquetes para ilustración práctica de la teoría, prácticas de programación...) o prácticas de laboratorio, observatorio astronómico... También se incluyen pruebas de evaluación con ordenador o laboratorio.

d) **Tutorías en grupo reducido:** Actividades de proposición y supervisión de trabajos dirigidos, aclaración de dudas sobre teoría, problemas, ejercicios, programas, lecturas u otras tareas propuestas, presentación, exposición, debate o comentario de trabajos individuales o realizados en pequeños grupos... En esta categoría se incluye las llamadas "clases holandesas" en las que el profesor propone unos ejercicios o problemas y los/las estudiantes, ya sea de forma individual o en grupo, tratan de resolverlos mediante la supervisión, ayuda y consejo del profesor.

e) **Otras actividades formativas:** La adquisición de competencias transversales (búsqueda y ordenación de información, escritura correcta de trabajos matemáticos, exposición oral de conocimientos en matemáticas, trabajo en equipo...) requiere la realización y entrenamiento en tareas específicas que el plan contempla de forma explícita en las distintas asignaturas.

Directrices generales para la distribución temporal de tareas de la/del estudiante

El esquema genérico es el que resume la Tabla 5. Habrá alguna materia en que este esquema se tiene que retocar para adaptarlo a determinadas condiciones especiales, y en este caso las modificaciones se hacen constar explícitamente. Por ejemplo, en el caso de asignaturas optativas (6 ECTS), el esquema genérico se obtiene reduciendo los valores de la Tabla 5 en el factor $6/7,5=4/5$.

Tabla 5. Actividades formativas en horas del/de la estudiante (187,5 horas = 7,5 ECTS)

Trabajo presencial en el aula	Horas	Trabajo personal de la/del estudiante	Horas
Clases de teoría	39	Estudio de la teoría	39
Clases de problemas o laboratorios	19	Resolución de problemas y realización de prácticas	40
Tutorías en grupo reducido	7	Estudio y resolución de problemas	15
Realización de exámenes	10	Preparación de exámenes	18,5
Total	75	Total	112,5

Directrices generales sobre metodología

Las clases de pizarra consistirán básicamente en lecciones impartidas por el profesor, dedicadas a la exposición de los contenidos teóricos y a la resolución de problemas o ejercicios. A veces el modelo se aproximará a la lección magistral y otras, sobre todo en los grupos reducidos, se procurará una mayor implicación de la/del estudiante. Las clases con ordenador/laboratorio permitirán, en unos casos, la adquisición de habilidades prácticas y, en otros,

servirán para la ilustración inmediata de los contenidos teóricos-prácticos, mediante la comprobación interactiva o la programación.

Cada materia podrá añadir directrices específicas.

Directrices generales para la evaluación

En un modelo de aprendizaje basado en competencias, evaluar significa valorar el progreso del estudiantado hacia el cumplimiento de los objetivos deseados. En este contexto, la evaluación debe ser continua, es decir, no debe concentrarse en la etapa final del aprendizaje, y debe tener un doble fin:

Formativo: debe servir para regular el ritmo de trabajo y aprendizaje a lo largo del curso.

Sumativo: debe permitir al estudiantado conocer el grado de madurez de su aprendizaje.

La evaluación formativa está diseñada con el objetivo de informar al estudiantado sobre su progreso y ayudarle, mediante la correspondiente realimentación por parte del profesorado, a conseguir los objetivos del aprendizaje y, si procede, a reconducir el proceso. Por ese motivo se recomienda que la evaluación de las diferentes actividades tenga un retorno relativamente rápido al estudiantado.

La evaluación sumativa está diseñada con el objetivo de cualificar al estudiantado para la promoción y la certificación. La calificación de cada estudiante debe estar fundamentada en una cantidad tan elevada como sea posible de notas, que debidamente ponderadas, configuren la calificación global. Para cada asignatura, hay que planificar diversos actos de evaluación coherentes con los objetivos formativos definidos.

Con lo dicho anteriormente se apuesta por el:

Criterio general de evaluación para todas las asignaturas

En todas las asignaturas del Grado la calificación de cada estudiante se hará mediante evaluación continua y la realización de un examen final. La evaluación continua se hará por medio de controles escritos, trabajos entregados, participación del/de la estudiante en el aula, tutorías u otros medios manifestados en la programación de la asignatura. La calificación de la/del estudiante no será inferior a la del examen final ni a la obtenida ponderándola con la evaluación continua, dándole a esta última un peso no inferior al 25%. El profesor fijará en la guía docente anual el peso concreto que otorgará a la evaluación continua y al examen final, respetando la regla anterior, así como la tipología, métodos y características del sistema de evaluación que propone.

Mecanismos de coordinación docente

En el marco del sistema de calidad integral del centro (véase el capítulo 9), el mecanismo básico previsto para asegurar la coordinación docente corresponde a dos comisiones de evaluación curricular, una para la Fase Inicial y otra para el resto de materias obligatorias (excluyendo el Trabajo de Fin de Grado). Dichas comisiones se rigen por protocolos ya bien establecidos en los actuales planes de estudios que velan por:

- Un adecuado cumplimiento de las obligaciones docentes;
- El grado de cumplimiento de los temarios publicados en la guía docente;
- Poner en común los criterios de evaluación y los indicadores definidos en el capítulo 8;
- Aplicar mecanismos compartidos de condonación.

La composición prevista de las comisiones de evaluación curricular es la siguiente: Decano, Jefe de Estudios, Secretario Académico (con voz, pero sin voto), los responsables de cada asignatura y, en la de Fase Inicial, un representante de los alumnos que ya la hayan superado.

Otras comisiones relevantes para la coordinación docente son:

- La Comisión Permanente de la Junta de Facultad, que aprueba el encargo académico, los horarios, las guías docentes y las propuestas de resolución de las comisiones de evaluación.
- La Comisión de Título, cuya misión es proponer, a partir de los resultados semestrales, mejoras del plan de estudios.

Tablas de correspondencia entre materias y competencias

Tabla 6. Competencias básicas

Materia	CB-1	CB-2	CB-3	CB-4	CB-5
Formación básica	X	X	X		
Análisis matemático	X	X	X		
Álgebra y geometría	X	X	X		
Topología y geometría diferencial	X	X	X		
Probabilidad y estadística	X	X	X		
Ecuaciones diferenciales	X	X	X		
Métodos numéricos y optimización	X	X	X		
Matemática discreta y algorítmica	X	X	X		
Modelización	X	X	X	X	
Materias optativas (todas)				X	X
Proyecto fin de grado				X	X

Tabla 7. Competencias transversales/genéricas

Materia	CG-1	CG-2	CG-3	CG-4	CG-5	CG-6	CG-7	CG-8	CG-9	CG-10	CG-11	CG-12
Formación básica	X	X	X	X	X	X						
Análisis matemático	X	X	X	X	X	X						
Álgebra y geometría	X	X	X	X	X	X						
Topología y geometría diferencial	X	X	X	X	X	X						
Probabilidad y estadística	X	X	X	X	X	X						
Ecuaciones diferenciales	X	X	X	X	X	X						
Métodos numéricos y optimización	X	X	X	X	X	X						
Matemática discreta y algorítmica	X	X	X	X	X	X						
Modelización	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X
Materias optativas (Competencias comunes)	X	X	X	X	X	X			X			
Op: Método numéricos e ingeniería (*)										X	X	X
Op: Estadística (*)											X	X
Prácticas externas										X	X	
Proyecto fin de grado			X		X	X	X	X	X			

(*) Competencias que se añaden a estas materias optativas respecto de las comunes a todas las optativas

Tabla 8. Competencias específicas

Materia	CE-1	CE-2	CE-3	CE-4	CE-5	CE-6
Formación básica		X	X	X		
Análisis matemático		X	X	X		
Álgebra y geometría		X	X	X		
Topología y geometría diferencial		X	X	X		
Probabilidad y estadística		X	X	X		
Ecuaciones diferenciales		X	X	X		
Métodos numéricos y optimización		X	X	X		
Matemática discreta y algorítmica		X	X	X		
Modelización	X	X	X	X		
Materias optativas (todas)		X		X		X
Op: Sistemas dinámicos y análisis (*)	X		X			
Op: Método numéricos e ingeniería (*)	X		X	X		
Op: Estadística (*)	X		X			
Proyecto fin de grado	X		X		X	

Mecanismos de coordinación docente

A continuación se detallan los principales mecanismos de coordinación docente.

Comisión de Título. Es la encargada de proponer el encargo académico anual teniendo en cuenta las propuestas de los profesores y departamentos, así como los indicadores relevantes para el caso.

Comisión Permanente. Entre otras atribuciones, es el órgano que aprueba el calendario académico, la guía docente, el encargo académico, los indicadores de rendimiento y las desvinculaciones por bajo rendimiento.

Comisiones de Evaluación Curricular. Hay una Comisión de Evaluación Curricular sobre la fase inicial y otra para el resto de los estudios. Sus funciones son realizar una evaluación conjunta de las asignaturas de su bloque, pudiendo tener en cuenta mecanismos de condonación, y aplicar la normativa de permanencia (véase la sección 1.5). Forman parte de las mismas, además del Decano y el Jefe de Estudios, los responsables de todas las asignaturas del su bloque.

Responsables de asignatura. Coordinan los distintos aspectos docentes de su asignatura

Jefe de Estudios. Entre sus responsabilidades están las de convocar a los responsables de asignaturas a los efectos de unificar criterios y implantar mecanismos de coordinación horizontal y vertical.

Tercera lengua

A fin de obtener el presente título, los estudiantes deberán acreditar un conocimiento del Inglés sea aportando un certificado equivalente al First Certificate (nivel de referencia de la UPC), sea realizando el Trabajo de Fin de Grado en inglés así como su defensa en este idioma.

En términos generales, la FME procurará que toda la terminología matemática sea conocida también en inglés y que en cada asignatura haya bibliografía básica en inglés. También se admitirá que los exámenes se puedan realizar en inglés.

Planificación y gestión de la movilidad de los estudiantes propios y de acogida

5.2. Movilidad

Procedimientos para la organización de la movilidad de los estudiantes propios y de acogida. Debe incluir el sistema de reconocimiento y acumulación de créditos ECTS.

La Universidad Politécnica de Catalunya participa y aumenta, de forma decidida, su presencia 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.

Entre los objetivos de los programas de movilidad está el que los/las estudiantes que se acojan a ellos puedan beneficiarse de la experiencia de participar en cursos impartidos por otros profesores con metodologías docentes posiblemente diferentes, otros recursos y ciertamente un acceso a realidades sociales y culturales distintas, con lo que se fortalece la capacidad de comunicación, cooperación, adaptación y comprensión. La participación de las/los estudiantes en estos programas les permite, además de contribuir a su formación individual de forma muy enriquecedora, mejorar su currículum de cara a la incorporación laboral.

La Universidad Politécnica de Catalunya tienen centralizada la gestión de los programas de intercambio y movilidad en el Área de Relaciones Internacionales (ARI): <http://www.upc.edu/ari>.

Esta oficina, dependiente del Vicerrectorado de Relaciones Internacionales, tiene como misión dar respuesta a las necesidades de estudiantes, profesores y PAS en el ámbito de la movilidad nacional e internacional. La FME gestiona en particular la movilidad de sus estudiantes y es una de las líneas estratégicas de la Facultad **promover y potenciar contactos institucionales universitarios de ámbito internacional para aumentar la oferta a nuestros/as estudiantes.**

A tal fin, un/a estudiante del grado de matemáticas podrá participar en un programa de movilidad si tiene superados los dos primeros cursos del plan de estudios. En su defecto, el vicedecano o la vicedecana responsable de la movilidad, de acuerdo con el jefe de estudios, estudiará solicitudes de estudiantes que hayan superado todos los créditos correspondientes a materias de formación básica (60 ECTS) y al menos 30 créditos correspondientes a materias obligatorias (aquellas asignaturas que no formando parte de las básicas, están ubicadas en los cursos primero, segundo y tercero). Una vez que un/a estudiante es aceptado/a a participar en un programa de movilidad, debe establecer un acuerdo con el jefe de estudios sobre las materias a cursar en la universidad de destino. Para ello se analizan las asignaturas que se pretenden estudiar con el objetivo de decidir su adecuación curricular en cada caso. Estas materias, preferentemente, serán créditos optativos y TFG. Excepcionalmente se podrá autorizar cursar hasta 15 créditos obligatorios para movilidad anual o 10 en caso de una estancia cuatrimestral. Durante la estancia de un/a estudiante en su universidad de destino, se realiza un seguimiento de su rendimiento curricular a través de una comunicación fluida entre la Facultad y los centros de destino. La atención es personalizada a cada situación, dado el número razonable de estudiantes de movilidad. Las calificaciones obtenidas en la universidad de destino se incorporan al expediente de la/del estudiante como parte de la titulación. En el expediente, consta explícitamente la participación en un programa de movilidad.

Las/os estudiantes procedentes de las universidades con las que existen acuerdos de intercambio, participan en los programas de acogida que organiza la universidad y la facultad. Personalmente se les acaba de orientar en la elección de las materias a cursar que corresponden a un mínimo de 20 créditos por cuatrimestre, a menos que exista una motivación argumentada por parte de la persona responsable de la movilidad en su universidad de origen. Se realiza un seguimiento global del rendimiento de los/las estudiantes que participan en los programas de movilidad para decidir sobre la adecuación de modificar o mantener el acuerdo entre las universidades.

Programas de intercambio existentes. A continuación se citan los principales programas de intercambio en los que podrán participar las/los estudiantes del Grado de Matemáticas y que se pueden consultar en la página web de la Oficina de Relaciones Internacionales de la Facultad. Además de las convocatorias SICUE/SENECA y del programa SOCRATES/ERASMUS, hay otras oportunidades de movilidad con América. Existen también acuerdos con otras Universidades a nivel general de la UPC en los que pueden asimismo participar las/los estudiantes del Grado de Matemáticas. Todos estos programas de movilidad se pueden consultar en la página <http://www.upc.edu/ari>

Acuerdos ERASMUS/SÓCRATES coordinados por la Facultad de Matemáticas y Estadística de la UPC en los últimos años

País	Ciudad	Universidad	Web
Alemania	Dortmund	Universität Dortmund	www.uni-dortmund.de
	München	Ludwig – Maximilians	www.stat.uni-muenchen.de
	Berlin	Freie Universität	www.fu-berlin.de
	Darmstadt	Technische Universität	www.tu-darmstadt.de
	Karlsruhe	Universität Karlsruhe	www.uni-karlsruhe.de
	Stuttgart	Universität Stuttgart	www.uni-stuttgart.de
Bélgica	Leuven	Katholieke Universiteit	www.kuleuven.ac.be
	Louvain	Université Catholique	www.ucl.ac.be
	Gent	Universiteit Gent	www.ugent.be
	Hasselt	Universiteit Hasselt	www.uhasselt.be
Finlandia	Tampere	University of Tampere	www.uta.fi
Francia	Rennes	Agrocampus Rennes	www.agrocampus-rennes.fr
	Toulouse	Institut National des Sciences Appliquées	www.insa-tlse.fr
	Grenoble	Institut National de Grenoble	www.inpg.fr
	Lille	Université des Sciences et Technologies	www.univ-lille1.fr
	Marne-la-Vallée	Université de Marne-la-Vallée	www.univ-mlv.fr
	Paris	Université Pierre et Marie Curie	www.admp6.jussieu.fr
	Montpellier	Université Montpellier II	www.univ-montp2.fr
	Paris	Université du Paris XIII	www.univ-paris13.fr
	Perpignan	Université du Perpignan	www.univ-perp.fr
	Dunkerque	Universitat de Littoral Côte d'Opale	www.univ-littoral.fr
Bruz	ENSAI	www.ensai.com	
Gran Bretaña	Bath	University of Bath	www.bath.ac.uk
	Bristol	University of Bristol	www.bris.ac.uk
	Sheffield	University of Sheffield	www.sheffield.ac.uk
Grecia	Atenas	National Technical University of Athens	www.ntua.gr
Holanda	Delft	University of Technology	www.tudelft.nl
Italia	Napoli	Università degli Studi "Federico II"	www.unina.it
	Perugia	Università degli Studi	www.unipg.it
	Firenze	Università degli Studi	www.unifi.it

	Salerno	Università degli Studi	www.unisa.it
	Milano	Politecnico di Milano	www.polimi.it
	Roma	Università di Roma "La Sapienza"	www.uniroma1.it
Noruega	Trondheim	Norwegian University	www.ntnu.no
Portugal	Lisboa	Universidade Nova de Lisboa	www.unl.pt
	Lisboa	Universidade de Lisboa	www.fc.ul.pt
	Porto	Universidade de Porto	www.fc.up.pt
República Checa	Prague	Checa Univerzita Karlova V	www.cuni.cz
Suiza	Lausanne	École Polytechnique Fédérale	www.epfl.ch

Acuerdos bilaterales en el sistema de intercambio entre centros de las universidades en América

País	Centro	Web
México	Universidad Nacional Autónoma de México	www.unam.mx
	Instituto Tecnológico Autónomo de México	www.itam.mx
Perú	Pontificia Universidad Católica de Perú	www.pucp.edu.pe
Venezuela	Universidad Simón Bolívar	www.usb.ve

Acuerdos bilaterales en el sistema de intercambio entre centros de las universidades españolas (SICUE)

- Universidad de la Laguna www.ull.es
- Universidad Autónoma de Madrid www.uam.es
- Universidad de Cádiz www.uca.es
- Universidad Carlos III de Madrid www.uc3m.es
- Universidad Complutense de Madrid www.ucm.es
- Universidad de Granada www.ugr.es
- Universidad de Murcia www.um.es
- Universidad de Santiago de Compostela www.usc.es
- Universidad de Sevilla www.us.es
- Universidad de Zaragoza www.unizar.es

Descripción de los módulos o materias

Descripción de la materia principal 1

Denominación de la materia	Formación básica	Créditos ECTS	60.0	Carácter	Formación básica
Unidad temporal	C1, C2 y C3	Requisitos previos	Ninguno.		

Sistemas de evaluación

Véase "Explicación general del plan de estudios", en la sección 5.1.

Actividades formativas con su contenido en ECTS, su metodología de enseñanza y aprendizaje, y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante**Materia: Formación básica**

ECTS	Competencias asociadas	Asignaturas
60	CB-1, CB-2, CB-3; CG-1, CG-2, CG-3, CG-4, CG-5, CG-6; CE-2, CE-3, CE-4.	<i>Fundamentos de la matemática</i> <i>Cálculo en una variable</i> <i>Álgebra lineal</i> <i>Informática</i> <i>Cálculo diferencial</i> <i>Geometría afín y euclídea</i> <i>Cálculo integral</i> <i>Física</i>

Resultados del aprendizaje***Fundamentos de la matemática***

Asimilar los conceptos de la teoría de conjuntos.
Entender el concepto de aplicación y saber utilizarlo en diferentes espacios.
Familiarizarse con las operaciones y sus propiedades, y con las relaciones.
Comprender la axiomática de los números naturales y enteros así como el principio de inducción. Comprender asimismo la construcción de los números racionales y números reales.
Distinguir entre los conjuntos numerables y no numerables.
Operar con soltura los números complejos y ser capaz de representarlos geoméricamente y en sus diferentes formas.
Iniciarse en las bases de la aritmética. Usar el algoritmo de Euclides y factorizar, ya sea en números enteros o en polinomios de una variable.
Ser capaz de realizar demostraciones usando los diferentes métodos.
Comprender y manejar las leyes de la lógica.

Cálculo en una variable

Aprender a utilizar el análisis de sucesiones de números reales y de funciones de una variable real como herramienta para resolver una gran diversidad de problemas.
Dominar las técnicas del cálculo que destacan por su utilidad, versatilidad y potencia.
Comprender las nociones de límite, continuidad, continuidad uniforme, derivada e integral, trabajando con ellas de forma intuitiva, geométrica y rigurosa.
Analizar y representar funciones, sabiendo deducir propiedades de las mismas a partir de sus gráficas.
Derivar con soltura.
Plantear problemas de optimización y aplicar los métodos estudiados para resolverlos.
Derivar una función definida implícitamente.

Calcular integrales en intervalos compactos usando el cambio de variable y la integración por partes, incluyendo funciones racionales y trigonométricas.

Álgebra lineal

Dominio de las propiedades de las matrices y de su aplicación para formulación y resolución de sistemas de ecuaciones lineales.

Familiarizarse con el uso de las matrices en diversas ramas del saber.

Una primera aproximación a las estructuras algebraicas: los espacios vectoriales y las aplicaciones lineales como generalización de los vectores de \mathbb{R}^3 y las matrices, respectivamente.

Comprender los conceptos de dependencia e independencia lineal

Comprender la necesidad de saber reducir matrices a formas predeterminadas y practicar los algoritmos correspondientes.

Operar con vectores, bases, subespacios y aplicaciones lineales.

Familiarizarse y entender la noción de dualidad.

Estudiar los espacios vectoriales euclídeos.

Informática

Entender las nociones generales de la programación de ordenadores.

Dominar el lenguaje de programación C++.

Conocer esquemas y algoritmos fundamentales.

Cálculo diferencial

Ser capaz de calcular límites con funciones de varias variables.

Estudiar la continuidad de funciones de varias variables.

Saber estudiar la diferenciabilidad de funciones de varias variables.

Calcular derivadas parciales y matrices jacobianas.

Entender, asimilar y saber aplicar los principales teoremas del cálculo diferencial.

Calcular extremos.

Geometría afín y euclídea

Conocer el espacio afín y las variedades lineales.

Manejar con soltura la geometría euclídea, incluyendo métricas, distancias, ángulos y perpendicularidad.

Entender el teorema de la proyección y saber encontrar proyecciones ortogonales.

Calcular áreas y volúmenes.

Usar el producto vectorial.

Conocer los desplazamientos en la recta, el plano y el espacio.

Conocer la definición geométrica de las cónicas, saber calcular sus ecuaciones y sus puntos notables.

Cálculo integral

Calcular integrales impropias de una variable y saber demostrar su carácter.

Calcular series de números y saber demostrar su carácter.

Calcular integrales de Riemann de funciones de varias variables.

Conocer las aplicaciones de la integral.

Parametrizar curvas y superficies.

Calcular integrales de línea y de superficie.

Conocer y entender los teoremas integrales clásicos.

Entender y manejar las formas diferenciales.

Calcular integrales mediante formas diferenciales.

Usar el teorema de Stokes.

Física

Conocer las leyes de Newton.

Saber deducir las ecuaciones que rigen la dinámica de sistemas de partículas.
 Conocer la cinemática y dinámica en sistemas acelerados.
 Entender los conceptos de trabajo y energía.
 Manejar el potencial gravitatorio.
 Conocer las leyes que rigen el campo eléctrico, el potencial electrostático y la energía electrostática.
 Conocer y saber aplicar las leyes de Kirchoff en circuitos eléctricos.
 Conocer las leyes que rigen el campo magnético, el potencial magnetoestático y la energía magnetoestática.

Observaciones/aclaraciones por módulo o materia

Contenidos de *Formación básica*

Fundamentos de la matemática

- Conjuntos
- Aplicaciones
- Operaciones
- Relaciones
- Números naturales y enteros. Principio de inducción.
- Números racionales y números reales. Numerabilidad.
- Números complejos
- Aritmética. Algoritmo de Euclides y factorización
- Polinomios de una variable

Nota: En esta unidad se hará énfasis en el concepto y métodos de demostración.

Cálculo en una variable

- Cálculo diferencial e integral con funciones de una variable.

Álgebra lineal

- Sistemas de ecuaciones lineales.
- Matrices.
- Determinantes.
- Espacios vectoriales.
- Aplicaciones lineales.
- Dualidad.
- Producto escalar.
- Diagonalización.

Informática

- Nociones generales de la programación de ordenadores
- Dominio del lenguaje de programación C++
- Conocimiento de esquemas y algoritmos fundamentales:
 - Esquemas de recorrido y búsqueda
 - Máximo común divisor y primalidad
 - Algoritmos sobre matrices
 - Búsqueda binaria
 - Algoritmos de ordenación elementales
 - Fusión de secuencias ordenadas

Cálculo diferencial

- Cálculo diferencial con funciones de varias variables.

Geometría afín y euclídea

- Geometría afín
 - Espacio afín. Variedades lineales.
 - Sistemas de referencia. Coordenadas. Razón simple.
 - Ecuaciones de las variedades lineales.
 - Afinidades.
- Geometría euclídea
 - Espacio afín euclídeo: métrica, distancias, ángulos y perpendicularidad.
 - Proyecciones ortogonales.
 - Áreas y volúmenes. Producto vectorial.
 - Desplazamientos en la recta, el plano y el espacio.
- Cónicas

Cálculo integral

- Integrales impropias de una variable y series de números.
- Integración de Riemann de funciones de varias variables.
- Aplicaciones de la integral.
- Integrales de línea y de superficie. Teoremas Integrales clásicos.
- Formas diferenciales. Integración de formas diferenciales. Teorema de Stokes.

Física

- Mecánica clásica: leyes de Newton, dinámica de sistemas de partículas, gravitación.
- Electricidad y magnetismo.

Descripción de las competencias**Descripción de la materia principal 2**

Denominación de la materia	Análisis matemático	Créditos ECTS	15.0	Carácter	Obligatorias
Unidad temporal	C4	Requisitos previos	<i>Cálculo en una variable</i> <i>Álgebra lineal</i> <i>Cálculo diferencial</i>		
Sistemas de evaluación					
Véase "Explicación general del plan de estudios", en 5.1.					
Actividades formativas con su contenido en ECTS, su metodología de enseñanza y aprendizaje, y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante					

Materia: Análisis matemático

ECTS	Competencias asociadas	Asignaturas	Prerrequisitos
15	CB-1, CB-2, CB-3; CG-1, CG-2, CG-3, CG-4, CG-5, CG-6; CE-2, CE-3, CE-4.	<i>Funciones de variable compleja</i> <i>Análisis real</i>	<i>Cálculo en una variable</i> <i>Álgebra lineal</i> <i>Cálculo diferencial</i>

Para las actividades formativas con su contenido en ECTS y la metodología de enseñanza aprendizaje, véase "Explicación general del plan de estudios", en 5.1.

Resultados del aprendizaje***Funciones de variable compleja***

Saber estudiar el carácter de las series de funciones reales y complejas y distinguir entre los diferentes tipos de convergencia. Calcular sumas de series de funciones.

Conocer las funciones de variable compleja y sus propiedades.

Desarrollar funciones en series de potencia.

Calcular integrales de Cauchy.

Calcular series de Taylor y de Laurent.

Conocer el teorema de Morera y saber aplicarlo.

Calcular integrales por residuos. Aplicarlo al cálculo de integrales impropias.

Conocer el teorema de Rouché.

Análisis real

Conocer los espacios de Banach y de Hilbert, en particular los espacios de sucesiones y de funciones.

Conocer el teorema de Ascoli-Arzelá y saber utilizarlo para caracterizar conjuntos compactos.

Conocer el teorema de Stone-Weierstrass y saber utilizarlo para aproximar funciones continuas.

Conocer la teoría de la medida y la construcción de la integral de Lebesgue. Aprender los principales resultados de convergencia y saber utilizarlos.

Calcular integrales dependientes de parámetros, en particular las funciones Gamma y Beta de Euler.

Calcular series de Fourier, y conocer sus propiedades y sus tipos de convergencia.

Observaciones/aclaraciones por módulo o materia**Contenidos*****Funciones de variable compleja***

- Series de funciones, convergencia puntual y uniforme. Series de potencias reales.
- Funciones de variable compleja: Funciones elementales, construcción y propiedades geométricas.
- Series de potencias, propiedades y convergencia.
- Integral de Cauchy.
- Series de Taylor y de Laurent.
- Teorema de Morera.
- Residuos. Cálculo de integrales por residuos.
- Teorema de Rouché.

Análisis real

- Integración de Lebesgue en \mathbb{R}^n .
- Integrales dependientes de parámetros. Funciones Gamma y Beta de Euler.

- Aproximación de funciones. Teorema de Stone-Weierstrass.
- Series de Fourier, propiedades y convergencia.
- Nociones de espacios de Banach y de Hilbert: Espacios de sucesiones y de funciones.
- Equicontinuidad y Teorema de Ascoli-Arzelá.

Descripción de las competencias

Descripción de la materia principal 3

Denominación de la materia	Álgebra y Geometría	Créditos ECTS	15.0	Carácter	Obligatorias
Unidad temporal	C3 y C5	Requisitos previos	<i>Álgebra lineal</i> <i>Geometría afín y euclídea</i>		

Sistemas de evaluación

Véase "Explicación general del plan de estudios", en 5.1.

Actividades formativas con su contenido en ECTS, su metodología de enseñanza y aprendizaje, y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante

Materia: *Álgebra y Geometría*

ECTS	Competencias asociadas	Asignaturas	Prerrequisitos
15	CB-1, CB-2, CB-3; CG-1, CG-2, CG-3, CG-4, CG-5, CG-6; CE-2, CE-3, CE-4.	<i>Álgebra multilineal y Geometría</i> <i>Estructuras algebraicas</i>	<i>Álgebra lineal</i> <i>Geometría afín y euclídea</i>

Para las actividades formativas con su contenido en ECTS y la metodología de enseñanza aprendizaje, véase "Explicación general del plan de estudios", en 5.1.

Resultados del aprendizaje

Álgebra multilineal y Geometría

- Saber calcular la forma de Jordan y clasificar endomorfismos.
- Conocer el álgebra tensorial y las formas diferenciales.
- Saber calcular productos tensoriales y exteriores entre formas diferenciales.
- Conocer el espacio proyectivo.
- Conocer las cónicas y cuádricas. Saber clasificarlas.

Estructuras algebraicas

- Comprender los conceptos abstractos de las diferentes estructuras algebraicas.
- Conocer las nociones básicas de teoría de grupos.
- Conocer las propiedades de los anillos.
- Aprender estructuras algebraicas como los módulos, sabiendo distinguir entre su parte libre y parte de torsión.
- Saber clasificación los endomorfismos sobre un módulo.
- Conocer la teoría de cuerpos y las propiedades de las ecuaciones polinómicas sobre ellos.

Saber calcular con objetos algebraicos.

Observaciones/aclaraciones por módulo o materia

Contenidos

Álgebra multilineal y geometría

- Forma de Jordan
- Álgebra multilineal
- Espacio proyectivo
- Cónicas y cuádricas

Estructuras algebraicas

- Grupos
- Anillos e ideales
- Módulos. Clasificación de endomorfismos.
- Cuerpos. Ecuaciones polinómicas
- Cuerpos finitos

Descripción de las competencias

Descripción de la materia principal 4

Denominación de la materia	Topología y Geometría diferencial	Créditos ECTS	15.0	Carácter	Obligatorias
Unidad temporal	C4 y C6	Requisitos previos	<i>Álgebra lineal Cálculo diferencial Geometría afín y euclídea</i>		
Sistemas de evaluación					
Véase "Explicación general del plan de estudios", en 5.1.					
Actividades formativas con su contenido en ECTS, su metodología de enseñanza y aprendizaje, y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante					
Materia: <i>Topología y Geometría diferencial</i>					
ECTS	Competencias asociadas	Asignaturas	Prerrequisitos		
15	CB-1, CB-2, CB-3; CG-1, CG-2, CG-3, CG-4, CG-5, CG-6; CE-2, CE-3, CE-4.	<i>Topología Geometría diferencial</i>	<i>Álgebra lineal Cálculo diferencial Geometría afín y euclídea</i>		

Para las actividades formativas con su contenido en ECTS y la metodología de enseñanza aprendizaje, véase "Explicación general del plan de estudios", en 5.1.

Resultados del aprendizaje

Topología

Asimilar la estructura y la topología de los espacios métricos.
Entender los espacios topológicos, así como sus productos y sus cocientes.
Entender las diferentes nociones de compacidad y sus equivalencias.
Asimilar el concepto de espacio conexo.
Comprender la homotopía y sus aplicaciones a la topología del plano.
Clasificar las superficies compactas.

Geometría diferencial

Saber parametrizar curvas y superficies en el espacio euclídeo y comprender su estructura geométrica.
Saber calcular curvaturas y torsiones de curvas. Saber calcular curvaturas de superficies.
Saber el teorema egregium de Gauss y los resultados sobre completitud de Hopf-Rinow.
Estudiar localmente las aplicaciones diferenciables.
Asimilar las propiedades y teoremas más destacados de la geometría diferencial global de superficies.
Comprender los conceptos básicos de la geometría diferencial en el contexto general de las variedades diferenciables.
Entender la construcción del espacio tangente.
Usar formas diferenciales y los teoremas integrales.
Entender la noción de variedad diferenciable.

Observaciones/aclaraciones por módulo o materia

Contenidos

Topología

- Espacios métricos
- Espacios topológicos
 - Productos
 - Cocientes
- Compacidad
- Conexión
- Introducción a la homotopía
- Aplicaciones a la topología del plano
- Clasificación de las superficies compactas

Geometría diferencial

- Geometría de curvas y superficies en el espacio euclídeo. Debe incluir el teorema egregium de Gauss y los resultados sobre completitud de Hopf-Rinow.
- Geometría de subvariedades de \mathbb{R}^n
 - Estudio local de aplicaciones diferenciables.
 - Geometría de subvariedades. Ha de incluir la construcción del espacio tangente y el uso de formas diferenciales así como los teoremas integrales.

- "Noción de variedad diferenciable."

Geometría diferencial

- Geometría de curvas y superficies en el espacio euclídeo. Teorema egregium de Gauss. Resultados sobre completitud de Hopf-Rinow.
- Geometría de subvariedades de \mathbf{R}^n .
 - Estudio local de aplicaciones diferenciables.
 - Geometría de subvariedades. Construcción del espacio tangente. Uso de formas diferenciales. Teoremas integrales.
- Noción de variedad diferenciable.

Descripción de las competencias

Descripción de la materia principal 5

Denominación de la materia	Probabilidad y Estadística	Créditos ECTS	15.0	Carácter	Obligatorias
Unidad temporal	C5 y C6	Requisitos previos	<i>Análisis real</i>		
Sistemas de evaluación					
Véase "Explicación general del plan de estudios", en 5.1.					
Actividades formativas con su contenido en ECTS, su metodología de enseñanza y aprendizaje, y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante					
Materia: <i>Probabilidad y Estadística</i>					
ECTS	Competencias asociadas	Asignaturas		Prerequisitos	
15	CB-1, CB-2, CB-3; CG-1, CG-2, CG-3, CG-4, CG-5, CG-6; CE-2, CE-3, CE-4.	<i>Teoría de la probabilidad Estadística</i>		<i>Análisis real</i>	
Para las actividades formativas con su contenido en ECTS y la metodología de enseñanza aprendizaje, véase "Explicación general del plan de estudios", en 5.1.					
Resultados del aprendizaje					
<i>Teoría de la probabilidad</i>					
Calcular probabilidades en distintos espacios. Reconocer situaciones reales en las que aparecen las distribuciones probabilísticas más usuales. Manejar variables aleatorias y conocer su utilidad para la modelización de fenómenos reales. Saber utilizar los resultados de convergencia de variables aleatorias. Utilizar el concepto de independencia y aplicar en casos sencillos el teorema central del límite.					

Estadística

Sintetizar y analizar descriptivamente conjuntos de datos.
 Conocer las propiedades básicas de los estimadores y manejar métodos básicos para su construcción.
 Plantear y resolver problemas de contraste de hipótesis.
 Usar paquetes de software estadístico.

Observaciones/aclaraciones por módulo o materia**Contenidos****Teoría de la probabilidad**

- Experiencia aleatoria: resultados y sucesos
- Axiomática de la probabilidad
- Independencia y condicionamiento entre sucesos
- Variables aleatorias reales: medibilidad
- Estructura: espacio de Riesz
- Momentos y correlación de Pearson
- Desigualdades fundamentales
- Funciones generadoras de momentos
- Vectores aleatorios
- Sucesiones de variables aleatorias: convergencias

Estadística

- Exploración y modelización de datos
- Modelos estadísticos paramétricos
- Estimación puntual
- Estimación por intervalos de confianza: funciones pivotantes
- Pruebas de hipótesis: conceptos y elementos
- Pruebas no paramétricas de independencia y de ajuste

Descripción de las competencias**Descripción de la materia principal 6**

Denominación de la materia	Ecuaciones diferenciales	Créditos ECTS	15.0	Carácter	Obligatorias
Unidad temporal	C5 y C6	Requisitos previos	<i>Cálculo en una variable</i> <i>Cálculo diferencial</i> <i>Cálculo integral</i>		
Sistemas de evaluación					
Véase "Explicación general del plan de estudios", en 5.1.					

Actividades formativas con su contenido en ECTS, su metodología de enseñanza y aprendizaje, y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante**Materia: Ecuaciones diferenciales**

ECTS	Competencias asociadas	Asignaturas	Prerrequisitos
15	CB-1, CB-2, CB-3; CG-1, CG-2, CG-3, CG-4, CG-5, CG-6; CE-2, CE-3, CE-4.	<i>Ecuaciones diferenciales ordinarias</i> <i>Ecuaciones en derivadas parciales</i>	<i>Cálculo en una variable</i> <i>Cálculo diferencial</i> <i>Cálculo integral</i>

Para las actividades formativas con su contenido en ECTS y la metodología de enseñanza aprendizaje, véase "Explicación general del plan de estudios", en 5.1.

Resultados del aprendizaje***Ecuaciones diferenciales ordinarias***

Resolver las ecuaciones diferenciales más sencillas.
 Conocer los teoremas fundamentales sobre existencia y unicidad de soluciones, así como de dependencia respecto a las condiciones iniciales.
 Resolver sistemas lineales de ecuaciones.
 Entender la teoría de la estabilidad y la teoría cualitativa.

Ecuaciones en derivadas parciales

Conocer las principales ecuaciones en derivadas parciales de segundo orden y su utilidad en la descripción de fenómenos físicos.
 Resolver las ecuaciones de segundo orden más importantes.
 Conocer los métodos de resolución de las ecuaciones en derivadas parciales de primer orden.

Observaciones/aclaraciones por módulo o materia**Contenidos*****Ecuaciones diferenciales ordinarias***

- Ecuaciones integrables elementalmente.
- Teoremas fundamentales.
- Ecuaciones y sistemas lineales.
- Introducción a la estabilidad y la teoría cualitativa.
- Introducción a la resolución numérica de EDOs: Método de Euler.

Ecuaciones en derivadas parciales

- Ecuaciones en derivadas parciales de segundo orden.
- Ecuaciones del calor, del potencial y de ondas.
- Ecuaciones en derivadas parciales de primer orden.

Descripción de las competencias**Descripción de la materia principal 7**

Denominación de la materia	Métodos numéricos y Optimización	Créditos ECTS	22.5	Carácter	Obligatorias
Unidad temporal	C2, C3 y C5	Requisitos previos	<i>Álgebra lineal</i> <i>Cálculo en una variable</i>		

Sistemas de evaluación

Véase "Explicación general del plan de estudios", en 5.1.

Actividades formativas con su contenido en ECTS, su metodología de enseñanza y aprendizaje, y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante**Materia: Métodos numéricos y Optimización**

ECTS	Competencias asociadas	Asignaturas	Prerrequisitos
22,5	CB-1, CB-2, CB-3; CG-1, CG-2, CG-3, CG-4, CG-5, CG-6; CE-2, CE-3, CE-4.	<i>Álgebra lineal numérica</i> <i>Cálculo numérico</i> <i>Programación matemática</i>	<i>Álgebra lineal</i> <i>Cálculo en una variable</i>

Para las actividades formativas con su contenido en ECTS y la metodología de enseñanza aprendizaje, véase "Explicación general del plan de estudios", en 5.1.

Resultados del aprendizaje**Álgebra lineal numérica**

- Entender qué es un método numérico y su utilidad.
- Saber acotar un error provocado al dar una solución aproximada con respecto a una exacta.
- Saber utilizar algunos métodos para la resolución de sistemas de ecuaciones lineales.
- Calcular vectores y valores propios.
- Calcular polinomios interpolantes.

Cálculo numérico

- Saber hallar ceros aproximados de funciones mediante métodos iterativos.
- Resolver sistemas de ecuaciones no lineales.
- Aproximar funciones mediante el método de los mínimos cuadrados.
- Calcular Derivadas e integrales numéricamente.
- Calcular la solución numérica de ecuaciones diferenciales.

Programación matemática

- Plantear problemas reales como problemas de programación matemática.
- Plantear y resolver problemas de programación lineal y de programación lineal entera.
- Resolver problemas de optimización mediante el método del simplex y derivados.
- Plantear y resolver problemas de optimización no lineal con restricciones.
- Utilizar paquetes informáticos de investigación operativa.

Observaciones/aclaraciones por módulo o materia**Contenidos****Álgebra lineal numérica**

- Métodos numéricos y aplicaciones
- Aritmética exacta y aritmética finita
- Métodos directos para sistemas lineales de ecuaciones
- Llenado de matrices. Esquemas de almacenamiento y reenumeración
- Cálculo de vectores y valores propios. Frecuencias y modos propios.
- Interpolación polinómica pura
- Aplicaciones en ingeniería computacional

Cálculo numérico

- Ceros de funciones
- Métodos iterativos para sistemas de ecuaciones lineales. Precondicionadores
- Resolución de sistemas de ecuaciones no lineales
- Aproximación funcional. Mínimos cuadrados. Splines
- Integración numérica. Cuadraturas de Newton-Cotes. Cuadraturas de Gauss
- Introducción a los métodos numéricos para ecuaciones diferenciales.
- Aplicaciones en ingeniería computacional

Programación matemática

- La programación matemática y la modelización
- Programación lineal
- Flujos en redes
- Optimización no lineal. Restricciones

Descripción de las competencias**Descripción de la materia principal 8**

Denominación de la materia	Matemática discreta y Algorítmica	Créditos ECTS	15.0	Carácter	Obligatorias
Unidad temporal	C2 y C3	Requisitos previos	<i>Fundamentos</i>		
Sistemas de evaluación					
Véase "Explicación general del plan de estudios", en 5.1.					
Actividades formativas con su contenido en ECTS, su metodología de enseñanza y aprendizaje, y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante					
Materia: <i>Matemática discreta y Algorítmica</i>					
ECTS	Competencias asociadas	Asignaturas	Prerrequisitos		

15	CB-1, CB-2, CB-3; CG-1, CG-2, CG-3, CG-4, CG-5, CG-6; CE-2, CE-3, CE-4.	<i>Matemática discreta</i> <i>Algorítmica</i>	<i>Fundamentos de la matemática</i>
----	---	--	-------------------------------------

Para las actividades formativas con su contenido en ECTS y la metodología de enseñanza aprendizaje, véase "Explicación general del plan de estudios", en 5.1.

Resultados del aprendizaje

Matemática discreta

Conocer las principales técnicas de combinatoria enumerativa.
Usar funciones generatrices.
Conocer las principales nociones de la teoría de grafos.

Algorítmica

Conocer las herramientas básicas de la algorítmica y los principales algoritmos.
Usar métodos de recurrencia y búsqueda.
Programar dinámicamente.

Observaciones/aclaraciones por módulo o materia

Contenidos

Matemática discreta

- Combinatoria enumerativa
 - Enumeración básica
 - Estimaciones asintóticas
 - Resolución de recurrencias
 - Funciones generatrices
 - Probabilidad discreta
 - Características estadísticas
- Teoría de grafos
 - Conectividad, ciclos, árboles
 - Árbol de expansión mínimo
 - Caminos mínimos
 - Grafos eulerianos y hamiltonianos
 - Grafos planos
 - Flujo máximo

Algorítmica

- Contenedores estándar: pilas, colas, colas de prioridades, conjuntos, diccionarios. Implementaciones eficientes.
- Esquema dividir y vencer.
- Algoritmos eficientes de ordenación.
- Representaciones y recorridos de arboles binarios, n -arios y generales.
- Grafos. Recorridos, conectividad y ordenación topológica.
- Búsqueda exhaustiva.

- Algoritmos voraces.
- Programación dinámica.

Descripción de las competencias

Descripción de la materia principal 9

Denominación de la materia	Modelización	Créditos ECTS	16.5	Carácter	Obligatorias
Unidad temporal	C6, C7 y C8	Requisitos previos	Materias básicas		

Sistemas de evaluación

Véase "Explicación general del plan de estudios", en 5.1.

Actividades formativas con su contenido en ECTS, su metodología de enseñanza y aprendizaje, y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante

Materia: *Modelización*

ECTS	Competencias asociadas	Asignaturas	Prerrequisitos
16,5	CB-1, CB-2, CB-3, CB-4; CG-1, CG-2, CG-3, CG-4, CG-5, CG-6; CG-7, CG-9, CG-10, CG-11; CE-1, CE-2, CE-3, CE-4.	<i>Modelos matemáticos de la Física</i> <i>Modelos matemáticos de la Tecnología</i>	Materias básicas

Para las actividades formativas con su contenido en ECTS y la metodología de enseñanza aprendizaje, véase "Explicación general del plan de estudios", en 5.1.

Resultados del aprendizaje

Modelos matemáticos de la física

- Conocer el formalismo lagrangiano y la manera como se aplica a sistemas físicos concretos.
- Conocer las leyes del electromagnetismo.
- Saber modelizar y resolver problemas de electromagnetismo.
- Conocer los fundamentos de la teoría de la relatividad.
- Conocer los elementos básicos de la mecánica de los medios continuos y de la termodinámica.

Modelos matemáticos de la tecnología

- Conocer algunos problemas en la Ingeniería, la tecnología y las ciencias aplicadas.
- Saber modelizar problemas en dicho campo mediante las herramientas matemáticas de las que se dispone.
- Resolver problemas relacionados con las tecnologías de la producción, las tecnologías de la información y la comunicación, y la ingeniería civil entre otros.

Observaciones/aclaraciones por módulo o materia

Contenidos**Modelos matemáticos de la física**

- Formalismo lagrangiano y hamiltoniano
- Electromagnetismo. Ecuaciones de Maxwell. Relatividad.
- Introducción a la mecánica de los medios continuos
- Introducción a la termodinámica

Modelos matemáticos de la tecnología

- Problemas matemáticos en la Ingeniería, la Tecnología y las Ciencias aplicadas.
- Tecnologías de la producción.
- Tecnologías de la información y la comunicación.
- Ingeniería civil.

Descripción de las competencias**Descripción de la materia principal 10**

Denominación de la materia	Álgebra y Geometría	Créditos ECTS	42.0	Carácter	Optativas
Unidad temporal	C7 y C8	Requisitos previos	Materias de los tres primeros cursos		
Sistemas de evaluación					
Véase "Explicación general del plan de estudios", en 5.1.					
Actividades formativas con su contenido en ECTS, su metodología de enseñanza y aprendizaje, y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante					
Competencias relacionadas:					
<ul style="list-style-type: none"> • CB-4, CB-5 • CG-1, CG-2, CG-3, CG-4, CG-5, CG-6, CG-9 • CE-2, CE-4, CE-6 					
Para las actividades formativas con su contenido en ECTS y la metodología de enseñanza aprendizaje, véase "Explicación general del plan de estudios", en 5.1.					
Resultados del aprendizaje					
Álgebra abstracta					
<p>Conocer la importancia de los grupos simples y el papel que desempeñan en el estudio de la estructura de los grupos finitos como factores de composición.</p> <p>Conocer algunos grupos simples no abelianos, en particular el grupo alternado para $n > 4$.</p> <p>Dominar el concepto de grupo resoluble y saber demostrar la resolubilidad o la no resolubilidad de algunos grupos importantes.</p> <p>Conocer los resultados fundamentales de la teoría de Galois y su importancia para el estudio de las ecuaciones polinómicas.</p> <p>Ser capaz de calcular grupos de Galois de determinados polinomios utilizando técnicas diversas y resultados conocidos previamente de la teoría de grupos.</p>					

Conocer los resultados clásicos sobre resolubilidad de polinomios por radicales y constructibilidad de figuras planas con regla y compás.

Topología algebraica

Distinguir los problemas topológicos que son susceptibles de estudiarse mediante técnicas homológicas.

Desarrollar la intuición básica subyacente en los métodos homológicos.

Agilidad en el uso de la sucesión de Mayer-Vietoris, i la consiguiente resolución de problemas por piezas, como técnica eficiente de cálculo de homología de los espacios topológicos.

Resolución de problemas topológicos clásicos mediante técnicas homológicas. Percepción por parte del/de la estudiante del alcance y generalidad de estos problemas.

Entender y saber usar adecuadamente el teorema de clasificación de superficies compactas.

Mostrar la unidad de las matemáticas mediante la comparación entre homología y cohomología de De Rham y analizar desde esta perspectiva algunos de los resultados de otras asignaturas de geometría y análisis.

Entender y usar correctamente los teoremas de separación y no separación para el cálculo de componentes conexas y homología de complementarios.

Reconocer las situaciones en las que la característica de Euler permite distinguir entre espacios topológicos.

Uso de homología local para distinguir espacios con misma homología.

Geometría diferencial II

Entender y manejar la noción de variedad diferenciable, coordenadas locales, vectores tangentes y cotangentes.

Manejar cambios de coordenadas.

Utilizar la noción de función diferenciable sobre una variedad.

Entender los operadores diferenciales y calcularlos en coordenadas: derivada de Lie, diferencial exterior.

Entender y manejar la noción de subvariedad y de aplicaciones diferenciables entre variedades.

Conocer los sistemas diferenciales en forma vectorial y de Pfaff.

Conocer la noción de subvariedad integral y las condiciones de integrabilidad. Aplicación a las EDP de primer orden.

Nociones de métricas de Riemann y de derivación covariante.

Nociones de grupos de Lie y acciones de grupos en variedades.

Álgebra conmutativa

Conocer el lenguaje, las herramientas y los resultados básicos del álgebra conmutativa, así como la importancia de esta disciplina para el estudio de la Geometría Algebraica y Aritmética, la Teoría de Números y el Álgebra Computacional.

Ampliación de Modelos matemáticos de la Física

Entender la descripción geométrica de la mecánica clásica.

Conocer las estructuras geométricas del fibrado tangente y cotangente que son importantes en la formulación geométrica de la mecánica.

Plantear y resolver problemas de cálculo de variaciones. Manejar las ecuaciones de Euler-Lagrange y de Hamilton en coordenadas e intrínsecamente.

Entender las nociones de simetrías e invariantes asociados para sistemas mecánicos.

Geometría algebraica

Saber calcular las singularidades de una curva proyectiva compleja y estudiar su cono tangente, ramas y series de Puisseux asociadas.

Saber calcular productos intersección de curvas.

Conocer las principales aplicaciones del teorema de Max Noether

Saber transformar una curva en otra con singularidades ordinarias usando transformaciones de Cremona.

Entender el concepto de serie lineal y saber calcular su grado y dimensión.

Entender las principales aplicaciones del teorema de Riemann-Roch.

Entender el concepto general de variedad algebraica y función racional.

Entender la equivalencia entre las categorías de las variedades algebraicas afines sobre un cuerpo algebraicamente cerrado y la categoría de álgebras finitamente generadas reducidas.

Conocer ejemplos clásicos de variedades algebraicas.

Teoría de Números

Conocer tres resultados clásicos de esta disciplina donde se pone de manifiesto que en Teoría de Números es frecuente que para la resolución de problemas aritméticos de enunciado elemental se utilicen y combinen herramientas de todas las áreas de las matemáticas: álgebra, análisis, geometría, etc.

- Ley de reciprocidad cuadrática de Gauss;
- Principio local-global para la resolubilidad de ecuaciones diofánticas de segundo grado;
- Teorema de la progresión aritmética de Dirichlet.

Observaciones/aclaraciones por módulo o materia

Contenidos de la MO *Álgebra y Geometría*

Álgebra abstracta

Grupos simples. Teorema de Jordan-Hölder. Grupos resolubles.

- p-grupos y teoremas de Sylow.
- Extensiones de cuerpos. Extensiones algebraicas, simples, finitas, normales, separables...
- Grupo de Galois. Teorema fundamental y correspondencia de Galois.
- Grupo de Galois de un polinomio y su cálculo para grados 2, 3 y 4.
- Extensiones ciclotómicas y cíclicas.
- Aplicaciones de la teoría de Galois: no resolubilidad de ecuaciones de grado mayor que 4, caracterización de la resolubilidad por radicales y de la constructibilidad con regla y compás.

Topología algebraica

- Poliedros
- Homología simplicial. Grupos de cadenas. Morfismos entre complejos de cadenas. Sucesiones exactas de complejos. Aplicaciones: homología relativa y Mayer-Vietoris.
- Homología singular. Invariancia homotópica. Cadenas pequeñas y Mayer-Vietoris. Homología relativa. Teorema de comparación. Homología local y aplicaciones.
- Aplicaciones a la topología de las esferas. Teoremas de separación y no separación. Grado de morfismos. Teorema del punto fijo de Brouwer. Número de enlace entre esferas.
- Clasificación de superficies.

Geometría diferencial II

- Variedades diferenciables.
- Fibrados tangente y cotangente.
- Campos y formas diferenciales.
- Campos tensoriales.
- Derivada de Lie.
- Subvariedades.
- Sistemas diferenciales y teorema de Frobenius.
- Métricas Riemannianas.
- Derivación covariante.
- Nociones de grupos de Lie.

Álgebra conmutativa

- Anillos e ideales.
- Módulos.
- Anillos y módulos de fracciones.
- Descomposición primaria.
- Dependencia entera y valoraciones.
- Condiciones de cadena.
- Anillos noetherianos y artinianos.
- Anillos de valoración discreta y dominios de Dedekind.
- Completaciones.
- Teoría de la dimensión.

Ampliación de Modelos matemáticos de la Física

- Mecánica de Newton en variedades de Riemann.
- Mecánica de Lagrange y de Hamilton.
- Sistemas mecánicos simples.
- Variedades simplécticas.
- Simetrías y teorema de Noether.
- Cálculo de variaciones.
- El sólido rígido.

Geometría algebraica

- Curvas algebraicas planas.
 - Curvas planas. Teorema de los ceros de Hilbert.
 - Singularidades de curvas planas. Series de Puisseux
 - Intersección de curvas planas: Teoremas de Bézout y Max Noether
 - Transformaciones de Cremona
 - Divisores y series lineales
 - Teorema de Riemann-Roch
- Variedades algebraicas
 - Variedades algebraicas afines y proyectivas.
 - Funciones y transformaciones racionales. Anillo de funciones.
 - Ejemplos: superficies racionales, grasmanianas, variedades abelianas.

Teoría de Números

- Congruencias cuadráticas. Símbolos de Legendre y Jacobi. Ley de reciprocidad cuadrática de Gauss.
- Números p -ádicos: construcción y propiedades. Lema de Hensel.
- Formas cuadráticas sobre cuerpos arbitrarios y su clasificación sobre el cuerpo de los números racionales. Teorema de Hasse-Minkowski. Aplicación: el principio local-global para ecuaciones diofánticas cuadráticas.
- Series de Dirichlet. Semiplanos de convergencia. Función zeta de Riemann. Caracteres de Dirichlet y sus funciones L . Productos de Euler. Prolongación analítica. Demostración del teorema de la progresión aritmética de Dirichlet.

Descripción de las competencias

Descripción de la materia principal 11

Denominación de la materia	Sistemas dinámicos y análisis	Créditos ECTS	30.0	Carácter	Optativas
Unidad temporal	C7 y C8	Requisitos previos	Materias de los tres primeros cursos		
Sistemas de evaluación					
Véase "Explicación general del plan de estudios", en 5.1.					
Actividades formativas con su contenido en ECTS, su metodología de enseñanza y aprendizaje, y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante					
<p>Competencias relacionadas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • CB-4, CB-5 • CG-1, CG-2, CG-3, CG-4, CG-5, CG-6, CG-9 • CE-1, CE-2, CE-3, CE-4, CE-6 <p>Para las actividades formativas con su contenido en ECTS y la metodología de enseñanza aprendizaje, véase "Explicación general del plan de estudios", en 5.1.</p> <p>Resultados del aprendizaje</p> <p>Análisis funcional</p> <p>Comprender y utilizar los teoremas clásicos fundamentales. Comprender y utilizar las propiedades de los operadores compactos. Conectar las herramientas de análisis funcional con otras materias y con sus aplicaciones.</p> <p>Mecánica celeste y Astrodinámica</p> <p>Comprender y distinguir los distintos tipos de órbitas y conocer sus elementos orbitales. Adquirir el conocimiento básico del modelo restringido de tres cuerpos. Entender las características básicas de la navegación por el sistema solar.</p> <p>Sistemas de Control</p> <p>Comprender qué es un sistema de control. Familiarizarse con las técnicas de control lineal. Saber diseñar controladores para sistemas lineales mediante técnicas diversas. Conocer y saber utilizar las herramientas básicas del control no lineal.</p> <p>Teoría cualitativa de EDOs</p> <p>Conocimiento de los conceptos y las propiedades básicas de sistemas dinámicos. Refuerzo del planteamiento y la interpretación de modelos y reconocer sus problemas analíticos subyacentes. Ejercicio del uso de programas informáticos específicos.</p> <p>Ampliación de EDPs</p> <p>Comprensión de las relaciones entre funciones armónicas, soluciones de la ecuación del calor, distribuciones gaussianas y caminos aleatorios. Comprensión y uso de la teoría de Fourier y su relación con ecuaciones en derivadas parciales.</p>					

Comprensión de la relación entre el cálculo de variaciones, las ecuaciones en derivadas parciales y la mecánica clásica.

Observaciones/aclaraciones por módulo o materia

Contenidos

Análisis funcional

- Espacios de Banach y de Hilbert.
- Dualidad.
- Operadores compactos.
- Aplicaciones.

Mecánica celeste y Astrodinámica

- El problema de n cuerpos.
- El problema restringido de tres cuerpos.
- El movimiento de un satélite artificial.

Sistemas de Control

- Introducción a los sistemas de control.
- Teoría de control lineal mediante técnicas de álgebra lineal: controlabilidad, observabilidad, realizaciones.
- Diseño de controladores.
- Uso del programa Matlab para el diseño de controladores y la simulación de los sistemas.
- Introducción a los sistemas de control no lineal. Comparación entre los resultados del control lineal y el no lineal.

Teoría cualitativa de EDOs

- Sistemas dinámicos continuos y discretos.
- Teoría de perturbaciones.
- Formas normales y aplicaciones.
- Caos.

Ampliación de EDPs

- Funciones armónicas y calóricas.
- Análisis de Fourier.
- Análisis convexo y cálculo de variaciones.
- Aplicaciones.

Descripción de las competencias

Descripción de la materia principal 12

Denominación de la materia	Métodos numéricos e ingeniería	Créditos ECTS	42.0	Carácter	Optativas
Unidad temporal	C7 y C8	Requisitos previos	Todas las materias de los tres primeros cursos		

Sistemas de evaluación

Véase "Explicación general del plan de estudios", en 5.1.

Actividades formativas con su contenido en ECTS, su metodología de enseñanza y aprendizaje, y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante**Competencias relacionadas:**

- CB-4, CB-5
- CG-1, CG-2, CG-3, CG-4, CG-5, CG-6, CG-9, **CG-10, CG-11, CG-12**;
- **CE-1**, CE-2, **CE-3**, CE-4, CE-6

Distribución temporal para las asignaturas de *Métodos numéricos e ingeniería*:

Actividades formativas en horas del/de la estudiante (150 horas = 6 ECTS)

Trabajo presencial en el aula	Horas	Trabajo personal de la/del estudiante	Horas
Clases de teoría	24	Estudio de la teoría	24
Clases de problemas o laboratorios	24	Resolución de problemas y realización de prácticas	40
Tutorías en grupo reducido	8	Estudio y resolución de problemas	12
Realización de exámenes	4	Preparación de exámenes	14
Total	60	Total	90

Evaluación para las asignaturas de *Métodos numéricos e ingeniería*

- Problemas y ejercicios propuestos en clase;
- Trabajos prácticos: programación o utilización de un código existente para la resolución de un problema concreto, con exposición oral o escrita de los resultados y conclusiones del trabajo;
- Examen.

Resultados del aprendizaje***Métodos numéricos para EDOs***

Sólida base en métodos numéricos para la resolución numérica de EDOs.
 Comprensión de los conceptos de error, estabilidad, convergencia i consistencia
 Capacidad para aplicar los métodos a problemas concretos de interés en ciencias aplicadas e ingeniería, con criterio para
 -determinar las posibilidades y limitaciones de cada método,
 -elegir el método más apropiado
 -interpretar los resultados, tanto des de el punto de vista numérico como ingenieril
 Habilidad para la presentación oral i escrita de resultados y conclusiones

Métodos numéricos para EDPs

Conocimiento y comprensión del comportamiento y de los fundamentos de la resolución numérica de ecuaciones en derivadas parciales.
 Habilidad para entender y formular procedimientos numéricos y resolver problemas ilustrativos, así como para identificar métodos adecuados para la resolución de las correspondientes ecuaciones en derivadas parciales.
 Comprensión de las implicaciones prácticas del comportamiento de los métodos numéricos.
 Habilidad para el uso e implementación de programas de ordenador y la utilización de librerías.

Capacidad para el análisis de resultados.

Análisis numérico

Adquisición de una visión de conjunto de las técnicas numéricas para la resolución de problemas de contorno.
 Conocimiento de las técnicas básicas de análisis para la resolución de problemas de contorno
 Visión general de los aspectos computacionales más importantes en la resolución de problemas modelados por ecuaciones en derivadas parciales
 Experiencia en la implementación i utilización de programas para la resolución de problemas de contorno.
 Conocimiento de técnicas para comprobar la calidad de la solución numérica.
 Criterio para el análisis de resultados.

Mecánica computacional

Conocimiento y comprensión de los aspectos fundamentales de la modelización matemática en la mecánica del medio continuo y sus aplicaciones.
 Comprensión de los diferentes aspectos de la formulación de problemas de la ingeniería. Toma de consciencia de las dificultades en la formulación de problemas bien planteados y la obtención de soluciones, y de la necesidad de utilizar técnicas numéricas.
 Familiarización con códigos de elementos finitos para la simulación de problemas en la mecánica. Visión general de los aspectos computacionales más relevantes.
 Criterio para el análisis de resultados.

Modelización numérica

Conocimiento de problemas prácticos en ingeniería, de los modelos que se utilizan en cada caso y de las herramientas numéricas más adecuadas.
 Interpretación de los resultados obtenidos con las herramientas de las herramientas modelización numérica.
 Conocimiento de algunos productos (programas de elementos finitos, entornos de visualización, pre y postproceso...) habituales en este ámbito.

Modelización matemática con EDPs

Conocer las ecuaciones en derivadas parciales que son mas importantes en las aplicaciones y algunas de sus propiedades matemáticas más relevantes.
 Conocer los problemas reales que son modelizados por estas ecuaciones y la forma en que éstos se presentan en el mundo de la tecnología.
 Ser capaz de comprender trabajos de investigación que hagan modelización y también de modelizar situaciones sencillas.
 Ser capaz de utilizar herramientas sencillas de análisis matemático para dar respuesta a algunas preguntas simples sobre los modelos planteados.

Teoría matemática de los Mercados financieros

Saber obtener los precios teóricos de productos financieros sencillos.
 Conocer la utilidad de las opciones financieras para cobertura y especulación.
 Saber resolver ecuaciones diferenciales estocásticas sencillas.
 Saber usar diferentes medidas de probabilidad y hacer simulaciones con árboles binomiales.
 Ser capaz de poder empezar a trabajar en entidades financieras.

Observaciones/aclaraciones por módulo o materia**Contenidos****Métodos numéricos para EDOs**

- Estudio cualitativo de ecuaciones diferenciales ordinarias.
- Ecuaciones en diferencias.
- Problemas de valor inicial:
 - Consistencia, estabilidad y convergencia;
 - Métodos lineales multipaso;
 - Métodos de Runge-Kutta.
- Problemas de contorno: métodos del disparo.
- Integración simpléctica.
- Ejemplos de aplicación en ciencias aplicadas e ingeniería

Métodos numéricos para EDPs

- Presentación general de métodos para la resolución de problemas de contorno.
- Diferencias finitas para problemas elípticos, parabólicos e hiperbólicos.
- Volúmenes finitos para problemas de conservación.
- Fundamentos e implementación del método de los elementos finitos.
- Métodos integrales y elementos de contorno.

Análisis numérico

- Análisis de la consistencia, estabilidad i convergencia de los métodos numéricos para resolución de problemas de contorno.
- Eficiencia computacional de los métodos iterativos para la resolución de sistemas lineales.
- Estimación del error de la solución numérica: a priori, a posteriori i orientada al resultado.
- Métodos avanzados para la resolución de problemas hiperbólicos: volúmenes finitos.
- Métodos alternativos de discretización: métodos sin malla.

Mecánica computacional

- Introducción a la mecánica del medio continuo.
- Elasticidad lineal: ecuaciones, forma débil, aspectos computacionales.
- Dinámica: integración temporal (esquemas de Newmark), descomposición modal.
- Mecánica de fluidos: ecuaciones de Navier-Stokes, Euler, flujo potencial, aspectos computacionales
- Acústica: ecuación de ondas, ecuación de Helmholtz, vibroacústica.
- Electromagnetismo: ecuaciones de Maxwell, electrodinámica, la ecuación de Helmholtz vectorial, aplicaciones.

Modelización numérica

- Introducción a la modelización numérica: modelos y soluciones numéricas, identificación de parámetros, validación y verificación
- Problemas de flujo: convección-difusión-reacción.
- Problemas de la mecánica de fluidos.
- Modelización de sistemas medioambientales.
- Problemas de ondas: acústica y electromagnetismo.
- Modelización de la deformación y la resistencia de los materiales.
- Cálculo de estructuras, vibraciones y dinámica de estructuras.

Modelización matemática con EDPs

- Potenciales en física i tecnología: potenciales gravitatorios y eléctricos, potenciales de masa y potenciales de capa, potenciales de velocidades en mecánica de fluidos, sustentación.
- Conducción del calor: conducción del calor y difusión, diversidad de condiciones de contorno, dominios delgados, reacción y difusión, ondas viajeras, difusión no lineal.
- Transitorios en medios continuos: oscilaciones en medios elásticos, disipación y amortiguación, modelos no lineales, bifurcación y estabilidad
- Dinámica de poblaciones: modelos matemáticos en biología, modelos de poblaciones estructuradas, ecuaciones con términos no locales.

Teoría matemática de los Mercados financieros

- Productos financieros y arbitraje: Introducción a los futuros y a las opciones. Concepto de arbitraje. Cobertura con futuros y opciones. Precios de forward y futuros. Futuros sobre tipos de interés. Swaps. Propiedades de los precios de las opciones sobre acciones.
- Modelos discretos: Árbol binomial. La probabilidad de riesgo neutral. Formalismo para mercados discretos. Estrategia de carteras y autofinanciación. Esperanza condicional. Teorema de Kolmogorov. Martingalas.
- Modelos continuos: Paseo aleatorio y apertura hacia los mercados continuos. El movimiento browniano. Integral y cálculo de Itô. Ecuaciones diferenciales estocásticas. Estrategias continuas autofinanciadas. Modelo y fórmula de Black-Scholes.

Descripción de las competencias**Descripción de la materia principal 13**

Denominación de la materia	Matemática discreta	Créditos ECTS	48.0	Carácter	Optativas
Unidad temporal	C7 y C8	Requisitos previos	Materias de los tres primeros cursos		
Sistemas de evaluación					
Véase "Explicación general del plan de estudios", en 5.1.					
Actividades formativas con su contenido en ECTS, su metodología de enseñanza y aprendizaje, y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante					
<p>Competencias relacionadas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • CB-4, CB-5 • CG-1, CG-2, CG-3, CG-4, CG-5, CG-6, CG-9 • CE-2, CE-4, CE-6 <p>Para las actividades formativas con su contenido en ECTS y la metodología de enseñanza aprendizaje, véase "Explicación general del plan de estudios", en 5.1.</p> <p>Resultados del aprendizaje</p> <p>Análisis y diseño de algoritmos</p> <ul style="list-style-type: none"> Conocer los conceptos combinatorios necesarios Saber resolver recurrencias Conocer los algoritmos básicos para grafos Comprender las bases de la programación dinámica 					

Conocer los algoritmos básicos de búsqueda y clasificación
Comprender los fundamentos de la complejidad e intratabilidad

Teoría de la computación

Comprender la noción de función calculable
Conocer las limitaciones intrínsecas de los algoritmos
Distinguir qué problemas admiten soluciones algorítmicas y cuáles no.
Comprender los resultados básicos de la teoría que permiten clasificar los problemas según su grado de irresolubilidad
Conocer aplicaciones concretas en diversas áreas, como la lógica matemática, la teoría de grafos o la criptografía.

Combinatoria

Saber analizar y resolver problemas de enumeración.
Saber usar funciones generatrices y métodos simbólicos.
Conocer los números combinatorios básicos: coeficientes binomiales y gaussianos, números de Stirling, números de Fibonacci, números de Catalan.
Conocer las estructuras combinatorias básicas: planos proyectivos y afines finitos, cuadrados latinos, particiones, permutaciones, sistemas de Steiner.

Geometría discreta y computacional

Comprender las necesidades actuales relativas al procesamiento de información geométrica y gráfica en diversas áreas (medicina, robótica, CAD, CAM, reconocimiento automático de formas, visión artificial, sistemas de información geográfica, robótica, ...).
Conocer las construcciones teóricas más relevantes para la solución de problemas de geometría computacional.
Tener destreza en relacionar el conocimiento teórico con sus principales aplicaciones.

Teoría de Grafos

Conocer los diferentes problemas que originaron esta nueva rama de la matemática discreta.
Conocer los resultados clásicos más importantes relativos a estos problemas.
Conocer algunos de los problemas abiertos.

Teoría de Códigos

Conocer los elementos básicos de la teoría de la información de Shannon.
Conocer las propiedades fundamentales, los ejemplos más relevantes y las aplicaciones más importantes de los códigos autocorrectores.
Comprender los esquemas de codificación compuesta en serie y en paralelo.
Conocer los principales algoritmos de decodificación.
Saber expresar y ejecutar los algoritmos fundamentales de la teoría de códigos mediante algún sistema de cálculo simbólico.

Criptografía

Disponer de una visión general de los conceptos y métodos de la criptografía clásica y de clave secreta.
Conocer el funcionamiento y bases matemáticas de los sistemas criptográficos de clave pública de uso generalizado.

Música y matemáticas

Comprender el sonido de los instrumentos musicales a partir de su espectro.
Conocer los mecanismos de la percepción del sonido y su importancia en la música.
Conocer los distintos tipos de escalas utilizadas en la música.
Observar la importancia del concepto de simetría en la música.

Observaciones/aclaraciones por módulo o materia

Contenidos

Análisis y diseño de algoritmos

- Fundamentos matemáticos
- Algoritmos voraces
- Algoritmos sobre grafos
- Programación dinámica
- Búsqueda y clasificación
- Introducción a los algoritmos randomizados
- Complejidad

Teoría de la computación

- Problemas y lenguajes
- Modelo formal de algoritmo
- Indecidibilidad
- Temas avanzados sobre teoría de la calculabilidad
- Complejidad en tiempo y en espacio
- Temas avanzados de la teoría de la complejidad

Combinatoria

- Combinatoria enumerativa básica.
- Combinaciones y permutaciones. Coeficientes binomiales y multinomiales.
- Funciones generadoras y método simbólico.
- Geometrías finitas.
- Cuadrados latinos.
- Diseños combinatorios.

Geometría discreta y computacional

- Preliminares algorítmicos.
- Descomposiciones del espacio.
- Envolverte convexa.
- Estructuras de proximidad.
- Configuraciones de planos, de rectas y de segmentos.
- Visibilidad y planificación de movimientos.

Teoría de Grafos

- Conceptos básicos.
- Subgrafos generadores.
- Flujos y conectividad.
- Aparejamientos.
- Factores y descomposiciones.
- Coloraciones.
- Teoría extremal.

Teoría de Códigos

- Introducción a la teoría de la información de Shannon.
- Códigos de bloques. Códigos lineales.
- Códigos alternantes, con énfasis en importantes casos particulares (RS, BCH, Goppa, ...).
- Códigos convolucionales.
- Algoritmos de decodificación.
- Aplicaciones de la teoría de códigos en sistemas de comunicación y de almacenamiento.

Criptografía

- Criptografía de llave secreta.
- Aritmética computacional.
- Primalidad y factorización.
- Criptografía de llave pública.

Música y matemáticas

- Espectros de los instrumentos musicales.
- La percepción del sonido y el concepto de disonancia.
- Teoría de las escalas.
- Simetrías en la música.

Descripción de las competencias**Descripción de la materia principal 14**

Denominación de la materia	Didáctica y fundamentos	Créditos ECTS	18.0	Carácter	Optativas
Unidad temporal	C7 y C8	Requisitos previos	Materias de los tres primeros cursos		
Sistemas de evaluación					
Véase "Explicación general del plan de estudios", en 5.1.					
Actividades formativas con su contenido en ECTS, su metodología de enseñanza y aprendizaje, y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante					
<p>Competencias relacionadas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • CB-4, CB-5 • CG-1, CG-2, CG-3, CG-4, CG-5, CG-6, CG-9 • CE-2, CE-4, CE-6 <p>Para las actividades formativas con su contenido en ECTS y la metodología de enseñanza aprendizaje, véase "Explicación general del plan de estudios", en 5.1.</p> <p>Resultados del aprendizaje</p> <p>Historia de la matemática</p> <p>Adquirir visión crítica entre unas matemáticas preparadas ad hoc para ser enseñadas en un tiempo determinado y el auténtico proceso en el que fueron descubiertas o inventadas. Aprender a leer textos originales de otras épocas. Resolver un problema desde diferentes perspectivas y métodos. Obtener nuevos recursos didácticos para la enseñanza de las matemáticas. Ser capaz de analizar las dificultades que históricamente tuvieron el establecimiento de algunos objetos y resultados matemáticos. Ser capaz de ver las matemáticas como una obra cultural humana.</p> <p>Didáctica de la matemática</p>					

Tener una visión global de la situación de la educación en todos los ámbitos.
 Conocer las tendencias innovadoras en didáctica de la matemática.
 Conocer y analizar las programaciones curriculares de matemáticas.
 Encontrar y usar recursos computacionales, bibliográficos y multimedia al servicio de la didáctica.
 Dominar las bases de la heurística matemática.
 Dominar técnicas didácticas de comunicación.
 Elaborar instrumentos de seguimiento y evaluación formativa.
 Planificar, secuenciar, estructurar, preparar e impartir lecciones de matemáticas.
 Transmitir la estimación y la ilusión por el conocimiento de las matemáticas.

Lógica y fundamentos

Entender y dominar la lógica de primer orden.
 Saber utilizar la lógica en matemáticas y en otras áreas, como por ejemplo la informática..

Observaciones/aclaraciones por módulo o materia

Contenidos

Historia de la matemática

- Matemáticas en Babilonia y Egipto.
- Matemáticas en la antigua Grecia.
- Matemáticas en la Europa medieval.
- Los inicios del álgebra.
- Matemáticas en la época renacentista.
- Matemáticas en el siglo XVII.
- La matematización de la física.
- La evolución del álgebra en el siglo XIX.
- La aritmetización del análisis.
- La evolución de la geometría en el siglo XIX.

Didáctica de la matemática

- El oficio de enseñar matemáticas.
- La tradición de enseñar matemáticas y su evolución.
- La educación matemática hoy en el mundo, en España y en Catalunya.
- Visualización matemática.
- Resolución de problemas.
- Realidad y modelización.
- La dinámica de la clase.
- Matemáticas y razonamiento.
- Las dificultades en el razonamiento matemático.
- La evaluación formativa.

Lógica y fundamentos

- Introducción. Consecuencia y demostración. Completitud y decibilidad.
- Sintaxis de primer orden.
- Semántica de primer orden.
- Lógica de primer orden.
- Teoría de modelos.
- Límites de los métodos formales.

- Teoría de Herbrand y resolución.
- Programación lógica.

Descripción de las competencias

Descripción de la materia principal 15

Denominación de la materia	Estadística	Créditos ECTS	66.0	Carácter	Optativas
Unidad temporal	C7 y C8	Requisitos previos	Materias de los tres primeros cursos.		
Sistemas de evaluación					
Véase "Explotación general del plan de estudios", en 5.1.					
Actividades formativas con su contenido en ECTS, su metodología de enseñanza y aprendizaje, y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante					
<p>Competencias adicionales de Estadística</p> <ul style="list-style-type: none"> • CG-11, CG-12; • CE-1, CE-3. <p>Resultados del aprendizaje</p> <p>Estadística multivariante</p> <p>Identificar la naturaleza multivariante de los problemas y las ventajas de un enfoque multidimensional. Realizar la descripción de una tabla multivariante de datos y saber escoger la métrica adecuada. Aplicar rigurosamente las técnicas de reducción de la dimensión de datos multivariantes e interpretar las representaciones visuales resultantes. Aplicar las técnicas de análisis factorial, de componentes principales y de análisis de correspondencias. Realizar las pruebas de hipótesis multivariantes más frecuentes. Aplicar las técnicas de análisis cluster. Encontrar las funciones discriminantes bajo la hipótesis de normalidad multivariante. Manejar las diferentes técnicas de análisis multivariante con software estadístico.</p> <p>Modelo lineal generalizado</p> <p>Conocer las limitaciones de los modelos lineales y saber identificar aquellas situaciones en las cuales es necesario utilizar otro tipo de modelos. Conocer la formulación y las premisas de los modelos lineales con variables respuesta asociadas a una distribución de la familia exponencial. Saber utilizar los modelos lineales generalizados como herramienta esencial en análisis de datos. Conocer y entender las propiedades asintóticas de los estadísticos implicados en la estimación y la validación de los modelos lineales generalizados Utilizar técnicas de selección del mejor modelo. Estimar los parámetros y valorar la bondad de ajuste de un modelo lineal generalizado mediante el uso de software estadístico.</p> <p>Series temporales</p> <p>Aplicar los métodos de descomposición clásicos de una serie temporal mediante los esquemas multiplicativos y aditivos. Identificar y eliminar patrones de tendencia y estacionalidad. Obtener factores estacionales y desestacionalizar series. Utilizar las técnicas de alisado exponencial como métodos de predicción. Obtener correlogramas e identificar las características más relevantes de la serie. Reconocer procesos de medias móviles y autorregresivos mediante el cálculo de las funciones de autocorrelación</p>					

simple y parcial.

Saber elegir, ajustar, validar y utilizar para hacer predicciones, el modelo ARIMA más adecuado mediante la utilización de software estadístico.

Interpretar y emitir juicios críticos de los resultados obtenidos con la metodología Box-Jenkins.

Saber interpretar resultados y establecer conclusiones si se utilizan técnicas multivariantes, modelos lineales, lineales generalizados o series temporales para analizar un conjunto de datos reales.

Programación no lineal y flujos en red

Comprender las propiedades matemáticas de algunos problemas de flujos en red (coste mínimo, caminos mínimos, flujo máximo) y de sus algoritmos de resolución.

Aplicar sin ayuda computacional algoritmos especializados de flujos en red a problemas académicos de dimensión reducida.

Comprender las propiedades matemáticas de los problemas de programación no lineal, con y sin restricciones, y de sus algoritmos de resolución.

Ser capaz de aplicar sin ayuda computacional los algoritmos de programación no lineal con y sin restricciones a problemas académicos de dimensión reducida.

Econometría

Aplicar las herramientas y técnicas de análisis asociadas a la utilización de modelos econométricos.

Identificar las propiedades de los diferentes métodos de estimación del modelo de regresión lineal múltiple y conocer las ventajas e inconvenientes de cada uno.

Interpretar de forma rigurosa y correcta los resultados de la estimación de un modelo de regresión lineal en sus posibles especificaciones.

Identificar, para cada modelo particular, cuales de las hipótesis habituales en la estimación del modelo son más razonables y cuales menos.

Valorar de forma crítica las conclusiones que se extraen de un modelo de regresión teniendo en cuenta las propiedades de las variables analizadas y las características de los datos disponibles.

Aplicar las pautas de trabajo correctas en cada una de las etapas necesarias a la hora de utilizar un modelo econométrico: especificación, estimación, validación e interpretación.

Análisis de la supervivencia

Reconocer la presencia de datos censurados en un estudio estadístico

Modelar con procedimientos paramétricos o semiparamétricos datos que representan duraciones entre dos sucesos.

Aplicar las principales técnicas y modelos para el análisis de la supervivencia utilizando software estadístico de referencia.

Minería de datos

Saber realizar la descripción estadística de bases de datos.

Utilizar las herramientas de reducción de la dimensionalidad y la visualización de datos.

Conocer la generación de reglas de asociación

Obtener modelos de aprendizaje supervisados y no supervisados.

Utilizar la minería de datos en diferentes contextos aplicados.

Investigación operativa estocástica

Conocer los componentes de un sistema de espera, sus características y el funcionamiento de un sistema de colas.

Interpretar y calcular las diferentes magnitudes que caracterizan el funcionamiento de un sistema de colas (longitud de la cola, tiempo medio de espera,...)

Conocer la metodología de los estudios de simulación de sistemas y los aspectos relacionados con la simulación, como la generación de números aleatorios y la explotación de los resultados de una simulación.

Resolver problemas reales de toma de decisión mediante el uso de algunos de los paquetes de optimización de referencia correspondientes a los diferentes algoritmos de optimización estudiados.

Métodos estadísticos para finanzas y seguros

Conocer la definición y características de las principales variables actuariales.

Conocer las distintas metodologías estocásticas específicas de los fenómenos actuariales, en concreto, los seguros de vida.

Analizar mediante distintas metodologías estadísticas adecuadas al fenómeno actuarial.

Comprender cuándo y cómo deben aplicarse las distintas técnicas en función del fenómeno a estudiar distinguiendo entre análisis de supervivencia, mortalidad e invalidez.

Planificar el tratamiento actuarial de las variables biométricas de un colectivo de acuerdo con los distintos enfoques y modelos existentes.

Métodos Bayesianos

Conocer los principios de estimación Bayesiana.
 Utilizar los métodos de construcción de intervalos de credibilidad y los contrastes de hipótesis Bayesiano en las situaciones más habituales.
 Utilizar modelos Bayesianos para predicción. Utilizar la versión Bayesiana de los modelos lineales.
 Conocer métodos de validación de modelos Bayesianos.
 Aplicar los métodos de Montecarlo basados en Cadenas de Markov para realizar inferencia Bayesiana.
 Conocer los criterios de elección de la distribución a priori.

Métodos no paramétricos y de remuestreo

Conocer los fundamentos de la estadística no paramétrica.
 Calcular estimaciones no paramétricas de la función de la densidad y de las curvas de regresión.
 Utilizar técnicas y estimaciones no paramétricas para realizar inferencia.
 Aplicar estimaciones no paramétricas a problemas de clasificación y discriminación.
 Utilizar tests de permutaciones y tests de permutaciones de Montecarlo.
 Utilizar métodos de remuestreo en estimación puntual, por intervalo y en contrastes.
 Aplicar la metodología bootstrap a la resolución de problemas inferenciales complejos.

Observaciones/aclaraciones por módulo o materia**Contenidos****Estadística multivariante**

- Descripción de una tabla de datos, nube de puntos, concepto de métrica, medidas de variabilidad, proyección M-ortogonal.
- Representaciones gráficas: el gráfico bidimensional (biplot). Introducción al escalamiento multidimensional. Representación euclidiana de una matriz de distancias. Análisis de componentes principales.
- Introducción a los modelos de medida, análisis factorial en factores comunes y específicos. Análisis de correlaciones canónicas. Biplots asociados.
- Distribución normal multivariante y contrastes de hipótesis asociados. Análisis de medidas repetidas. Análisis de perfiles. El modelo MANOVA.
- Análisis discriminante lineal y discriminante cuadrático. Función discriminante de Fisher.
- Análisis de conglomerados.

Modelo lineal generalizado

- Modelos para respuesta binaria.
- Modelos para respuesta politómica.
- Modelos para respuesta entera no negativa.
- Introducción a los modelos de supervivencia
- Introducción a los modelos de efectos aleatorios y a los modelos mixtos.
- Medidas de calidad de ajuste, validación y selección de modelos.

Series temporales

- Análisis clásico de series temporales, componentes de una serie temporal, métodos de alisado para la predicción de series.
- Dependencia dinámica, ecuaciones en diferencias, estacionalidad.
- Modelos ARMA y ARIMA, análisis de tendencias, modelos estacionales.
- Evaluación de previsiones
- Identificación, estimación y validación de modelos ARMA y ARIMA.
- Análisis de intervención y detección de datos atípicos
- Raíces unitarias y cointegración.

Programación no lineal y flujos en red

- Modelización y resolución de los modelos de cola exponenciales y no exponenciales.

- Optimización de sistemas de colas.
- Resolución computacional de modelos de cola.
- Construcción de modelos de simulación y metodología.
- Métodos de Montecarlo y generación de números aleatorios.
- Lenguajes de simulación.
- El análisis estadístico en simulación.

Econometría

- Modelo econométrico.
- Problemas con la información muestral
- Modelos con variables exógenas cualitativas
- Perturbaciones no esféricas y regresión generalizada
- Modelos de variables dependiente discreta. Modelos logit y probit

Análisis de la supervivencia

- Conceptos básicos y modelos paramétricos del análisis de supervivencia.
- Análisis de la supervivencia: tablas de vida, comparación de curvas de supervivencia de dos o más poblaciones.
- Regresión paramétrica: Modelo de vida acelerada.
- Regresión no paramétrica: Modelo de Cox.

Minería de datos

- Introducción a la minería de datos.
- Árboles de decisión y regresión.
- Redes neuronales.
- Minería de textos y de webs.
- Identificación de variables latentes y reducción de dimensionalidad.

Investigación operativa estocástica

- Modelización y resolución de los modelos de cola exponenciales y no exponenciales.
- Optimización de sistemas de colas.
- Resolución computacional de modelos de cola.
- Construcción de modelos de simulación y metodología.
- Métodos de Montecarlo y generación de números aleatorios.
- Lenguajes de simulación.
- El análisis estadístico en simulación.

Métodos estadísticos para finanzas y seguros

- El modelo biométrico.
- Interpolación y ajustes de mortalidad.
- Tablas de vida.
- Tablas de mortalidad.

Métodos Bayesianos

- Principios básicos de la inferencia frecuentista.
- Inferencia frecuentista versus Bayesiana.
- Distribución a posteriori. Distribución predictiva a priori y a posteriori.
- Distribución a priori.
- Inferencia Bayesiana en poblaciones normales.
- Inferencia Bayesiana a partir de la simulación y métodos de Montecarlo.

- Teoría de la decisión estadística.

Métodos no paramétricos y de remuestreo

- Fundamentos de inferencia no paramétrica.
- Pruebas basadas en categorizaciones de la muestra y en el uso de la chi-cuadrado.
- Estimación no paramétrica de la función de densidad.
- Estimación no paramétrica de curvas de regresión y suavizado de curvas.
- Discriminación, clasificación, determinación de modas, estimación de cantidades dependientes de la densidad.
- Tests de permutaciones.
- El método jackknife. Bootstrap paramétrico y no paramétrico.

Descripción de las competencias

Descripción de la materia principal 16

Denominación de la materia	Prácticas externas	Créditos ECTS	12.0	Carácter	Optativas
Unidad temporal	C7/C8	Requisitos previos	<i>Haber superado la Fase Inicial.</i>		
Sistemas de evaluación					
El Jefe de Estudios, teniendo en cuenta el informe externo, reconocerá un máximo de 1 ECTS por cada 30 horas de prácticas, y hasta un total máximo de 12 ECTS.					
Actividades formativas con su contenido en ECTS, su metodología de enseñanza y aprendizaje, y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante					
Competencias					
<ul style="list-style-type: none"> • CG-10, CG-11. <p>Esta materia desarrolla otras competencias variables cuya concreción depende de la naturaleza del correspondiente convenio.</p>					
Observaciones/aclaraciones por módulo o materia					
Los que se definan en cada convenio.					
Descripción de las competencias					

Descripción de la materia principal 17

Denominación de la materia	Trabajo de Fin de Grado	Créditos ECTS	15.0	Carácter	Trabajo fin de carrera
Unidad temporal	C7/C8	Requisitos previos	<i>Haber superado todas las asignaturas obligatorias hasta el tercer curso.</i>		

Sistemas de evaluación
Un tribunal formado por tres miembros, con defensa pública. Esta evaluación se rige por la normativa de Proyectos de Fin de Carrera aprobada por la Comisión Permanente del centro.
Actividades formativas con su contenido en ECTS, su metodología de enseñanza y aprendizaje, y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante
<p>Competencias</p> <ul style="list-style-type: none"> ● CB-4, CB-5; ● CG-3, CG-5, CG-6, CG-7, CG-8, CG-9; ● CE-1, CE-3, CE-5. <p>Esta materia desarrolla otras competencias variables, cuya concreción depende de la naturaleza del correspondiente proyecto.</p>
Observaciones/aclaraciones por módulo o materia
Descripción de las competencias

Personal académico

Profesorado
<p>6.1. Profesorado y otros recursos humanos necesarios y disponibles para llevar a cabo el plan de estudios propuesto.</p> <p>6.1.1. 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.</p> <p>La Facultad de Matemáticas y Estadística para impartir el nuevo Grado de Matemáticas (240 ECTS) cuenta con todo el personal académico que actualmente imparte la Licenciatura de Matemáticas (300 créditos) y, que resulta, suficiente, para cubrir la docencia de las materias del ámbito de las matemáticas y garantizar la cobertura de otras materias básicas, que también vienen impartándose en la actual Licenciatura y que se seguirán impartiendo en el grado.</p> <p>El personal académico, vinculado a la Facultad de Matemáticas y Estadística (FME) (ver cuadro 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 Universidad Politécnica de Cataluña. 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.</p> <p>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.</p> <p>Tabla 1. Distribución del personal académico que está vinculado a la FME</p>

según el Departamento de adscripción.

Código	Siglas	Departamento	Número de profesores
701	AC	Arquitectura de Computadores	1
715	EIO	Estadística e investigación Operativa	9
716	EA	Estructuras a la Arquitectura	4
721	FEN	Física y Ingeniería Nuclear	2
723	LSI	Lenguajes y Sistemas Informáticos	7
725	MA I	Matemática Aplicada I	28
726	MA II	Matemática Aplicada II	20
727	MA III	Matemática Aplicada III	14
743	MA IV	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 grado, así como de su experiencia en docencia universitaria. La adecuación de su experiencia docente respecto a los ámbitos de conocimiento asociados al título, no ofrece ninguna duda, ya que todo el profesorado imparte docencia desde hace varios años en la Licenciatura de Matemáticas, la cual se enmarca en el mismo contexto formativo que el Grado que se propone.

Tabla 2. Personal académico por categoría, área de conocimiento y título de doctor.

Área (1)	MA	CIA	EIO	GIT	AC	LSI	FIS	ALG	SA (2)	Total	%
CU	10/0 (3)	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
	62/3	2/2	8/1	3/0	1/0	6/1	2/0	2/0	4/1	98	100

(1) 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.

(2) Sin área.

(3) Doctores / No Doctores

Tabla 3. Número de tramos docentes (quinquenios) del personal académico por categorías.

Área (*)	MA	CIA	EIO	GIT	LSI	FIS	ALG	AC	SA	Total
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

(*) MA=Matemática Aplicada; CIA=Computación e Inteligencia Artificial; EIO = Estadística e Investigación Operativa; GIT = Geometría y Topología; LSI = Lenguajes y Sistemas Informáticos; FIS = Física Aplicada; ALG = Álgebra.

En lo que se refiere a su experiencia investigadora mostramos los cuadros 4, 5 y 6 que resumen 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 4. Número de tramos de investigación (sexenios) del personal académico por categorías.

Área (*)	MA	CIA	EIO	GIT	LSI	FIS	ALG	AC	Total
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

(*) MA=Matemática Aplicada; CIA=Computación e Inteligencia Artificial; EIO = Estadística e Investigación Operativa; GIT = Geometría y Topología; LSI = Lenguajes y Sistemas Informáticos; FIS = Física Aplicada; ALG = Álgebra.

Tabla 5. Producción científica media por curso del personal académico por categorías, en puntos PAR (*)

Área (**)	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.

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

Tabla 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).

Área (**)	MA	CIA	EIO	GIT	LSI	FIS	ALG	AC SA	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

Finalmente incluimos una tabla con los datos de los tramos de gestión reconocidos por el gobierno autonómico.

Tabla 7. Número de tramos de gestión (quinquenios) del personal académico por categorías

Categoría	Tramos de gestión
CU	14
TU	5
TEU	1

Tabla 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	12	
Publicación sobre la obra del autor (*)	Entre 6 y 12	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 (*)	Entre 2 y 12	
Premios extraordinarios de doctorado	6	
Concursos de Arquitectura (*)	Entre 12 y 24	Entre 2 y 6
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	12	
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

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

Becarios de investigación – Becarios de soporte a la docencia

En el contexto docente del nuevo Grado resulta de especial relevancia el apoyo que prestan los becarios de investigación (actualmente 2 becarios) asociados a proyectos con capacidad docente práctica, siempre bajo la autorización de un profesor.

La FME cuenta también con el apoyo de estudiantes de los últimos cursos, que ayudan a los profesores en ciertas tareas docentes fuera del aula (elaboración de problemas, resolución de dudas a las/los estudiantes que lo solicitan, ...).

Servicios técnicos

La Facultad 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. Así mismo, 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/las estudiantes de la FME disponen de las Biblioteca Gabriel Ferraté que está permanentemente abierta.

Tabla 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 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
Responsable de recepción (tardes)	L	JC	
Oficina de Soporte a la Dirección	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.

6.1.3. Definir la previsión de profesorado y otros recursos humanos necesarios, teniendo en cuenta la estructura del plan de estudios, el número de créditos a impartir, las ramas de conocimiento involucradas, el número de alumnos y otras variables relevantes.

En los planes de estudio anteriores al RD 1393/2007, la carga docente semanal (*) de un profesor en la Universidad Politécnica de Cataluña es de 8 h lectivas y de 6 h de tutoría, lo que equivale a 24 créditos anuales (1 crédito igual a 10 h) y a 17,5 h por crédito, según se detalla en el cuadro siguiente.

(*) Además de estas tareas, el profesorado tiene otra dedicación como es la preparación de clases, la preparación y corrección de exámenes, su formación, etc. Todo ello junto con la dedicación investigadora y de las responsabilidades de gestión que pueda tener.

Tabla 11. Carga docente del profesorado en la UPC

	Clases de teoría, prácticas y exámenes (horas lectivas)	Tutorías (horas)	TOTAL
Por semana	8 h	6 h	14 h
Por 30 semanas año	240 h	180 h	420 h
Por crédito actual (24 créditos año)	10 h	7,5 h	17,5 h

Para conocer si el personal académico es suficiente para impartir el Grado de Matemáticas, en la Tabla 12 se obtiene el valor del encargo docente de la Licenciatura en Matemáticas en créditos (actuales) y en la Tabla 13 se determina el valor análogo para el nuevo Grado de Matemáticas.

Tabla 12. Encargo académico de la actual Licenciatura en Matemáticas

Tipo de asignatura	Número de asignaturas	Encargo por asignatura	Total
Obligatoria	26	10,5	273
Optativa	30	7,5	225

Libre configuración	5	6	30
Total			528

En la actual Licenciatura en Matemáticas, 7,5 créditos (actuales) comportan un encargo académico de 10,5 créditos, ya que las horas de problemas y prácticas se desdoblan. En el nuevo Grado se propone que 7,5 ECTS correspondan a un encargo de 12 créditos (actuales). El aumento es debido a que cada crédito ECTS se corresponde a 6 horas de teoría, 3 horas de problemas desdobladas y una hora de seminario cuadruplicada. Con estas premisas determinamos el siguiente encargo académico:

Tabla 13. Encargo académico del Grado en Matemáticas

Tipo de asignatura	Número de asignaturas	Encargo por asignatura	Total
Obligatorias de 7,5 ECTS	24	12	288
Obligatoria de 9 ECTS	1	28,8 (*)	28,8
Optativa	16	6	96
Dirección TFG	40 (**)	1	40
TOTAL			452,8

(a) Como se indicado anteriormente, la asignatura obligatoria *Modelos matemáticos de la tecnología*, de 9 créditos, se imparte en los dos cuatrimestres.

(b) Aunque la lista indicativa de optativas tiene más del doble de asignaturas, este valor nos parece una aproximación realista respecto del encargo académico más probable.

(c) Número aproximado de TFG previstos en cada curso.

De los anteriores cálculos se desprende que el personal académico disponible es suficiente para impartir la totalidad de los ECTS del Grado en Matemáticas, siendo el caso que queda un excedente de 75,2 créditos que quedan absorbidos por las tareas docentes de los másteres.

Adecuación del Profesorado

6.2. Justificación de adecuación de los recursos humanos disponibles

Como hemos comentado anteriormente, todo el profesorado disponible tiene una experiencia docente muy amplia en la propia Licenciatura de Matemáticas que se imparte en la Facultad y que se extinguirá a medida que se implante el nuevo Grado. Dado que los objetivos y competencias del nuevo Grado son, esencialmente, del mismo ámbito formativo y laboral que el anterior, la adecuación del personal a la puesta en marcha de la nueva titulación parece más que justificada.

Por otra parte, el profesorado es valorado muy positivamente en las encuestas de evaluación de la actividad docente realizada anualmente por los/las estudiantes.

El equipo de gobierno de la FME, ha impulsado la creación de una unidad de transferencia del conocimiento en Matemáticas y Estadística para la tecnología (MET) coordinada con los departamentos de Matemáticas y de

Estadística. El objetivo de esta unidad es la de realizar tanto trabajos de fin de carrera, como de convenios de cooperación educativa así como de tesis doctorales.

Justificación de adecuación de los recursos humanos disponibles

Mecanismos de que se dispone para asegurar que la contratación del profesorado se realizará atendiendo a los criterios de igualdad entre hombres y mujeres y de no discriminación de personas con discapacidad

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

Personal académico disponible				
Categoría	Experiencia	Tipo de vinculación con la universidad	Adecuación a los ámbitos de conocimiento	Información adicional
Personal académico necesario				
Categoría	Experiencia	Tipo de vinculación con la universidad	Adecuación a los ámbitos de conocimiento	
Otros recursos humanos disponibles				
Tipo de vinculación con la universidad		Formación y experiencia profesional		Adecuación a los ámbitos de conocimiento
Otros recursos humanos necesarios				
Tipo de vinculación con la universidad	Formación y experiencia profesional		Adecuación a los ámbitos de conocimiento	

Disponibilidad y adecuación de recursos materiales y servicios

Justificación de que los medios materiales y servicios clave disponibles (espacios, instalaciones, laboratorios, equipamiento científico, técnico o artístico, biblioteca y salas de lectura, nuevas tecnologías, etc.) son adecuados para garantizar el desarrollo de las actividades formativas planificadas, observando los criterios de accesibilidad universal y diseño para todos

La Facultad de Matemáticas y 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 la titulación de graduado en matemáticas y que está en condiciones óptimas para impartir dicha titulación de acuerdo con los requerimientos que señala EEES.

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

7.1.1. Aulas, laboratorios y equipamientos

Como se puede observar en el cuadro 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.

Las aulas de teoría de mayor capacidad están previstas para los/las estudiantes que cursan la fase selectiva y a las cuales se incorporan las/los estudiantes procedentes de los planes de estudios de doble titulación. 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 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 m^2 .

(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 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 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 m^2

(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.

7.1.2. 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, aprobado por el Consejo de Gobierno de la UPC y que establece el marco de referencia para las inversiones en materias de informática y comunicaciones de la universidad para el período 2007-2010. El objetivo de este plan plurianual es dar respuesta a las inversiones en infraestructuras TIC y sistemas de información para la docencia, investigación y gestión, teniendo en cuenta la renovación, tecnológica o por obsolescencia, de infraestructuras y equipamiento TIC, la innovación, la calidad y la sostenibilidad, la planificación a corto y medio plazo de las necesidades TIC y la adquisición de equipos informáticos necesarios para que los miembros de la comunidad universitaria puedan desarrollar su actividad docente, de investigación y/o de gestión. Las inversiones propuestas para el ejercicio 2007 ascendieron a un total de 5.4000.000 €.

Está previsto que antes de finalizar el año 2008, la FME cofinancie la renovación de todo el mobiliario de las aulas de teoría y problemas que figuran en la Tabla 1, debido a la convocatoria de ayudas para la mejora de los equipamientos docentes 2007-2008, según el acuerdo núm. 155/2007 del Consejo de Gobierno de la Universitat Politècnica de Catalunya, por el cual se establece una convocatoria de ayudas a la mejora de los equipos docentes para el período bianual 2007-2008 con el objetivo de responder a las necesidades planteadas por los centros docentes respecto a las instalaciones y la renovación de los equipos docentes de las aulas, laboratorios y talleres. Esta convocatoria está dotada con un importe de 700.000 € anuales. Las actuaciones propuestas deben estar cofinanciadas en un 50% por el centro docente y deberán ser económicamente sostenibles.

7.1.3. 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 politécnicas que dan soporte a todas las titulaciones de la Universidad. También disponen de los recursos electrónicos (bases de datos y revistas electrónicas principalmente) que dan soporte al aprendizaje en red y a la investigación (<http://bibliotecnica.upc.edu>).

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

En cuanto a las relaciones y la colaboración externa, el SBD es miembro fundador del Consorcio de Bibliotecas Universitarias de Cataluña (CBUC) y miembro de REBIUN (Red de Bibliotecas Universitarias de la CRUE). Además, participa activamente en organizaciones bibliotecarias de carácter internacional como IATUL (International Association of Technological University Libraries).

Recursos de información de las bibliotecas de la UPC

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

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

La biblioteca de la FME

La Biblioteca de la Facultad de Matemáticas y 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 las 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 Facultad de Matemáticas y Estadística.

7.1.4. 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 la/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.

7.1.5. 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 i 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.

7.1.6. 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/las estudiantes, PDI i PAS, de sus centros docentes o campus universitarios, con necesidades e informamos 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 >

[Consulta: 18 octubre 2007].

Universitat Politècnica de Catalunya. Càtedra de Accesibilitat: arquitectura, disseny i tecnologia per a tots. Disponible en

<<http://www.upc.edu/catac/> >

[Consulta: 18 octubre 2007]

Universitat Politècnica de Catalunya. Pla Director per a la Igualtat d'Oportunitats. Disponible en

<<http://www.upc.edu/bupc/>>

Previsión

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 estos.

Convenios de colaboración con otras instituciones (archivo pdf: ver anexo)

Resultados previstos

Justificación de los indicadores

8.1 Estimaciones de resultados

Se trata de estimar un conjunto de indicadores relacionados con los resultados previstos del Título justificando dicha estimación a partir del perfil de ingreso recomendado, el tipo de estudiantes que acceden al plan de estudios, los objetivos planteados, el grado de dedicación de los/las estudiantes a la carrera y otros elementos del contexto que se consideren apropiados. En la fase de renovación de la acreditación se revisarán estas estimaciones, atendiendo a las justificaciones aportadas por la universidad y a las acciones derivadas de su seguimiento. La propuesta debe recoger, al menos, valores relativos a la Tasa de Graduación, la Tasa de Abandono y la Tasa de Eficiencia. A estos efectos, se entenderá por:

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

Tasa de abandono: relación porcentual entre el número total de estudiantes de una cohorte de nuevo ingreso que debieron finalizar la titulación el año académico anterior y que no se han matriculado ni en ese año académico ni en el anterior.

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.

Tasa de rendimiento. Es el porcentaje de créditos aprobados por los/las estudiantes respecto de los matriculados en un año académico.

Media de permanencia. Es la media de años académicos que ha necesitado una cohorte de egreso.

Para hacer una propuesta con un mínimo de justificación es imprescindible examinar con cierto detalle la información disponible sobre estas mismas tasas en la Licenciatura de Matemáticas que actualmente se imparte en

la Facultad de Matemáticas de la UPC. A continuación presentamos algunos datos relativos a las últimas promociones:

Tabla 1. Tasa de Graduación de las cuatro últimas promociones

AÑO DE ENTRADA	TASA DE GRADUACIÓN
1998-1999	46%
1999-2000	43%
2000-2001	67%
2001-2002	50%

Tabla 2. Tasa de eficiencia de los cuatro últimos años académicos

AÑO ACADÉMICO	TASA DE EFICIENCIA
2003-2004	86,7%
2004-2005	90,4%
2005-2006	90,7%
2006-2007	89%

Tabla 3. Tasa de rendimiento de los cuatro últimos años académicos

AÑO ACADÉMICO	TASA DE RENDIMIENTO
2003-2004	83%
2004-2005	77%
2005-2006	79%
2006-2007	79%

Tabla 4. Media de permanencia de las cuatro últimas cohortes de egresados

AÑO DE EGRESO	MEDIA DE PERMANENCIA
2003-2004	5,95
2004-2005	5,61
2005-2006	5,75
2006-2007	6

Tabla 5. Tasa de abandono de las cuatro últimas promociones

AÑO DE ENTRADA	TASA DE ABANDONO
-----------------------	-------------------------

1998-1999	26%
1999-2000	38%
2000-2001	18%
2001-2002	31%

Teniendo en cuenta:

Los parámetros mostrados;
 Suponiendo que los/las nuevos/as estudiantes seguirán teniendo las mismas características que los actuales ya que no se supone que vaya a haber un cambio súbito de plan de estudios en la enseñanza secundaria;
 Asumiendo que la nota de corte de las/los nuevas/os estudiantes no variará sustancialmente (en los últimos años la media de la note de corte es aproximadamente 7),

se propone los siguientes parámetros para los años venideros:

Tabla 6. Tasas propuestas para los estudios de Grado en Matemáticas en la UPC

NOMBRE DE LA TASA	VALOR NUMÉRICO DE LA TASA
Tasa de graduación	50%
Tasa de eficiencia	88%
Tasa de rendimiento	80%
Media de permanencia	5 años
Tasa de abandono	30%

Los valores de esta tabla son las aproximaciones que han parecido más razonables de los correspondientes promedios de los últimos cuatro cursos.

Tasa de graduación	50.0	Tasa de abandono	30.0	Tasa de eficiencia	88.0
Denominación	Definición		Valor		
Tase de rendimiento	Porcentaje de créditos aprobados por los/as estudiantes respecto del total de créditos matriculados en el año académico		80.0		
Media de permanencia	Media de los años académicos que necesita una cohorte de egreso para finalizar los estudios.		5.0		

Progreso y los resultados de aprendizaje de los estudiantes

8.2. Procedimiento general de la universidad para valorar el progreso y los resultados de aprendizaje de los estudiantes. Entre ellos se pueden considerar resultados de pruebas externas, trabajos de fin de titulación...

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

Garantía de calidad

Información sobre el sistema de garantía de calidad (archivo pdf: ver anexo)
Información adicional sobre el sistema de garantía de calidad

Calendario de implantación de la titulación

Justificación																		
<p>10.1 Cronograma de implantación de la titulación.</p> <p>El nuevo plan se implantará a partir del año académico 2009/10, escaladamente según el siguiente calendario:</p> <p>Año académico 2009/10: Curso 1º Año académico 2010/11: Curso 2º Año académico 2011/12: Curso 3º Año académico 2012/13: Curso 4º</p> <p>El plan actual se irá extinguiendo sucesivamente, garantizando la docencia para las/los estudiantes que no se adapten al nuevo plan de acuerdo con la Tabla 1.</p> <p>Siguiendo las recomendaciones de la normativa UPC, los/las estudiantes que no deseen adaptarse al nuevo plan de estudios podrán continuar examinándose de las asignaturas de la actual licenciatura durante tres años a partir del último año de docencia de cada asignatura. Además, tendrán derecho a docencia asistiendo a las clases de las materias del nuevo plan de grado dado que los contenidos de las asignaturas de la antigua licenciatura son semejantes a los contenidos de las materias del plan de grado, si bien el carácter de algunas de ellas se ha modificado (de obligatorias a optativas por ejemplo).</p> <p>Tabla 1 Cronograma de implantación</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>CURSO</th> <th>ÚLTIMO AÑO DE DOCENCIA</th> <th>ÚLTIMO AÑO CON DERECHO A EXAMEN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Primero</td> <td>2008/09</td> <td>2011/12</td> </tr> <tr> <td>Segundo</td> <td>2009/10</td> <td>2012/13</td> </tr> <tr> <td>Tercero</td> <td>2010/11</td> <td>2013/14</td> </tr> <tr> <td>Obligatorias Cuarto</td> <td>2011/12</td> <td>2014/15</td> </tr> <tr> <td>Optativas</td> <td>2012/13</td> <td>2015/16</td> </tr> </tbody> </table>	CURSO	ÚLTIMO AÑO DE DOCENCIA	ÚLTIMO AÑO CON DERECHO A EXAMEN	Primero	2008/09	2011/12	Segundo	2009/10	2012/13	Tercero	2010/11	2013/14	Obligatorias Cuarto	2011/12	2014/15	Optativas	2012/13	2015/16
CURSO	ÚLTIMO AÑO DE DOCENCIA	ÚLTIMO AÑO CON DERECHO A EXAMEN																
Primero	2008/09	2011/12																
Segundo	2009/10	2012/13																
Tercero	2010/11	2013/14																
Obligatorias Cuarto	2011/12	2014/15																
Optativas	2012/13	2015/16																

Curso de implantación

2009/2010

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

El procedimiento de adaptación tiene como objetivo conseguir que la mayor parte de los/las estudiantes que iniciaron sus estudios con el plan actual, y que se hayan retrasado en sus estudios, se incorpore ventajosamente a la nueva titulación. Para ello se propone una tabla de adaptación de asignaturas, que se incluye más abajo. Dado que el primer curso es selectivo en ambos planes, se propone asimismo una adaptación del primer curso del plan actual por el primer curso del nuevo plan de grado. Además, con el fin de no crear discriminaciones entre la última promoción del plan actual y la primera del nuevo plan de grado, se propone adaptar todas las obligatorias del plan actual por todas las básicas y obligatorias del plan nuevo.

Así pues, se propone la siguiente:

Tabla 2 Proceso de extinción de la actual Licenciatura de Matemáticas.

Año	Plan	1º	2º	3º	4º	5º
2009/2010	A (1)		X	X	X	X
	N (2)	X				
2010/2011	A			X	X	X
	N	X	X			
2011/2012	A				X	X
	N	X	X	X		
2012/2013	A					X
	N	X	X	X	X	

(1) Actual

(2) Nuevo

Convalidación por bloques

- Aquellos/as estudiantes que tengan superadas las asignaturas obligatorias del primer curso del plan actual, se les reconocerá el primer curso completo del nuevo plan.
- Aquellos/as estudiantes que tengan superadas todas las asignaturas obligatorias, se les reconocerá todas las materias básicas y obligatorias del nuevo plan de estudios. Esto equivale a reconocer 189 créditos ECTS del nuevo plan a cambio de los 195 obligatorios actuales. La diferencia de seis créditos se les reconocerá a los/as estudiantes como créditos optativos ya cursados.
- Además, las/los estudiantes del plan actual podrán obtener reconocimiento académico de un máximo de 6 créditos optativos, por acreditación de competencias relacionadas con el título,

adquiridas en materias del plan actual que no hayan sido utilizadas para otro reconocimiento.

Todos los reconocimientos deberán contar con el informe favorable de la Comisión del Título de Grado en Matemáticas de la Facultad de Matemáticas y Estadística de la UPC.

Adaptación por asignaturas

Tabla 3 Correspondencia de convalidaciones. El carácter (car) de las asignaturas puede ser Bas = Asignatura básica; Ob = Asignatura obligatoria; Op = Asignatura optativa. LM = Licenciatura en Matemáticas; GM = Grado en Matemáticas.

Asignatura LM	curso/car	Asignatura GM	curso/car
Cálculo 1	1/Ob	Cálculo en una variable	1/Bas
Cálculo 2	1/Ob	Cálculo diferencial	1/Bas
Cálculo 3	2/Ob	Cálculo integral	2/Bas
Análisis complejo	4/Ob	Funciones de variable compleja	2/Ob
Ecuaciones diferenciales 1	3/Ob	Ecuaciones diferenciales	3/Ob
Ecuaciones diferenciales 2	3/Ob	Ecuaciones en derivadas parciales	3/Ob
Álgebra lineal	1/Ob	Álgebra lineal	1/Bas
Geometría	2/Ob	Geometría afín y euclídea	1/Bas
Álgebra lineal+Geometría+Cálculo 3	1-2-2/Ob	Álgebra multilineal y Geometría	2/Ob
Topología	2/Ob	Topología	2/Ob
Computación algebraica	1/Ob	Estructuras algebraicas	3/Ob
Geometría diferencial 1	3/Ob	Geometría diferencial	3/Ob
Informática 1	1/Ob	Informática	1/Bas
Informática 2	1/Ob	Algorítmica	2/Ob
Métodos numéricos 1	2/Ob	Álgebra lineal numérica	1/Ob
Física	1/Ob	Física	2/Bas
Métodos numéricos 2	3/Ob	Cálculo numérico	3/Ob
Modelos matemáticos de la Física	3/Ob	Modelos matemáticos de la Física	3/Ob
Álgebra lineal+Cálculo 1	1/Ob	Fundamentos de la matemática	1/Bas

Investigación operativa	2/Ob	Programación matemática	2/Ob
Análisis real	2/Ob	Análisis real	2/Ob
Probabilidad	2/Ob	Teoría de la probabilidad	3/Ob
Inferencia estadística	2/Ob	Estadística	3/Ob
Combinatoria o teoría de grafos		Matemática discreta	1/Ob
---		Modelos matemáticos de la tecnología	4/Ob
Geometría diferencial 2	3/Ob	Geometría diferencial 2	4/Op
Álgebra abstracta	4/Ob	Álgebra abstracta	4/Op
Métodos numéricos 3	3/Ob	Métodos numéricos para EDOs	4/Op
Análisis funcional	4/Ob	Análisis funcional	4/Op
Topología algebraica	4/Ob	Topología algebraica	4/Op

Continuación de estudios en el plan actual

Se regulará por la normativa UPC.

Enseñanzas que se extinguen por la implantación del siguiente título propuesto**10.3 Enseñanzas que se extinguen por la implantación del correspondiente título propuesto.**

Por la implantación del presente título de Grado en Matemáticas se extinguen las enseñanzas actuales de Licenciado en Matemáticas regidas por el R.D. 1.416/1990, de 26 de octubre, y homologadas por el Consejo de Universidades (BOE de 20 de mayo de 1993).

Recusaciones

Nombre y apellidos de la/s persona/s recusada/s	Motivo de la recusación
---	-------------------------