

# Fichas de Planificación Docente

## Grado en Matemáticas

Guía Académica 2014-2015 – Facultad de Ciencias

FACULTAD DE CIENCIAS  
UNIVERSIDAD DE SALAMANCA

---

SALAMANCA, 2014

**GUÍAS DOCENTES DE LAS ASIGNATURAS**

La Guía Docente de cada asignatura ofrece a los estudiantes información adecuada y completa, para que les oriente y ayude a planificar su formación. Contiene la planificación detallada de cómo se va a desarrollar el programa de la asignatura, qué se pretende que aprenda el estudiante, cómo se va a llevar a cabo tal aprendizaje, bajo qué condiciones y de qué modo va a ser evaluado.

En definitiva, la Guía Docente es un instrumento de transparencia, que representa el compromiso del profesor en torno a diferentes criterios (contenidos, formas de trabajo, evaluación) sobre los que se irá desarrollando la enseñanza.

**PRIMER CURSO. PRIMER CUATRIMESTRE****ÁLGEBRA LINEAL I****1. Datos de la Asignatura**

Código	100.200	Plan	2008	ECTS	6
Carácter	Básico	Curso	1º	Periodicidad	C1
Área	Álgebra-Geometría y Topología				
Departamento	Matemáticas				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	<a href="http://moodle.usal.es">http://moodle.usal.es</a>			

**Datos del profesorado**

Profesor	Esteban Gómez González	Grupo / s	Todos
Departamento	Matemáticas		
Área	Geometría y Topología		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Ed. Merced, M1322		
Horario de tutorías	Martes, miércoles y jueves de 12 a 14 h		
URL Web			
E-mail	esteban@usal.es	Teléfono	923 29 45 00 ext 1533

Profesor	Darío Sánchez Gómez	Grupo / s	Todos
Departamento	Matemáticas		
Área	Álgebra		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Ed. merced, M3321		
Horario de tutorías	Martes, miércoles y jueves de 17 a 19 h.		
URL Web			
E-mail	dario@usal.es	Teléfono	923 29 44 60 ext 1534

## 2. Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia
Esta materia pertenece al módulo formativo "Álgebra Lineal y Geometría", el cual incluye además las materias "Álgebra Lineal II" y "Geometría".
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios
Su carácter es básico vinculada a la materia de Matemáticas de la Rama de Ciencias.
Perfil profesional
Al ser una materia de carácter básico, es fundamental en cualquier perfil profesional vinculado a la Titulación de Grado en Matemáticas.

## 3. Recomendaciones previas

Ninguna.
----------

## 4. Objetivos de la asignatura

En esta materia se desarrolla un primer contacto con el álgebra lineal y su aplicación a la geometría afín elemental. Se introduce al estudiante en el lenguaje básico del álgebra lineal, como son los espacios vectoriales y su dimensión, aplicaciones lineales, matrices, resolución de sistemas lineales de ecuaciones, espacio vectorial dual, y se aplican estos conocimientos en la resolución de problemas básicos de la geometría afín.
---

## 5. Contenidos

<ul style="list-style-type: none"> <li>Definición de grupo, anillo y cuerpo.</li> <li>Espacios vectoriales: subespacios, bases, dimensión y fórmulas de la dimensión.</li> <li>Aplicaciones lineales y matrices. Subespacio núcleo e imagen.</li> <li>Espacio vectorial dual: bases duales, teorema reflexividad, incidencia, aplicación traspuesta.</li> <li>Subvariedades afines de un espacio vectorial: Ecuaciones paramétricas e implícitas, paralelismo, posición, subvariedad</li> </ul>
---



**6. Competencias a adquirir**

Específicas
<ul style="list-style-type: none"><li>• Identificar estructuras algebraicas básicas.</li><li>• Manejar las operaciones básicas de las matrices.</li><li>• Operar con vectores, bases, subespacios, coordenadas y aplicaciones lineales.</li><li>• Conocer las propiedades y fórmulas de la dimensión y saberlas utilizar en diferentes contextos.</li><li>• Resolver sistemas de ecuaciones lineales.</li><li>• Conocer el espacio vectorial dual y saber calcular la base dual y el incidente a un subespacio vectorial.</li><li>• Reconocer propiedades de la aplicación traspuesta.</li><li>• Calcular las ecuaciones paramétricas e implícitas de una subvariedad afín.</li><li>• Manejar las nociones de corte y paralelismo de subvariedades afines.</li><li>• Resolver problemas de posición relativa de subvariedades afines y saber calcular la mínima subvariedad afín que contiene a dos.</li></ul>
Transversales
<ul style="list-style-type: none"><li>• Demostrar poseer y comprender conocimientos en el área de las Matemáticas a partir de la base de la educación secundaria.</li><li>• Saber aplicar los conocimientos matemáticos y poseer las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas.</li><li>• Tener la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes para emitir juicios que incluyan una reflexión.</li><li>• Comprender y utilizar el lenguaje matemático. Adquirir la capacidad para enunciar proposiciones, para construir demostraciones y para transmitir los conocimientos matemáticos adquiridos.</li><li>• Conocer demostraciones rigurosas.</li><li>• Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos.</li><li>• Aprender de manera autónoma nuevos conocimientos y técnicas.</li><li>• Saber exponer en público.</li></ul>

**7. Metodologías**

Esta materia se desarrollará coordinadamente con las otras materias del módulo formativo. Se expondrá el contenido teórico de los temas a través de clases presenciales, siguiendo uno o dos libros de texto de referencia, que servirán para fijar los conocimientos ligados a las competencias previstas y dar paso a clases magistrales de resolución de problemas, en los que se aplicarán las definiciones, propiedades y teoremas expuestos en las clases teóricas.

A partir de esas clases, los profesores propondrán a los estudiantes la realización de trabajos personales sobre teoría y problemas, para cuya realización tendrán el apoyo del profesor en tutorías. Además, se desarrollarán clases prácticas en las que los estudiantes podrán compartir con sus compañeros y con el profesor las dudas que encuentren, obtener solución a las mismas y comenzar a desempeñar por sí mismos las competencias de la materia, resolviendo ejercicios por ellos mismos.

Además, los estudiantes tendrán que desarrollar por su parte un trabajo personal de estudio y asimilación de la teoría, resolución de problemas propuestos y preparación de los trabajos propuestos, para alcanzar las competencias previstas. De ello tendrán que responder eventualmente, exponiendo sus trabajos ante el profesor en una tutoría personal, así como realizando exámenes de teoría y resolución de problemas.

**8. Previsión de distribución de las metodologías docentes**

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales		43		47	90
Prácticas	– En aula	12		18	30
	– En el laboratorio				
	– En aula de informática				
	– De campo				
	– De visualización (visu)				
Seminarios					
Exposiciones y debates					
Tutorías		1			1
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos				10	10
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		4		15	19
TOTAL		60		90	150

**9. Recursos****Libros de consulta para el alumno**

- Manuel Castellet e Irene Llerena. *Álgebra Lineal y geometría*. Editorial Reverté, 1991.
- Agustín de la Villa. *Problemas de álgebra: con esquemas teóricos*. Editorial CLAGSA, 1998.

**Las referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso**

- Daniel Hernández Ruipérez. *Álgebra Lineal*. Editorial Universidad de Salamanca, 1990.
- F. Puerta. *Álgebra Lineal*. Ediciones UPC 2005.
- Emilio Espada Bros. *Problemas resueltos de álgebra*. EDUNSA, 1994.
- Jorge Arvesú Carballo, Francisco Marcellán Español y Jorge Sá. *Problemas resueltos de álgebra lineal*. Editorial Thomson, 2005.
- Eugenio Hernández. *Álgebra y geometría*. Editorial Addison-Wesley Iberoamericana y Universidad Autónoma de Madrid, 1994. Material proporcionado a través del Campus Virtual (Studium) de la USAL.

**10. Evaluación****Consideraciones Generales**

La evaluación de la adquisición de las competencias de la materia se basará principalmente en el trabajo continuado del estudiante, controlado periódicamente con diversos instrumentos de evaluación, conjuntamente con un examen final.

**Criterios de evaluación**

Los criterios de evaluación serán los siguientes con el peso en la primera calificación definitiva que se indica a continuación:

Actividades	Peso en la calificación definitiva	Mínimo sobre 10 que hay que obtener para poder superar la materia
Actividades Presenciales de evaluación continua	24%	2
Actividades no presenciales de la evaluación continua	16%	2
Examen de la parte teórica	30%	3
Examen de la parte práctica	30%	3

**Instrumentos de evaluación**

Las actividades de la evaluación continua se desarrollarán de la siguiente forma:

*Actividades No Presenciales:*

- Se propondrán una entrega con unos ejercicios para resolver y un pequeño trabajo de teoría. En total serán dos entregas.
- Entre un trabajo y otro, en la parte de corrección por parte del profesor de cada trabajo, el profesor puede llamar a tutoría al estudiante, y la asistencia será obligatoria para que dicho trabajo sea finalmente calificado.

*Actividades Presenciales:*

- Se realizará una prueba escrita consistente en la resolución de unos problemas similares a los trabajados anteriormente en clase, que serán recogidos por el profesor. En el caso de realizarse en el horario de los seminarios, cada estudiante debe realizar la resolución de estos problemas en el horario del subgrupo de seminario al que pertenezca, ya que en caso contrario será evaluado como no presentado en esa prueba.
- Se realizará 1 prueba esencialmente de tipo test.
- De todas las actividades se comunicará la nota al estudiante en el tablón del aula o por el campus virtual, facilitando una hora para la revisión (en caso de no ser llamados a tutorías).

*Examen:*

- Se realizará en la fecha prevista en la planificación docente y tendrá una duración aproximada de 4 horas.

**Recomendaciones para la evaluación**

Para la adquisición de las competencias previstas en esta materia se recomienda la asistencia y participación activa en todas las actividades programadas y el uso de las tutorías, especialmente aquellas referentes a la revisión de los trabajos.

Las actividades de la evaluación continua no presenciales deben ser entendidas en cierta medida como una autoevaluación del estudiante que le indica más su evolución en la adquisición de competencias y auto aprendizaje y, no tanto, como una nota importante en su calificación definitiva.

## Recomendaciones para la recuperación

Para las personas que suspendan la materia, su segunda calificación se obtendrá a partir de las actividades de evaluación continua desarrolladas durante el semestre y de la prueba escrita que está prevista en la programación docente después del final de las actividades docentes ordinarias. Esta segunda calificación se obtendrá de la siguiente forma:

- Actividades Presenciales de evaluación continua, realizada a lo largo del curso: 14%
- Actividades No Presenciales de la parte teórica de la evaluación continua realizada a lo largo del curso: 16%
- Nota del segundo Examen: 70%

Para poder obtener una segunda calificación positiva será necesario cumplir los siguientes mínimos:

- Segundo Examen (parte teórica): 3 sobre 10.
- Segundo Examen (parte práctica): 3 sobre 10.
- Actividades no presenciales de evaluación continua: 2 sobre 10.
- Actividades presenciales de evaluación continua: 2 sobre 10.

Los estudiantes que no hayan aprobado la materia en la primera calificación por no superar algún mínimo en el examen, podrán examinarse para obtener la segunda calificación únicamente de la parte de la que no superaron el mínimo.

## ANÁLISIS MATEMÁTICO I

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100.201	Plan	2008	ECTS	6
Carácter	Básico	Curso	1º	Periodicidad	C1
Área	Análisis Matemático				
Departamento	Matemáticas				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	<a href="http://moodle.usal.es">http://moodle.usal.es</a>			

## Datos del profesorado

Profesor	Pascual Cutillas Ripoll	Grupo / s	Todos
Departamento	Matemáticas		
Área	Análisis Matemático		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Ed. Merced, M2330		
Horario de tutorías	Martes, miércoles y jueves de 13 a 14.		
URL Web			
E-mail	pcr@usal.es	Teléfono	923294457

Profesor	Mercedes Maldonado Cordero	Grupo / s	Todos
Departamento	Matemáticas		
Área	Análisis Matemático		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Ed. Merced, M3303		
Horario de tutorías	De lunes a viernes de 13:00 a 14:00 o en otro horario, previa cita con el profesor		
URL Web			
E-mail	cordero@usal.es	Teléfono	923294460, ext. 1538

## 2. Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia
Cálculo Diferencial e Integral y Funciones de Variable Compleja.
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios
Formación básica. Rama de Ciencias.
Perfil profesional
Al ser una materia de carácter básico, es fundamental en cualquier perfil profesional vinculado a la Titulación de Grado en Matemáticas.

## 3. Recomendaciones previas

- Manejo de las operaciones elementales con números reales, polinomios y matrices.
- Conocimiento de las funciones elementales y sus propiedades: logaritmos, exponenciales y funciones trigonométricas.
- Resolución de ecuaciones de primer y segundo grado.

## 4. Objetivos de la asignatura

### Generales

- Contribuir a la formación y desarrollo del razonamiento científico.
- Proveer al alumno de capacidades de abstracción, concreción, concisión, imaginación, intuición, razonamiento, crítica, objetividad, síntesis y precisión.

### Específicos

- Conocer los conceptos fundamentales del Cálculo Diferencial.
- Formular y resolver problemas utilizando el lenguaje matemático.
- Aplicar los conocimientos asociados a la derivada a la resolución de problemas.

## 5. Contenidos

*Contenidos teóricos*

Tema 1. Sucesiones de números racionales. Definición de los números reales mediante sucesiones de Cauchy en  $\mathbb{Q}$ . Estructura de anillo en  $\mathbb{R}$ .  $\mathbb{Q}$  como subanillo de  $\mathbb{R}$ . Números reales positivos y números reales negativos.  $\mathbb{R}$  como cuerpo ordenado. Cortaduras en  $\mathbb{R}$ . Existencia del supremo y del ínfimo de un conjunto acotado de números reales. Forma decimal de un número real. Sucesiones no convergentes. Subsucesiones. Límites superior e inferior de una sucesión acotada.

Tema 2. Igualdad y desigualdad de cardinales. Teorema de Cantor-Bernstein. Desigualdad entre el cardinal de un conjunto y el cardinal de su familia de subconjuntos. Conjuntos numerables. Subconjuntos de un conjunto numerable. Numerabilidad de  $\mathbb{Q}$ . No numerabilidad de  $\mathbb{R}$ .

Tema 3. Distancia entre dos puntos de  $\mathbb{R}$ . Entornos de un punto. Subconjuntos abiertos y subconjuntos cerrados de  $\mathbb{R}$ . Puntos de acumulación. Caracterización de los subconjuntos cerrados. Interior, exterior y frontera de un conjunto. Espacios métricos. Generalización para espacios métricos de los conceptos de subconjunto abierto, subconjunto cerrado, etc., y de las propiedades fundamentales ya estudiadas en el caso particular de  $\mathbb{R}$ . Sucesiones en un espacio métrico. Completitud. Subconjuntos compactos de un espacio métrico. Caracterización de los subconjuntos compactos de  $\mathbb{R}$ , e idea sobre la generalización para  $\mathbb{R}^n$ . Subconjuntos conexos de un espacio métrico. Caracterización de los subconjuntos conexos de  $\mathbb{R}$ . Límite en un punto de una aplicación entre espacios métricos. Aplicaciones continuas. Condiciones equivalentes a la continuidad. Imágenes de conjuntos compactos y conjuntos conexos por las aplicaciones continuas. Generalizaciones de los clásicos teoremas de Weierstrass y Bolzano. Continuidad uniforme. Teorema de Heine.

Tema 4. Funciones reales de una variable real. Límite funcional. Límites laterales. Continuidad. Homeomorfismos entre intervalos cerrados. Derivada en un punto. Derivadas laterales. Interpretación geométrica de la derivada. Función derivada. Derivadas de orden superior. Idea sobre la derivación parcial de funciones de dos o más variables. Crecimiento y decrecimiento. Máximos y mínimos locales. Teorema de Rolle. Teorema de Lagrange o de los incrementos finitos. Teorema de Cauchy o del valor medio. Regla de L'Hôpital. Fórmula de Taylor. Propiedades de los desarrollos de Taylor. Formas del resto del desarrollo de Taylor. Concavidad. Convexidad. Puntos de inflexión. Aplicación de la fórmula de Taylor al estudio local de una función.

*Contenidos prácticos*

1. Números reales. Principio de Inducción. Intervalos. Sumatorios. Valor absoluto. Supremo, ínfimo, máximo y mínimo.
2. Números complejos. Operaciones elementales: suma, producto, cociente. Forma polar. Fórmula de Moivre. Logaritmos y raíces. Resolución de ecuaciones.
3. Sucesiones de números reales. Convergencia. Indeterminaciones. Cálculo efectivo de límites: infinitésimos equivalentes y criterio de Stolz. Sucesiones recurrentes.
4. Límites y continuidad. Conjuntos abiertos y cerrados. Puntos de acumulación. Cierre e interior de un conjunto. Frontera. Cálculo efectivo de límites: infinitésimos equivalentes. Estudio de la continuidad de funciones. Aplicación de los teoremas fundamentales.
5. Cálculo diferencial. Derivada en un punto. Aplicación de las reglas de derivación para el cálculo efectivo de derivadas de funciones y de sus inversas. Aplicación de los teoremas de Rolle y del valor medio. Regla de L'Hôpital. Fórmula de Taylor. Cálculo de límites mediante desarrollos limitados. Crecimiento y decrecimiento. Cálculo de máximos y mínimos. Concavidad, convexidad y puntos de inflexión. Representación aproximada de funciones. Problemas de optimización mediante la aplicación de la derivada.

**6. Competencias a adquirir****Específicas**

- Comprender y utilizar el lenguaje matemático. Adquirir la capacidad para enunciar proposiciones en distintos campos de la Matemática, para construir demostraciones y para transmitir los conocimientos matemáticos adquiridos.
- Conocer demostraciones rigurosas de algunos teoremas clásicos del Cálculo Diferencial.
- Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos.
- 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.
- Aprender de manera autónoma nuevos conocimientos y técnicas.

*Disciplinares*

- Manejo de los números reales y complejos.
- Manipulación de desigualdades y sucesiones.
- Comprender y trabajar intuitiva, geométrica y formalmente con las nociones de límite y derivada.
- Utilizar las reglas de derivación y los teoremas fundamentales.
- Calcular y estudiar extremos de funciones.
- Analizar y dibujar funciones, deducir propiedades de una función a partir de su gráfica.

*Profesionales*

- Capacidad para aplicar la teoría a la práctica.
- Comunicar, tanto por escrito como de forma oral, conocimientos, procedimientos, resultados e ideas matemáticas.
- Capacitar para resolver problemas de ámbito académico, técnico, financiero o social mediante métodos matemáticos.
- Saber trabajar en equipo, aportando modelos matemáticos adaptados a las necesidades colectivas.
- Proponer, analizar, validar e interpretar modelos de situaciones reales sencillas, utilizando las herramientas matemáticas más adecuadas a los fines que se persigan.

**Transversales***Instrumentales:*

- Capacidad de organizar y planificar.
- Identificación de problemas y planteamiento de estrategias de solución.
- Habilidades para recuperar y analizar información desde diferentes fuentes.

*Interpersonales:*

- Comunicación de conceptos abstractos.
- Argumentación racional.
- Capacidad de aprendizaje.
- Inquietud por la calidad.

*Sistémicas:*

- Creatividad.
- Habilidad para trabajar en equipos multidisciplinares.
- Planificar y dirigir.

**7. Metodologías***Clases magistrales*

Mediante esta fórmula se desarrollarán los contenidos teóricos, siguiendo uno o dos libros de texto de referencia, en los que se incluyen las definiciones de los diferentes conceptos y su comprensión a partir de ejemplos, así como las propiedades formuladas como teoremas y corolarios, argumentando su demostración en los casos más notables. Se fijan así los conocimientos ligados a las competencias previstas y se da paso a clases prácticas de resolución de problemas.

*Resolución de problemas*

A través de clases prácticas se irán resolviendo los ejercicios y problemas planteados para aplicar y asimilar los contenidos, utilizando cuando sea conveniente medios informáticos, de modo que en las clases prácticas los estudiantes se inicien en las competencias previstas.

*Entrega de trabajos personales y seminarios tutelados*

A partir de esas clases teóricas y prácticas los profesores propondrán a los estudiantes la realización de trabajos personales sobre problemas, contando con el apoyo del profesor en seminarios tutelados. En esos seminarios los estudiantes podrán compartir con sus compañeros y con el profesor las dudas que encuentren, obtener solución a las mismas y comenzar a desempeñar por sí mismos las competencias del módulo.

Los trabajos entregados serán corregidos por el profesor y comentados posteriormente en las tutorías personales, con el fin de que puedan detectar sus posibles deficiencias, tanto de comprensión como de redacción.

*Trabajo personal*

Además, los estudiantes tendrán que desarrollar por su parte un trabajo personal de estudio y asimilación de la teoría, resolución de problemas propuestos y preparación de los trabajos propuestos, para alcanzar las competencias previstas.

*Exposición de trabajos*

Se podrán realizar exposiciones de partes de la teoría ya explicada por el profesor, o de algún enunciado cuya demostración hubiera quedado pendiente para: o bien, en casos sencillos, ser obtenida por los propios alumnos o bien ser consultada en alguno de los textos de la bibliografía indicado. Se expondrán, además, los trabajos prácticos ante el profesor y el resto de compañeros, comentándolos luego en una tutoría personal entre estudiante y profesor.

*Realización de exámenes*

Exámenes de teoría y resolución de problemas

**8. Previsión de distribución de las metodologías docentes**

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales		21		24	45
Prácticas	- En aula	21		36	57
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios		6			6
Exposiciones y debates		5			5
Tutorías		3			3
Actividades de seguimiento online					



	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales	Horas no presenciales		
Preparación de trabajos			15	15
Otras actividades (detallar)				
Exámenes	4		15	19
TOTAL	60		90	150

## 9. Recursos

Libros de consulta para el alumno
<ul style="list-style-type: none"> <li>J. Escudra Burrieza, J. Rodríguez Lombardero y A. Tocino García, <i>Análisis Matemático</i>. Hespérides. 1998.</li> <li>F. Galindo, J. Sanz, L. A. Tristán, <i>Guía Práctica de Cálculo Infinitesimal en una variable real</i>. Ed. Thomson, 2004.</li> </ul>
Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso
<ul style="list-style-type: none"> <li>J. M. Ortega Aramburu, <i>Análisis Matemático</i>. Ed. Labor.</li> <li>J. Rey Pastor, P. Pi Calleja y C.A. Trejo, <i>Análisis Matemático</i> (tomo 1). Ed. Kapelusz.</li> <li>G. E. Shilov, <i>Elementary Real and Complex Analysis</i>. Dover.</li> <li>D. A. Sprecher, <i>Elements of Real Analysis</i>. Dover.</li> <li>S. Lang, <i>Introducción al Análisis Matemático</i>. Addison Wesley.</li> <li>R. Courant y F. John, <i>Introduction to Calculus and Analysis</i> (volume I). Springer.</li> <li>Programa Mathematica (Wolfram Research)</li> <li><a href="http://www.matematicas.net">http://www.matematicas.net</a></li> </ul>

## 10. Evaluación

Consideraciones Generales
Se evaluará el nivel adquirido en las competencias y destrezas expuestas, así como el logro de los objetivos propuestos. En todo momento se exigirá un mínimo en cada una de las actividades a evaluar y en cada bloque del temario, evitando así el desconocimiento absoluto de alguna parte de la materia y la no realización de las actividades.
Criterios de evaluación
<p>Teoría</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Exposición oral de temas de teoría. Hasta un 70% de la nota de teoría.</li> <li>Examen final de teoría: entre 30% y 100% de la nota final de teoría.</li> </ul> <p>Problemas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluación continua. <ul style="list-style-type: none"> <li>Trabajos individuales: 10% de la nota final de problemas.</li> <li>Entrega y exposición de un trabajo en equipo: 10% de la nota final de problemas.</li> <li>2 pruebas presenciales de problemas: 20% de la nota final de problemas.</li> </ul> </li> <li>Examen final de problemas: 60% de la nota de problemas. Será necesario tener 4 puntos de 10 en el examen de problemas para que se cuente la evaluación continua.</li> </ul>

La nota final será un 40% de la nota de teoría y un 60% de la nota de problemas.

La evaluación continua no es recuperable. La recuperación consistirá en un examen de teoría y otro de problemas, con el mismo peso en la calificación que el indicado anteriormente.

#### Instrumentos de evaluación

##### Actividades a evaluar

- Entrega de trabajos individuales periódicamente
- Entrega y exposición de un trabajos en equipo
- Exposiciones teóricas
- Exámenes escritos:
  - o de teoría (conocimiento de conceptos, enunciados y razonamientos expuestos en las clases magistrales)
  - o de problemas (resolución de enunciados análogos a los explicados en las clases prácticas y de cuestiones breves)

#### Recomendaciones para la evaluación

En todo momento la asistencia a las clases y seminarios es altamente recomendable.

Una vez que el profesor entrega los trabajos corregidos, analizar los errores cometidos, tanto individualmente, como acudiendo a las tutorías.

Ensayo previo de la exposición de los trabajos en un equipo, para detectar las posibles deficiencias en el entendimiento de los conceptos, así como en la forma de expresión.

En la preparación de la parte teórica es importante comprender (los conceptos, razonamientos, etc.) y evitar la memorización automática.

En cuanto a la preparación de problemas, es necesario ejercitarse con los problemas que aparecen en el libro de texto recomendado, no sólo con los problemas resueltos, sino intentando la resolución de los problemas propuestos.

Resolver las dudas mediante el manejo de bibliografía y acudiendo al profesor.

#### Recomendaciones para la recuperación

Analizar los errores cometidos en los exámenes y en los trabajos (acudiendo para ello a la revisión). Trabajar en su preparación con las mismas recomendaciones realizadas para la evaluación.

## ESTADÍSTICA

### 1. Datos de la Asignatura

Código	100.202	Plan	2008	ECTS	6
Carácter	Básico	Curso	1º	Periodicidad	C1
Área	Estadística e Investigación Operativa				
Departamento	Estadística				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	<a href="http://moodle.usal.es">http://moodle.usal.es</a>			

**Datos del profesorado**

Profesor	Ramón Ángel Ardanuy Albajar	Grupo/s	
Departamento	Estadística		
Área	Estadística e Investigación Operativa		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Ed. Ciencias, D1513		
Horario de tutorías	L: 9-10, M: 18:30-20, X: 11-12, J: 11-12 y 18:30-20		
URL Web			
E-mail	raa@usal.es	Teléfono	923294458

**2. Sentido de la materia en el plan de estudios**

Bloque formativo al que pertenece la materia
Probabilidad y Estadística
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios
Desarrollar un primer curso de Estadística que tendrá su continuación natural en la <i>"Estadística Matemática"</i> de Tercero y que pueda servir de soporte y herramienta para otras asignaturas del módulo de <i>"Probabilidad y Estadística"</i> y su Ampliación, así como para asignaturas de los módulos de <i>"Física"</i> y <i>"Matemáticas Financieras"</i> .
Perfil profesional
En las relacionadas con la economía, banca, seguros, finanzas, consultorías y docencia en Bachillerato, así como en cualquier profesión en la que se tenga que manejar un volumen grande de datos.

**3. Recomendaciones previas**

Las generales para acceder al Grado de Matemáticas.

**4. Objetivos de la asignatura***Generales:*

- Conocer la naturaleza, métodos y fines de la Estadística junto con cierta perspectiva histórica de su desarrollo.
- Reconocer la necesidad de la Estadística para tratar científicamente aquellas situaciones con gran volumen de datos o en las que interviene el azar o exista incertidumbre.
- Reconocer a la Estadística como parte integrante de la Educación y la Cultura.
- Desarrollar las capacidades analíticas y de abstracción, la intuición y el pensamiento lógico, riguroso y crítico a través del estudio de la Estadística.

- 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.
- Preparar para posteriores estudios especializados, tanto en una disciplina estadística como en cualquiera de las ciencias que requieran buenos fundamentos estadísticos.

*Específicos:*

- Que el alumno conozca, comprenda y maneje las técnicas básicas de tratamiento de datos a un nivel descriptivo, tanto para elaborar sus propias estadísticas como para que sepa interpretar correctamente las que le sean presentadas.
- En el caso bidimensional, que sepa estudiar el grado de dependencia lineal entre dos características, con el fin último de hacer predicciones conociendo la fiabilidad de éstas.
- Desarrollar la intuición sobre fenómenos aleatorios y su tratamiento, así como conocer los modelos básicos binomial, hipergeométrico y normal.
- Comprender y manejar los conceptos y principios básicos de la Estadística Inferencial, así como sus distintos métodos y enfoques, reconociendo su aplicabilidad a problemas reales.

## 5. Contenidos

### Contenidos Teóricos:

#### *Bloque de Estadística Descriptiva:*

Tema 1. *Ordenación y Representación de datos Estadísticos.*- Objeto de la Estadística, conceptos de población, unidad estadística y muestra. Fases del proceso estadístico. Caracteres estadísticos, variables estadísticas y sus tipos. Tablas estadísticas y de frecuencias. Representaciones gráficas: Diagramas de barras, de sectores, histogramas, diagramas y polígonos de frecuencias.

Tema 2. *Medidas de Posición.*- Tipos de media y su cálculo: aritmética, ponderada, cuadrática, geométrica, armónica. La mediana y su cálculo. La moda y su cálculo. Cuartiles, percentiles y otras medidas de posición: concepto y cálculo.

Tema 3. *Medidas de Dispersión.*- Recorridos. Desviación media. Varianza y desviación típica. Coeficiente de variación. Tema 4. *Medidas de Forma.*- Momentos y sus relaciones. La asimetría y su medida. La curtosis y su medida.

Tema 5. *Variables Estadísticas Bidimensionales.*- Diagramas de dispersión. Momentos bidimensionales. Covarianza y correlación. Regresión y ajuste de curvas por el método de mínimos cuadrados. Rectas de regresión lineal, cálculo e interpretación.

#### *Bloque de Estadística Inferencial:*

Tema 6. *Distribuciones Básicas de Probabilidad.*- Concepto de probabilidad. Distribuciones discretas y continuas como modelos teóricos poblacionales. Conceptos de media, varianza y desviación típica en distribuciones de probabilidad. Las distribuciones binomial e hipergeométrica como modelos de variables discretas y su uso en muestreos con y sin reposición. La distribución normal como modelo de variable continua, manejo de tablas. Aproximaciones por la distribución normal, corrección de continuidad.

Tema 7. *Distribuciones en el Muestreo.*- Tipos de muestreo. Media muestral. Varianza y cuasivarianza. Proporción muestral. Distribuciones usuales en Inferencia Estadística: Ji-cuadrado, t de Student y F de Snedecor, manejo de tablas. Aproximaciones de medias y proporciones por la distribución normal.

Tema 8. *Introducción a la Inferencia Estadística.*- Concepto de estimador puntual, propiedades deseables de los estimadores. Algunos métodos clásicos de construcción de estimadores: analogía, momentos y máxima verosimilitud. Concepto de intervalo de confianza, intervalos de confianza para medias, varianzas y proporciones. Cálculo del tamaño de muestra. Conceptos generales sobre contrastes de hipótesis.

**6. Competencias a adquirir****Específicas**

CE011.- Sintetizar y analizar descriptivamente conjuntos de datos (con CB-1, CB-3, CB-4, CE-1).  
CE021.- Interpretar coeficientes estadísticos o información gráfica de grandes muestras y sacar conclusiones para tomas de decisiones según los valores que se observen (con CB-1, CB-2, CB-3, CB-4, CE-1, CE-7).  
CE031.- Construir y analizar modelos lineales, valorar la posible influencia entre dos variables, realizar predicciones de una variable a partir de otra y justificar su fiabilidad (con CB-2, CE-1, CE-7, CG-5).  
CE041.- Manejar métodos para la construcción de estimadores (con CG-1, CG-2, CG-3, CE-2).  
CE051.- Conocer las propiedades básicas de los estimadores puntuales y por intervalos (con CG-2, CG-3, CG-4).  
CE061.- Plantear y resolver problemas de contraste de hipótesis en una o dos poblaciones (con CB-2, CB-3, CB-5, CG-1, CG-5, CE-1).

**Transversales****Instrumentales:**

CT012.- Capacidad de análisis y síntesis.  
CT022.- Capacidad de organización y planificación  
CT032.- Capacidad de gestión de la información. CT042.- Resolución de problemas.  
CT052.- Toma de decisiones.

**Interpersonales:**

CT062.- Trabajo en equipo. CT072.- Razonamiento crítico. CT082.- Compromiso ético  
CT092.- Habilidades en las relaciones interpersonales.

**Sistémicas:**

CT102.- Aprendizaje autónomo  
CT112.- Motivación por la calidad

**7. Metodologías**

Se expondrá el contenido teórico de los temas a través de clases presenciales, siguiendo el texto recomendado, que servirá para fijar los conocimientos ligados a las competencias previstas y dar paso a clases prácticas de resolución de problemas, en los que se aplicarán las definiciones, propiedades y teoremas expuestos en las clases teóricas, de modo que en las clases prácticas los estudiantes se inicien en las competencias previstas.

A partir de las clases teóricas y prácticas se propondrá a los alumnos la realización de trabajos personales sobre teoría y problemas, para cuya realización tendrán el apoyo del profesor en seminarios tutelados. En esos seminarios los estudiantes podrán compartir con sus compañeros y con el profesor las dudas que encuentren, obtener solución a las mismas y comenzar a desempeñar por sí mismos las competencias de la materia. Además, los estudiantes tendrán que desarrollar por su parte un trabajo personal de estudio y asimilación de la teoría, resolución de problemas propuestos y preparación de los trabajos propuestos, para alcanzar las competencias previstas. De ello tendrán que responder, exponiendo sus trabajos ante el profesor y el resto de compañeros y comentándolos luego en una tutoría personal entre estudiante y profesor, así como realizando exámenes de teoría y resolución de problemas.

## 8. Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales		25			25
Prácticas	– En aula	18			18
	– En el laboratorio				
	– En aula de informática				
	– De campo				
	– De visualización (visu)				
Seminarios		10			10
Exposiciones y debates		1			1
Tutorías		1			1
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos				20	20
Otras actividades (Estudio)				50	50
Exámenes		5		20	25
TOTAL		60		90	150

## 9. Recursos

Libros de consulta para el alumno
<ul style="list-style-type: none"> <li>V. Quesada, A. Isidoro y L. A. López. <i>Curso y Ejercicios de Estadística</i>, Ed. Alhambra-Universidad, Madrid, también en Ed. Pearson Educación S.A., Madrid (2005).</li> </ul>
Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso
<ul style="list-style-type: none"> <li>R. Ardanuy y M. M. Soldevilla. <i>Estadística Básica</i>, Ed. Hespérides, Salamanca (1992).</li> <li>G. C. Canavos. <i>Probabilidad y Estadística: Aplicaciones y Métodos</i>. Mc. Graw-Hill, México (1987).</li> <li>S. Lipschutz y J. Schiller. <i>Introducción a la Probabilidad y Estadística</i>, Colección Schaum, Ed. Mac. Graw Hill, Madrid (2000).</li> <li>D. Peña y J. Romo. <i>Introducción a la Estadística para las Ciencias Sociales</i>, McGraw-Hill, Madrid (1997).</li> <li>W. Navidi, <i>Estadística para Ingenieros y Científicos</i>, Mc Graw Hill, México (2006).</li> <li>S. Rios. <i>Análisis Estadístico Aplicado</i>, Ed. Paraninfo, Madrid (1972).</li> <li>M.D. Sarrión Gavilán, <i>Estadística Descriptiva</i>, Mc Graw Hill, Madrid (Coordinadora, 2013)</li> <li>M.R. Spiegel y L. J. Stephens, <i>Estadística</i>, Colección Schaum, Mc Graw Hill, México (2008).</li> <li>G. Velasco Sotomayor, P.M. Wisniewski. <i>Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencias</i>, Thomson Learning, México (2001).</li> </ul>

**10. Evaluación**

Consideraciones Generales
Será el resultado de una ponderación basada en el desarrollo de cuestiones y ejercicios planteados a los alumnos durante el curso, las exposiciones en clase y de las notas obtenidas en un test y en examen escrito de teoría y problemas, en el que habrá que sacar, al menos, 3,5 puntos sobre 10.
Criterios de evaluación
<ul style="list-style-type: none"> <li>Las cuestiones y ejercicios planteados a los alumnos durante el curso supondrán un 15% de la nota final.</li> <li>Las exposiciones en clase supondrán otro 15% de la nota final.</li> <li>El test valdrá un 10% de la nota final.</li> <li>La evaluación final (primera convocatoria) será por medio de prueba escrita que constará de una parte teórica que supondrá un 30% de la nota final, y de una parte práctica (resolución de problemas) a la que corresponderá el 30% restante.</li> </ul> <p>Los alumnos que no superen la asignatura en la primera convocatoria tendrán una recuperación (segunda convocatoria) que también será por medio de una prueba escrita que constará de una parte teórica que supondrá un 30% de la nota final, y de una parte práctica (resolución de problemas) a la que corresponderá otro 30%; en el 40% restante se contabiliza, con los mismos porcentajes, la puntuación que se hubiera obtenido en su día en la evaluación continua del curso (cuestiones y ejercicios, exposiciones y test). Además, para esta segunda convocatoria se aplicarán, las notas del examen de Teoría y Problemas que el alumno hubiera sacado en la primera convocatoria si le son más favorables que las que obtenga en la segunda. Para poder superar la asignatura en esta segunda convocatoria habrá que conseguir, como mínimo, una nota media de 3'5 puntos sobre 10 en el promedio de la Teoría y Problemas.</p>
Instrumentos de evaluación
Pruebas escritas, trabajos y exposiciones orales en clase.
Recomendaciones para la evaluación
Estudiar la asignatura de forma regular desde el principio de curso. Preparar la teoría simultáneamente con la realización de problemas. Consultar al profesor las dudas que se tengan.
Recomendaciones para la recuperación
Preparar la teoría simultáneamente con la realización de problemas. Consultar al profesor las dudas que se tengan.

**FÍSICA I****1. Datos de la Asignatura**

Código	100.203	Plan	2008	ECTS	6
Carácter	Obligatorio	Curso	1º	Periodicidad	C1
Área	Física Teórica				
Departamento	Física Fundamental				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	<a href="http://moodle.usal.es">http://moodle.usal.es</a>			

**Datos del profesorado**

Profesor	Enrique Díez Fernández	Grupo/s	
Departamento	Física Fundamental		
Área	Física Teórica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Ed. Trilingüe, T0205 (Laboratorio de Bajas Temperaturas)		
Horario de tutorías	Lunes, martes y viernes de 13h a 14h		
URL Web	www.usal.es/fnl		
E-mail	enrisa@usal.es	Teléfono	923 29 44 35

Profesor	Cristina Sardón Muñoz	Grupo/s	
Departamento	Física Fundamental		
Área	Física Teórica		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Ed. Trilingüe, T1322		
Horario de tutorías	Viernes de 17 a 20, o solicitar por email		
URL Web			
E-mail	cristinasardon@usal.es	Teléfono	

**2. Sentido de la materia en el plan de estudios**

Bloque formativo al que pertenece la materia
Módulo Física: Física I, Física II
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios
La asignatura, como parte integrante del bloque formativo de Física, pretende que los alumnos obtengan un conocimiento y competencias básicas en el ámbito de la Mecánica y la Termodinámica. En el marco del plan de estudios se pretende que los alumnos del grado de Matemáticas obtengan formación básica en materias relacionadas con los fenómenos físicos y que están estrechamente vinculadas, integrando la rama temática de Ciencias.
Perfil profesional
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Docencia Universitaria o Investigación</li> <li>• Docencia no universitaria</li> <li>• Administración pública</li> <li>• Empresas de Banca, Finanzas y Seguros</li> </ul>



- Consultorías
- Empresas de Informática y telecomunicaciones
- Industria

### 3. Recomendaciones previas

Conocimientos básicos de Física de estudiantes que hayan cursado Bachillerato en la rama científico-tecnológica.

### 4. Objetivos de la asignatura

#### *Generales:*

- Comprender los principales conceptos de la Física y su articulación en leyes, teoría y modelos, valorando el papel que desempeñan en el desarrollo de la sociedad.
- Ser capaz de resolver problemas físicos obteniendo una descripción no solo cualitativa sino cuantitativa y con el grado de precisión que sea requerido del fenómeno físico en cuestión
- Desarrollar en los alumnos las habilidades de pensamiento, prácticas y manipulativas propias de método científico de modo que les capaciten para llevar a cabo un trabajo investigador.
- Aprender de manera autónoma nuevos conocimientos y técnicas.
- Valorar las aportaciones de la Física a la tecnología y la sociedad.

#### *Específicos:*

- Aplicación de los conocimientos a la práctica
- Visualización e interpretación de soluciones
- Expresión rigurosa y clara
- Razonamiento lógico e identificación de errores en los procedimientos

#### *Instrumentales:*

- Razonamiento crítico
- Capacidad de aplicar conocimientos a la práctica
- Habilidad para trabajar autónomamente
- Destreza para usar las TICs (Tecnologías de la Información y Comunicación) para encontrar información

### 5. Contenidos

Tema 1. Mediciones, magnitudes físicas y sistemas de unidades. Análisis dimensional.  
Tema 2. Estudio del movimiento: cinemática y dinámica de la partícula. Leyes de Newton  
Tema 3. Trabajo y Energía. Fuerzas conservativas. Energía mecánica.  
Tema 4. Movimiento periódico. Oscilador armónico. Pequeñas Oscilaciones.  
Tema 5. Fuerzas centrales. Movimiento planetario y teoría de la Gravitación Universal.  
Tema 6. Dinámica de rotación. Momento angular.  
Tema 7. Sistemas de partículas. Leyes de conservación  
Tema 8. Introducción a la Mecánica Estadística y a la Termodinámica.

**6. Competencias a adquirir**

Específicas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer los sistemas de unidades y unidades de las principales magnitudes físicas de la asignatura.</li> <li>• Resolver ecuaciones del movimiento para la partícula puntual usando la segunda ley de Newton.</li> <li>• Conocer y comprender las leyes del movimiento planetario a partir de la forma de la fuerza gravitatoria.</li> <li>• Conocer e identificar los conceptos de trabajo realizado por una fuerza y energía de un sistema.</li> <li>• Conocer los conceptos de energía cinética, potencial en un campo gravitatorio.</li> <li>• Conocer las leyes de la dinámica de rotación y las principales magnitudes involucradas, momentos de las fuerzas, angular y momento de inercia.</li> <li>• Conocimiento de las principales magnitudes necesarias para describir un movimiento periódico.</li> <li>• Ser capaz de resolver ecuaciones del movimiento para el oscilador armónico.</li> <li>• Conocer las simetrías de los sistemas físicos asociadas a las leyes de conservación de magnitudes físicas básicas.</li> <li>• Conocer los principios de la Termodinámica, las principales magnitudes involucradas y su relación con la mecánica estadística.</li> </ul>
Transversales
<p><i>Transversales:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de manejo de nuevas tecnologías</li> <li>• Capacidad lingüística</li> </ul> <p><i>Interpersonales:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabajo en equipo</li> <li>• Habilidad de relaciones interpersonales</li> </ul> <p><i>Sistémicas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprendizaje autónomo</li> <li>• Motivación por la calidad</li> <li>• Capacidad de iniciativa</li> </ul>

**7. Metodologías**

La metodología a seguir consistirá en una parte de clases magistrales expositivas donde se explicarán los conceptos básicos necesarios para conseguir los objetivos, de acuerdo al programa adjunto, junto con una serie de clases prácticas de resolución de problemas de modo presencial.

Además en la parte no presencial de la asignatura se podrán proponer al alumno la resolución de problemas supervisados por el profesor periódicamente que permitirán al alumno reforzar contenidos y orientarle en la consecución de las competencias previstas.

Se podrá requerir además que, para desarrollar competencias transversales de capacidad organizativa y lingüística, presenten su trabajo en exposición pública ante el resto de los alumnos de la clase.

En lo que refiere a los medios formativos se llevarán a cabo por medio de clases de pizarra tradicionales con apoyo de bibliografía especializada de consulta que se propondrá al alumno junto con las plataformas Moodle para acceso a material docente digital y recursos online que el profesor estime en cada tema.

**8. Previsión de distribución de las metodologías docentes**

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales		42		50	92
Prácticas					
Seminarios		12		30	42
Exposiciones y debates					
Tutorías					
Actividades de seguimiento online				10	10
Preparación de trabajos					
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		6			6
TOTAL		60		90	150

**9. Recursos**

Libros de consulta para el alumno
<ul style="list-style-type: none"> <li>P. A. Tipler, <i>Física I</i>, Ed. Reverté (1999).</li> </ul>
Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso
<ul style="list-style-type: none"> <li>M. Alonso, E. J. Finn, <i>Física</i>, Ed. Reverté (1999).</li> <li>Jerry B. Marion, <i>Dinámica Clásica de Las Partículas y Sistemas</i>, Ed. Reverté 1986.</li> <li>R. Feynman y R.B. Leighton. <i>Física I</i>. Ed. Addison-Wesley 1987.</li> <li>J. R. Taylor, <i>Classical Mechanics</i>, University Science Books (2005).</li> <li>S. Burbano de Ercilla, E. Burbano García, C. García Muñoz, <i>Problemas de Física Tomo 1</i>, Ed. Tebar (2006).</li> </ul>

**10. Evaluación**

Consideraciones Generales
La evaluación de las competencias de la materia se basará principalmente en el trabajo continuado, controlado periódicamente con diferentes instrumentos de evaluación, y conjuntamente con una prueba escrita final.

<b>Criterios de evaluación</b>
La evaluación valorará la adquisición de las competencias de carácter teórico y práctico que se comprobará tanto por actividades de evaluación continua como por una prueba escrita final. Las actividades de evaluación continua supondrán un 30% de la nota total de la asignatura. La prueba escrita final será un 70% de la nota total de la asignatura. Para poder superar la asignatura se requiere que la calificación obtenida en esta prueba supere el 40% de la nota máxima de la prueba.
<b>Instrumentos de evaluación</b>
Evaluación continua: Se valorará tanto la elaboración como la exposición de los problemas y trabajos asignados. Se valorará la participación activa en seminarios y clases magistrales así como en las tutorías. La evaluación de estos puntos constituirá un 30% de la nota total de la asignatura. Prueba escrita: Al finalizar el curso se realizará un examen escrito que contendrá tanto preguntas de tipo conceptual como de problemas y en la que se evaluarán los objetivos de aprendizaje adquiridos por los estudiantes. Será un 70% de la nota total de la asignatura. Para poder superar la asignatura, se requiere que la calificación obtenida en esta prueba escrita supere el 40% de la nota máxima de la prueba.
<b>Recomendaciones para la evaluación</b>
Para la adquisición de las competencias previstas en esta materia se recomienda la asistencia y participación activa en todas las actividades programadas.
<b>Recomendaciones para la recuperación</b>
Se realizará una prueba escrita de recuperación que servirá para recuperar la parte de la nota correspondiente a la prueba escrita final.

## INFORMÁTICA I

### 1. Datos de la Asignatura

Código	100.204	Plan	2008	ECTS	6
Carácter	Básico	Curso	1º	Periodicidad	C1
Área	Ingeniería de Sistemas y Automática				
Departamento	Informática y Automática				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	<a href="http://moodle.usal.es">http://moodle.usal.es</a>			

**Datos del profesorado**

Profesor	Pedro-Martín Vallejo Llamas	Grupo/s	
Departamento	Informática y Automática		
Área	Ingeniería de Sistemas y Automática		
Centro	Facultad De Ciencias		
Despacho	Edif. Ciencias, F3002		
Horario de tutorías	Martes de 17 h. a 20 h. y Jueves de 11 a 14 h.		
URL Web	1.- Diaweb 2.- Studium		
E-mail	pedrito@usal.es	Teléfono	923 29 44 00, ext. 1302

**2. Sentido de la materia en el plan de estudios****Bloque formativo al que pertenece la materia**

Bloque: Métodos Numéricos e Informática. Módulo: Informática.

Asignaturas: Informática I e Informática II

**Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios**

La asignatura permitirá capacitar al alumno para el desarrollo de programas que resuelvan problemas concretos. Además, sentará las bases que permitirán el aprendizaje de otros paradigmas de programación (Informática II), así como el aprendizaje autónomo de nuevos lenguajes y técnicas. Desde el punto de vista práctico, la asignatura está relacionada con "Desarrollo de Sistemas Informáticos" y con "Taller de Programación y Computación".

**Perfil profesional**

Empresas de informática y telecomunicaciones.

Servicios y departamentos de cálculo e informáticos de la Administración del Estado.

Docencia Universitaria e Investigación.

Docencia no Universitaria.

Industria.

**3. Recomendaciones previas**

Ninguna.

**4. Objetivos de la asignatura**

- Conocer los fundamentos de la Informática y de la Programación.
- Utilizar aplicaciones informáticas para experimentar en Matemáticas y resolver problemas.
- Desarrollar programas que resuelvan problemas matemáticos utilizando para cada caso el entorno computacional adecuado.
- Conocer los conceptos fundamentales de la algorítmica.

- Conocer un lenguaje de programación estructurada y saberlo utilizar para resolución de problemas científico-técnicos.
- Analizar, programar e implantar en ordenador algunos algoritmos o métodos constructivos de resolución de problemas. Manejar algún procesador de textos matemáticos como herramienta para escribir fórmulas y enunciados.

## 5. Contenidos

### Teoría

#### *Parte I: Introducción a la Informática y a la Programación en C*

1. Introducción a la Informática. Conceptos básicos. Sistemas de numeración y representación de la información.
2. Diseño de programas. Programación estructurada.
3. Elementos básicos de un lenguaje de programación. Tipos de datos. Expresiones y operadores. Entrada/Salida básica.
4. Control del flujo de ejecución. Sentencias de control. Bucles repetitivos.
5. Funciones.
6. Estructuras de datos. Matrices. Ficheros. Estructuras de datos definidas por usuario.
7. Gestión de la memoria. Punteros. Memoria dinámica.

#### *Parte II: Procesamiento de textos matemáticos mediante herramientas informáticas: Introducción a Latex*

8. Edición de textos científicos. Introducción a Latex.

### Prácticas

Introducción a la Programación en C.

Ejercicios de programación en C.

## 6. Competencias a adquirir

### Específicas

#### *Competencias Profesionales:*

- CE01. Participación en la implementación de programa informáticos
- CE02. Visualización e interpretación de soluciones
- CE03. Aplicación de los conocimientos a la práctica
- CE04. Argumentación lógica en la toma de decisiones

#### *Competencias Académicas:*

- CE05. Expresión rigurosa y clara
- CE06. Razonamiento lógico e identificación de errores en los procedimientos
- CE07. Generación de curiosidad e interés por las matemáticas y sus aplicaciones

#### *Otras Competencias Específicas:*

- CE08. Capacidad de abstracción
- CE09. Capacidad de adaptación

### Transversales

#### *Instrumentales:*

- CT01. Capacidad de análisis y síntesis
- CT02. Capacidad de organización y planificación

CT03. Conocimientos de informática relativos al ámbito de estudio  
 CT04. Capacidad de gestión de la información  
 CT05. Resolución de problemas

*Personales:*

CT06. Trabajo en equipo  
 CT07. Razonamiento crítico

*Sistémicas:*

CT08. Aprendizaje autónomo  
 CT09. Adaptación a nuevas situaciones  
 CT10. Creatividad

## 7. Metodologías

En primer lugar, en cada una de las unidades se expondrá un breve contenido teórico básico a través de clases presenciales, siguiendo algún libro de texto de referencia, que servirán para fijar los conocimientos ligados a las competencias previstas y dar paso a clases prácticas, en las que con el apoyo del ordenador se procederá a la resolución de los ejercicios planteados a partir de las clases teóricas en las que, haciendo uso del ordenador y basándonos en el lenguaje de programación C, se procederá a la resolución de ejercicios planteados a partir de las clases teóricas, como iniciación de los estudiantes en las competencias previstas.

En las clases y/o seminarios prácticos el profesor resolverá algunos ejercicios prácticos a modo de ejemplo instructivo y después propondrá a los estudiantes la realización de otros ejercicios de programación con ordenador, para cuya realización tendrán el apoyo del profesor (en la medida de lo posible, teniendo en cuenta siempre el condicionante del nº de alumnos/as y las limitaciones de disponibilidad temporal). Para una parte de los ejercicios propuestos, los estudiantes podrán compartir con sus compañeros/as y con el profesor las dudas que encuentren, obtener solución a las mismas y comenzar a desempeñar por sí mismos las competencias del módulo. Pero también podrán proponerse ejercicios para su resolución individual y su entrega al profesor con objetivos de evaluación continua.

Para responder de las competencias adquiridas los estudiantes realizarán también exámenes escritos de teoría y de resolución de ejercicios prácticos de programación

## 8. Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales		30		30	60
Prácticas	– En aula				
	– En el laboratorio				
	– En aula de informática	20		46	66
	– De campo				
	– De visualización (visu)				
Seminarios		2			2

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales	Horas no presenciales		
Exposiciones y debates	2			2
Tutorías	2			2
Actividades de seguimiento online				
Preparación de trabajos			14	14
Otras actividades (detallar)				
Exámenes	4			4
TOTAL	60		90	150

## 9. Recursos

### Libros de consulta para el alumno

- F. J. García y otros: *Programación en C*. Departamento de Informática y Automática de la Universidad de Salamanca. 3ª edición, 2005.

### Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso

- B. Gottfried. *Programación en C*. McGraw-Hill.
- B.W. Kernighan, D.M. Ritchie. *El lenguaje de programación C*. Prentice-Hall.
- J. García Molina y otros: *Una introducción a la programación. Un enfoque algorítmico*. Thomson, 2005.

## 10. Evaluación

### Consideraciones Generales

El sistema de evaluación valorará la adquisición de competencias, debiendo demostrar las mismas de manera conjunta. La evaluación se realizará a partir de los exámenes, las prácticas y los trabajos desarrollados.

### Criterios de evaluación

Los porcentajes en la nota final para cada instrumento de evaluación son los siguientes:

- Examen Final sobre conocimientos de teoría y problemas de programación (escrito): 70%. Calificación mínima del examen: 4 sobre 10.
- Evaluación Continua: participación en clase y resolución de ejercicios y/o prácticas de programación con ordenador (en el aula de Informática, con presencia del profesor, o a través de la plataforma on-line de la USAL): 30%.

Recuperación: sólo será recuperable el Examen Final, pero se mantendrá la Nota de la Evaluación Continua para los cálculos de la Nota Final tras la recuperación

### Instrumentos de evaluación

Pruebas escritas (teoría y resolución de ejercicios de programación).

Resolución de problemas de programación mediante computador.

Entrega de prácticas de programación (susceptibles de necesitar defensa si se estima necesario por parte del profesor).

Participación en clase.



**Recomendaciones para la evaluación**

El examen final y demás pruebas intermedias perseguirán encontrar en el alumno indicios de que ha comprendido adecuadamente lo que hace un ordenador cuando ejecuta un programa que resuelve un problema determinado. De igual modo, se trata de evaluar la capacidad del alumno para proponer de forma autónoma soluciones a problemas nuevos.

Por tanto, los pasos lógicos para superar la asignatura son: 1) comprender todos los conceptos teóricos básicos que se imparten en la asignatura; y 2) comprender cómo dichos conceptos se aplican en la resolución de los diversos ejercicios y problemas que serán planteados.

**Recomendaciones para la recuperación**

De forma general se podría afirmar que cuando el resultado de la evaluación es negativo, la causa principal es una insuficiente asimilación de los conceptos teóricos. Pero también puede ser que no se hayan sabido aplicar correctamente esos conceptos en la práctica.

Por tanto, el primer obstáculo a superar es identificar cuáles son los puntos débiles que se deben estudiar y reforzar. Un buen punto de arranque es enfrentarse a los conceptos y problemas que hayan aparecido en los diferentes temas y pruebas a lo largo del curso.

Y en lo relativo a mejorar la capacidad para resolver ejercicios prácticos, sin duda, la mejor receta es la realización autónoma del mayor número posible de ejercicios de programación..

## PRIMER CURSO. SEGUNDO CUATRIMESTRE

## ÁLGEBRA LINEAL II

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100.205	Plan	2008	ECTS	6
Carácter	Básico	Curso	1º	Periodicidad	C2
Área	Álgebra - Geometría y Topología				
Departamento	Matemáticas				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Stadium			
	URL de Acceso:	<a href="http://moodle.usal.es">http://moodle.usal.es</a>			

## Datos del profesorado

Profesor	Ana Cristina López Martín	Grupo/s	Todos
Departamento	Matemáticas		
Área	Álgebra		
Centro	Facultad de Ciencias Químicas		
Despacho	Ed. Merced. M2324		
Horario de tutorías	Lunes, miércoles y viernes de 12 a 14h		
URL Web	<a href="https://diarium.usal.es/anacris/">https://diarium.usal.es/anacris/</a>		
E-mail	anacris@usal.es	Teléfono	923 29 44 56

Profesor	Pablo Miguel Chacón Martín	Grupo/s	Todos
Departamento	Matemáticas		
Área	Geometría y Topología		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Ed. Merced, M3306		
Horario de tutorías	Lunes y martes de 16h a 17h, jueves y viernes de 13h a 14h.		
URL Web	<a href="http://mat.usal.es/~pmchacon">http://mat.usal.es/~pmchacon</a>		
E-mail	pmchacon@usal.es	Teléfono	923 29 44 59

**2. Sentido de la materia en el plan de estudios****Bloque formativo al que pertenece la materia**

Esta materia pertenece al módulo formativo "Álgebra Lineal y Geometría", el cual incluye además las materias "Álgebra Lineal I" y "Geometría". Es la continuación natural de la materia "Álgebra Lineal I".

**Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios**

Su carácter es básico vinculada a la materia de Matemáticas de la rama de Ciencias.

**Perfil profesional**

Al ser una materia de carácter básico, es fundamental en cualquier perfil profesional vinculado a la Titulación de Grado en Matemáticas.

**3. Recomendaciones previas**

Ninguna, aunque es recomendable haber adquirido la mayoría de las competencias de la materia Álgebra Lineal I.

**4. Objetivos de la asignatura**

Esta materia es la continuación natural de la materia Álgebra Lineal I del mismo módulo formativo.

El objetivo general es que el estudiante profundice en el conocimiento y manejo de los espacios vectoriales desde un punto de vista geométrico (espacios euclídeos) así como desde el punto de vista del álgebra lineal (endomorfismos y tensores).

En el caso de los endomorfismos, se pretende que el estudiante conozca su clasificación y su significado práctico, el cual se traduce en el cálculo de la matriz de Jordan.

Finalmente, se introducirá el álgebra tensorial sobre un espacio vectorial, donde el estudiante manejará las definiciones básicas de los tensores y será capaz de trabajar con los tensores en coordenadas. Como aplicación de los tensores hemisimétricos, el estudiante conocerá la teoría de determinantes desde un punto de vista desde el cual las propiedades de los determinantes se prueban de manera natural.

**5. Contenidos**

- Espacios euclídeos: producto escalar, módulo, distancia y ángulos. Ortogonalidad.
- Clasificación de endomorfismos: vectores y valores propios, polinomio característico y anulador, subespacios invariantes, diagonalización y criterios, subespacios monógenos, matriz de Jordan y bases de Jordan. Aplicaciones.
- Álgebra tensorial: tensores simétricos y hemisimétricos. Bases y coordenadas. Teoría de determinantes.

**6. Competencias a adquirir****Específicas**

- Operar con puntos, vectores, distancias y ángulos en el espacio euclídeo.
- Calcular los vectores y valores propios de un endomorfismo.
- Aplicar los criterios de diagonalización y triangulación y calcular bases de diagonalización.
- Calcular la matriz de Jordan de un endomorfismo y bases de Jordan.

- Aplicar los resultados de clasificación de endomorfismos para calcular potencias de matrices.
- Asimilar y manejar los tensores, sus aplicaciones y saber calcular bases.

**Transversales**

- Demostrar poseer y comprender conocimientos en el área de las Matemáticas a partir de la base de la educación secundaria.
- Saber aplicar los conocimientos matemáticos y poseer las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas.
- Tener la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes para emitir juicios que incluyan una reflexión.
- Comprender y utilizar el lenguaje matemático. Adquirir la capacidad para enunciar proposiciones en distintos campos de la Matemática, para construir demostraciones y para transmitir los conocimientos matemáticos adquiridos.
- Conocer demostraciones rigurosas.
- Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos.
- Aprender de manera autónoma nuevos conocimientos y técnicas.
- Saber trabajar en equipo y exponer en público

**7. Metodologías**

Esta materia se desarrollará coordinadamente con las otras materias del módulo formativo. Se expondrá el contenido teórico de los temas a través de clases presenciales, siguiendo uno o dos libros de texto de referencia, que servirán para fijar los conocimientos ligados a las competencias previstas y dar paso a clases magistrales de resolución de problemas, en los que se aplicarán las definiciones, propiedades y teoremas expuestos en las clases teóricas.

A partir de esas clases teóricas y prácticas los profesores propondrán a los estudiantes la realización de trabajos personales sobre teoría y problemas, para cuya realización tendrán el apoyo del profesor en tutorías.

Además, se llevarán a cabo unos seminarios tutelados en los que los estudiantes podrán compartir con sus compañeros y con el profesor las dudas que encuentren en la asignatura. En estos seminarios tutelados se propondrán también diversos ejercicios y será el propio colectivo de estudiantes el que vaya construyendo el argumento o resolución del problema con la adecuada guía y supervisión del profesor.

Los alumnos tendrán a su disposición un horario de tutorías donde podrán resolver individualmente sus dudas.

Se hará uso de la plataforma virtual de la Universidad de Salamanca, Studium, para poner a disposición del colectivo cierto material docente. Studium servirá también como canal adicional para la comunicación con los estudiantes en lo referente a pruebas presenciales y no presenciales. Además, los estudiantes tendrán que desarrollar por su parte un trabajo personal de estudio y asimilación de la teoría, resolución de problemas y preparación de los trabajos propuestos, para alcanzar las competencias previstas.

**8. Previsión de distribución de las metodologías docentes**

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales		27		32	59
Prácticas	– En aula	14		24	38
	– En el laboratorio				
	– En aula de informática				

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales	Horas no presenciales		
	– De campo				
	– De visualización (visu)				
Seminarios		9		9	18
Exposiciones y debates					
Tutorías		2			2
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos				10	10
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		8		15	23
TOTAL		60		90	150

## 9. Recursos

### Libros de consulta para el alumno

- Manuel Castellet e Irene Llerena. *Álgebra Lineal y geometría*. Editorial Reverté, 1991.
- Agustín de la Villa. *Problemas de álgebra: con esquemas teóricos*. Editorial CLAGSA, 1998.

### Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso

- D. Hernández Ruipérez. *Álgebra Lineal*. Editorial Universidad de Salamanca, 1990.
- F. Puerta. *Álgebra Lineal*. Ediciones UPC 2005.
- E. Espada Bros. *Problemas resueltos de álgebra*. EDUNSA, 1994.
- J. Arvesú, F. Marcellán y J. Sá. *Problemas resueltos de álgebra lineal*. Editorial Thomson, 2005.
- L. M. Merino y E. Santos. *Álgebra lineal: con métodos elementales*. Editorial Thomson, 2006.

## 10. Evaluación

### Consideraciones Generales

La evaluación de la adquisición de las competencias de la materia se basará en el trabajo continuado del estudiante, controlado periódicamente con diversos instrumentos de evaluación, conjuntamente con un examen final.

### Criterios de evaluación

Los pesos en la calificación final de las distintas actividades de evaluación serán:

- ) Actividades presenciales : 30% (mínimo de 2 sobre 10).
- ) Actividades no presenciales 20% (mínimo 2 sobre 10).
- ) Examen de teoría: 25% (mínimo de 3 sobre 10).
- ) Examen de problemas: 25% (mínimo de 3 sobre 10).

**Instrumentos de evaluación**

Las actividades de la evaluación continua se desarrollarán de la siguiente forma:

*Actividades No Presenciales.* Durante el cuatrimestre se propondrán diversos trabajos teórico-prácticos. Los trabajos consistirán en la demostración de propiedades o cuestiones teóricas y/o en la resolución de ejercicios donde se abordarán distintos conceptos vistos en clase. El estudiante deberá elaborar este tipo de trabajos fuera del horario lectivo y podrá hacer uso de las tutorías o seminarios para resolver sus dudas. El estudiante podrá ser convocado para explicar los métodos usados y su resolución y, en este caso, tal defensa del trabajo formará parte de la calificación.

*Actividades Presenciales.* Durante el cuatrimestre se realizarán varias pruebas presenciales. Estas pruebas se convocarán con antelación suficiente a través de las clases magistrales, y también mediante el curso virtual en Studium. Se realizarán fuera del horario lectivo y para cada una de ellas se especificará el contenido sujeto a evaluación. Las pruebas incluirán unas preguntas de tipo test de carácter teórico y también la resolución de problemas similares a los trabajados anteriormente en clase. La duración máxima estimada de cada prueba es de 1 hora.

*Examen.* En la fecha prevista para tal efecto, se realizará una prueba escrita dividida en una parte teórica y otra de problemas. La duración máxima estimada del examen es de 4 horas.

Tanto las actividades presenciales como las no presenciales se secuenciarán de manera adecuada y se coordinarán con actividades similares de las otras asignaturas del cuatrimestre.

**Recomendaciones para la evaluación**

Para la adquisición de las competencias previstas en esta materia se recomienda la asistencia a clase, la participación activa en todas las actividades programadas y el uso de las tutorías.

Las actividades de la evaluación continua no presenciales pueden ser entendidas como una autoevaluación del estudiante que le indica su evolución en la adquisición de competencias y auto aprendizaje.

**Recomendaciones para la recuperación**

Para las personas que no superen la materia en la primera convocatoria, su segunda calificación se obtendrá a partir de las actividades de evaluación continua desarrolladas durante el semestre y de la prueba escrita que está prevista en la programación. Esta segunda calificación se obtendrá de la siguiente forma:

- Actividades presenciales de evaluación continua: 20%
- Actividades no presenciales de evaluación continua: 15%
- Examen de recuperación: 65%

Los estudiantes que no hayan aprobado la materia en la primera convocatoria por no superar algún mínimo en el examen (es decir, que con la ponderación indicada anteriormente consigan un 5 o más pero no cumplan el requisito mínimo en alguna parte del examen), podrán examinarse en la segunda convocatoria de la parte de la que no superaron el mínimo.

## ANÁLISIS MATEMÁTICO II

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100.206	Plan	2008	ECTS	6
Carácter	Básico	Curso	1º	Periodicidad	C2
Área	Análisis Matemático				
Departamento	Matemáticas				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	<a href="http://moodle.usal.es">http://moodle.usal.es</a>			

## Datos del profesorado

Profesor	Pascual Cutillas Ripoll	Grupo/s	Todos
Departamento	Matemáticas		
Área	Análisis Matemático		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Ed. Merced, M2330		
Horario de tutorías	Martes, miércoles y jueves de 13 a 14.		
URL Web			
E-mail	pcr@usal.es	Teléfono	923294457

Profesor	María Jesús Senosiain Aramendía	Grupo/s	Todos
Departamento	Matemáticas		
Área	Análisis Matemático		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Ed. Merced, M3305		
Horario de tutorías	Lunes 17 a 20, viernes 11 a 13		
URL Web			
E-mail	idiazabal@usal.es	Teléfono	923294460 (1538)

## 2. Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia
Cálculo Diferencial e Integral y Funciones de Variable Compleja

Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios
Formación básica. Rama de Ciencias.
Perfil profesional
Al ser una materia de carácter básico, es fundamental en cualquier perfil profesional vinculado a la Titulación de Grado en Matemáticas

### 3. Recomendaciones previas

Asignatura Análisis Matemático I, cursada en el primer cuatrimestre.

### 4. Objetivos de la asignatura

#### Generales

- Contribuir a la formación y desarrollo del razonamiento científico.
- Proveer al alumno de capacidades de abstracción, concreción, concisión, imaginación, intuición, razonamiento, crítica, objetividad, síntesis y precisión.

#### Específicos

- Conocer los conceptos fundamentales del cálculo integral.
- Relacionar el cálculo integral con el cálculo diferencial estudiado en la asignatura Análisis I.
- Formular y resolver problemas utilizando el lenguaje matemático.
- Aplicar los conocimientos asociados a la integral a la resolución de problemas geométricos y físicos.

### 5. Contenidos

#### Contenidos teóricos

- Tema 1. Primitivas de una función dada. Integral indefinida. Método del cambio de variable para el cálculo de primitivas. Integración por partes. Integración de funciones racionales. Integración de funciones trigonométricas. Otros tipos de integrales reducibles a integrales de funciones racionales.
- Tema 2. Particiones de un intervalo cerrado. Sumas de Riemann de una función acotada. Aumento de la proximidad entre las sumas de Riemann cuando se sustituye una partición por otra más fina. Integrales superior e inferior. Integral de Riemann. Idea sobre la generalización a funciones de dos o más variables. Criterio de integrabilidad. Integrabilidad de las funciones continuas. Convergencia de las sumas de Darboux de una función continua al valor de su integral. Linealidad de la integral. Subdivisión del intervalo de integración. Teorema del valor medio. Paso al límite bajo el signo integral. Continuidad y derivabilidad de funciones definidas por una integral dependiente de un parámetro. La integral de Riemann de una función continua como función de su límite superior de integración. Regla de Barrow. Cambio de variable e integración por partes para la integral definida. Integrales impropias.
- Tema 3. Cálculo de áreas de figuras planas; cálculo en coordenadas polares. Cálculo de volúmenes de sólidos de revolución. Áreas laterales de sólidos de revolución. Cálculo de longitudes de curvas planas; cálculo en coordenadas polares. Idea sobre la posibilidad de generalizar la derivación y la integración para las funciones continuas en un intervalo cerrado con valores en  $\mathbb{R}^n$ , para su aplicación al cálculo de la longitud de una curva rectificable en  $\mathbb{R}^n$ .



Tema 4. Series de números reales. Series de términos positivos. Comparación de series. Criterios clásicos de convergencia de series de términos positivos. Productos infinitos de números reales. Sucesiones de funciones. Convergencia puntual. Convergencia uniforme. Límite uniforme de una sucesión de funciones continuas. Límite uniforme de una sucesión de funciones integrables en un intervalo cerrado. Series de funciones. Campo de convergencia. Convergencia uniforme de una serie de funciones. Criterio de la serie numérica mayorante de Weierstrass. Series de potencias reales y complejas. Convergencia. Definición mediante series de potencias de algunas funciones elementales. Continuidad de las funciones definidas por una serie de potencias. Derivación de una serie de potencias. Series trigonométricas. Series de Fourier. Unicidad de los coeficientes. Sistemas ortogonales de funciones en un intervalo. Completitud del sistema trigonométrico. Convergencia de la serie de los cuadrados de los coeficientes de Fourier de una función continua. Desigualdad de Bessel. Convergencia de la serie de Fourier de una función de clase  $C^1$  a trozos.

#### *Contenidos prácticos*

Cálculo de primitivas: métodos de cálculo. Integrales inmediatas. Cambio de variable Integración por partes. Integrales de funciones racionales, trigonométricas e hiperbólicas. Integrales de funciones irracionales. Métodos de recurrencia. Integral de Riemann. Aplicación del Teorema Fundamental del Cálculo integral al cálculo de límites y extremos relativos: relación con el cálculo diferencial. Aplicaciones geométricas del cálculo integral: áreas, volúmenes y longitudes. Aplicaciones físicas: masa, centro de gravedad. Integrales impropias. Criterios de convergencia: criterios de comparación directa y de comparación por paso al límite. Convergencia absoluta. Criterio de Dirichlet. Series de números reales. Criterios de convergencia: criterios de comparación directa, del cociente, de la raíz, de Raabe, del logaritmo y de condensación. Convergencia absoluta. Criterio de Leibnitz. Sucesiones y series de funciones. Convergencia uniforme y puntual de una sucesión de funciones. Continuidad, derivabilidad e integrabilidad del límite puntual. Criterios de convergencia de series de funciones: criterio de Dirichlet. Continuidad, derivabilidad e integrabilidad de la función suma. Series de potencias. Cálculo del radio de convergencia.

## 6. Competencias a adquirir

### Específicas

#### *Académicas*

- Comprender y utilizar el lenguaje matemático. Adquirir la capacidad para enunciar proposiciones en distintos campos de la Matemática, para construir demostraciones y para transmitir los conocimientos matemáticos adquiridos.
- Conocer demostraciones rigurosas de algunos teoremas clásicos del Cálculo Diferencial.
- Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos.
- 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.
- Aprender de manera autónoma nuevos conocimientos y técnicas.

#### *Disciplinares*

- Calcular integrales de funciones, distinguiendo el método más adecuado.
- Aplicar el teorema Fundamental del Cálculo Integral al cálculo de límites.
- Resolver problemas que impliquen el planteamiento de integrales (longitudes, áreas, volúmenes, centros de gravedad, etc.)
- Conocer la posibilidad de conmutar el paso al límite uniforme con la integral.
- Saber determinar el carácter de una serie de números reales en casos sencillos.

- Saber que una serie de funciones continuas uniformemente convergente en un intervalo cerrado puede integrarse término a término.
- Calcular el radio de convergencia de una serie de potencias. Saber que este tipo de series pueden derivarse e integrarse término a término.
- Conocer las series de potencias de las funciones elementales.
- Calcular los coeficientes de la serie de Fourier de una función en casos sencillos.

*Profesionales*

- Capacidad para aplicar la teoría a la práctica.
- Comunicar, tanto por escrito como de forma oral, conocimientos, procedimientos, resultados e ideas matemáticas.
- Capacitar para resolver problemas de ámbito académico, técnico, financiero o social mediante métodos matemáticos.
- Saber trabajar en equipo, aportando modelos matemáticos adaptados a las necesidades colectivas.
- Proponer, analizar, validar e interpretar modelos de situaciones reales sencillas, utilizando las herramientas matemáticas más adecuadas a los fines que se persigan.

**Transversales***Instrumentales:*

- Capacidad de organizar y planificar.
- Identificación de problemas y planteamiento de estrategias de solución.
- Habilidades para recuperar y analizar información desde diferentes fuentes.

*Interpersonales:*

- Comunicación de conceptos abstractos.
- Argumentación racional.
- Capacidad de aprendizaje.
- Inquietud por la calidad.

*Sistémicas:*

- Creatividad.
- Habilidad para trabajar en equipos multidisciplinares.
- Planificar y dirigir.

**7. Metodologías***Clases magistrales*

Mediante esta fórmula se desarrollarán los contenidos teóricos, siguiendo uno o dos libros de texto de referencia, en los que se incluyen las definiciones de los diferentes conceptos y su comprensión a partir de ejemplos, así como las propiedades formuladas como teoremas y corolarios, argumentando su demostración en los casos más notables. Se fijan así los conocimientos ligados a las competencias previstas y se da paso a clases prácticas de resolución de problemas.

*Resolución de problemas*

A través de clases prácticas se irán resolviendo los ejercicios y problemas planteados para aplicar y asimilar los contenidos, utilizando cuando sea conveniente medios informáticos, de modo que en las clases prácticas los estudiantes se inicien en las competencias previstas.

*Entrega de trabajos personales y seminarios tutelados*

A partir de esas clases teóricas y prácticas los profesores propondrán a los estudiantes la realización de trabajos personales sobre problemas, contando con el apoyo del profesor en seminarios tutelados. En esos seminarios los estudiantes podrán compartir con sus compañeros y con el profesor las dudas que encuentren, obtener solución a las mismas y comenzar a desempeñar por sí mismos las competencias del módulo.

Los trabajos entregados serán corregidos por el profesor y comentados posteriormente en las tutorías personales, con el fin de que puedan detectar sus posibles deficiencias, tanto de comprensión como de redacción.

#### Trabajo personal

Además, los estudiantes tendrán que desarrollar por su parte un trabajo personal de estudio y asimilación de la teoría, resolución de problemas propuestos y preparación de los trabajos propuestos, para alcanzar las competencias previstas.

#### Exposición de trabajos

Se podrán realizar exposiciones de partes de la teoría ya explicada por el profesor, o de algún enunciado cuya demostración hubiera quedado pendiente para: o bien, en casos sencillos, ser obtenida por los propios alumnos o bien ser consultada en alguno de los textos de la bibliografía indicado. Se expondrán, además, los trabajos prácticos ante el profesor y el resto de compañeros, comentándolos luego en una tutoría personal entre estudiante y profesor.

#### Realización de exámenes

Exámenes de teoría y resolución de problemas.

### 8. Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales		21		24	45
Prácticas	– En aula	21		36	57
	– En el laboratorio				
	– En aula de informática				
	– De campo				
	– De visualización (visu)				
Seminarios		6			6
Exposiciones y debates		5			5
Tutorías		3			3
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos				15	15
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		4		15	19
TOTAL		60		90	150

### 9. Recursos

#### Libros de consulta para el alumno

- J. Escuadra Burrieza, J. Rodríguez Lombardero y A. Tocino García, *Análisis Matemático*. Hespérides. 1998.
- F. Galindo, J. Sanz, L. A. Tristán, *Guía Práctica de Cálculo Infinitesimal en una variable real*. Ed. Thomson, 2004.

#### Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso

- J. M. Ortega Aramburu, *Análisis Matemático*. Ed. Labor.
- J. Rey Pastor, P. Pi Calleja y C.A. Trejo, *Análisis Matemático* (tomo 1). Ed. Kapelusz.
- G. E. Shilov, *Elementary Real and Complex Analysis*. Dover.
- D. A. Sprecher, *Elements of Real Analysis*. Dover.

- S. Lang, *Introducción al Análisis Matemático*. Addison Wesley.
- R. Courant y F. John, *Introduction to Calculus and Analysis* (volume I). Springer.
- Programa Mathematica (Wolfram Research)
- <http://www.matematicas.net>

## 10. Evaluación

### Consideraciones Generales

Se evaluará el nivel adquirido en las competencias y destrezas expuestas, así como el logro de los objetivos propuestos. En todo momento se exigirá un mínimo en cada una de las actividades a evaluar y en cada bloque del temario, evitando así el desconocimiento absoluto de alguna parte de la materia y la no realización de las actividades.

### Criterios de evaluación

La teoría contará un 4 puntos sobre la calificación final, y los problemas 6 puntos.

Para la parte de problemas se realizarán pruebas escritas (20% de la nota de problemas) y trabajos individuales o en grupo (30% de la nota de problemas). El examen final de problemas contará un 50% de los 6 puntos que cuentan los problemas.

Para la parte de teoría los alumnos podrán alcanzar un 70% de la nota mediante exposiciones y el 30% restante en el examen.

### Instrumentos de evaluación

#### Actividades a evaluar

- Entrega de trabajos individuales periódicamente
- Entrega de trabajos en equipo
- Exposiciones teóricas
- Exposición de los trabajos prácticos
- Exámenes escritos (final y/o de evaluación continua):
  - o de teoría (conocimiento de conceptos, enunciados y razonamientos expuestos en las clases magistrales)
  - o de problemas (resolución de enunciados análogos a los explicados en las clases prácticas y de cuestiones breves)

### Recomendaciones para la evaluación

En todo momento la asistencia a las clases y seminarios es altamente recomendable.

Una vez que el profesor entrega los trabajos corregidos, analizar los errores cometidos, tanto individualmente, como acudiendo a las tutorías. Ensayo previo de la exposición de los trabajos en un equipo, para detectar las posibles deficiencias en el entendimiento de los conceptos, así como en la forma de expresión.

En la preparación de la parte teórica es importante comprender (los conceptos, razonamientos, etc.) y evitar la memorización automática.

En cuanto a la preparación de problemas, es necesario ejercitarse con los problemas que aparecen en el libro de texto recomendado, no sólo con los problemas resueltos, sino intentando la resolución de los problemas propuestos.

Resolver las dudas mediante el manejo de bibliografía y acudiendo al profesor.

### Recomendaciones para la recuperación

Analizar los errores cometidos en los exámenes y en los trabajos (acudiendo para ello a la revisión). Trabajar en su preparación con las mismas recomendaciones realizadas para la evaluación.

**ANÁLISIS NUMÉRICO I****1. Datos de la Asignatura**

Código	100.207	Plan	2008	ECTS	6
Carácter	Básico	Curso	1º	Periodicidad	C2
Área	Matemática Aplicada				
Departamento	Matemáticas Aplicada				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	<a href="http://moodle.usal.es">http://moodle.usal.es</a>			

**Datos del profesorado**

Profesor	Antonio Fernández Martínez	Grupo/s	
Departamento	Matemática Aplicada		
Área	Matemática Aplicada		
Centro	E.P.S. Zamora		
Despacho	Casas del parque nº 2, despacho nº 3		
Horario de tutorías	Lunes, miércoles y viernes de 9:00 a 11:00 horas		
URL Web			
E-mail	anton@usal.es	Teléfono	923294400 ext 1526

**2. Sentido de la materia en el plan de estudios**

Bloque formativo al que pertenece la materia
Métodos Numéricos, Matemática Discreta y Optimización
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios
Cálculo Numérico
Perfil profesional
Al ser una materia de carácter básico, es fundamental en cualquier perfil profesional vinculado a la Titulación de Grado en Matemáticas

**3. Recomendaciones previas**

Análisis Matemático I y II y Álgebra Lineal I y II
--

**4. Objetivos de la asignatura**

1. Resolver ecuaciones de una variable y comprender la noción de algoritmo. Analizar la convergencia.
2. Resolver los dos problemas básicos del Álgebra Numérica:
  - a. Resolver sistemas de ecuaciones algebraicas lineales: Métodos directos y métodos iterativos. Analizar la convergencia. Conocer las principales técnicas de programación.
  - b. Calcular los valores y vectores propios de una matriz

**5. Contenidos**

1. Introducción al Cálculo Numérico y primeros algoritmos. Resolución de ecuaciones de una variable. Métodos de la bisección, punto fijo, Newton y sus variantes.
2. Fundamentos del Álgebra Numérica. Normas vectoriales y normas matriciales. Condicionamiento de matrices.
3. Resolución de sistemas de ecuaciones algebraicas lineales. Métodos directos. Sustitución de Gauss. Factorización de una matriz. Métodos iterativos: Jacobi, Gauss-Seidel, SOR.
4. Cálculo de valores y vectores propios de una matriz. Métodos de la potencia y potencia inversa. Métodos de Jacobi, *Householder-Bisección*, *Householder-QR*.

**6. Competencias a adquirir****Específicas**

1. Conocer la aritmética del ordenador y analizar la propagación de errores y la noción de estabilidad numérica.
2. Calcular las raíces de las ecuaciones de una variable.
3. Conocer y aplicar los métodos directos para la resolución de un sistema lineal de ecuaciones.
4. Analizar la convergencia y aplicar métodos iterativos básicos para la resolución de un sistema lineal de ecuaciones.
5. Conocer los distintos métodos de almacenamiento de grandes sistemas de ecuaciones.
6. Conocer y aplicar los diversos métodos numéricos para el cálculo de valores y vectores propios de una matriz.
7. Conocer y analizar los principales métodos de resolución de sistemas de ecuaciones no lineales.
8. Programar en ordenador los métodos anteriores.

**Transversales**

- Programación de métodos, aplicación de métodos, relación con problemas de la física e ingeniería.
- Conocer las técnicas básicas del Cálculo Numérico y su traducción en algoritmos o métodos constructivos de solución de problemas.
- Tener criterios para valorar y comparar distintos métodos en función de los problemas a resolver, el coste operativo y la presencia de errores.
- Evaluar los resultados obtenidos y extraer conclusiones después de un proceso de cómputo.

**7. Metodologías**

Clases magistrales, clases de ejercicios trabajos dirigidos en el laboratorio de informática. Exposición de temas y trabajos al resto de los alumnos y en presencia del profesor. Trabajos tutelados.

**8. Previsión de distribución de las metodologías docente**

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales		14		28	42
Prácticas	– En aula	8		16	24
	– En el laboratorio				
	– En aula de informática	12		24	36
	– Decampo				
	– De visualización (visu)				
Seminarios		8		16	24
Exposiciones y debates					
Tutorías			14	6	20
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos					
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		4			
TOTAL		46	14	90	150

**9. Recursos****Libros de consulta para el alumno**

- D. Kincaid y W. Cheney. *Análisis Numérico*, Addison-Wesley.
- R.L. Burden y J. Douglas Faires. *Análisis Numérico*. McGrawHill.

**Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso**

- P.G. Ciarlet, *Introduction à l'analyse numérique matricielle et à l'optimisation*. Masson
- P. Lascaux y R. Théodor. *Analyse Numérique matricielle appliquée à l'art de l'ingénieur*. Masson.

**10. Evaluación****Consideraciones Generales**

1. Resolución de ejercicios propuestos en la evaluación continua: 40% de la nota final.
2. Valoración del trabajo personal sobre ordenador: 20% de la nota final.
3. Exámenes: 40% de la nota final

**Criterios de evaluación**

La resolución correcta de los ejercicios propuestos y preguntas realizadas en las evaluaciones y en el examen.

Se valorará el correcto desarrollo de las actividades, la precisión en el lenguaje matemático, el orden en la exposición de las ideas.

Instrumentos de evaluación
Se valorarán los ejercicios propuestos en las evaluaciones, los ejercicios propuestos en el examen, y el trabajo personal de programación en ordenador.
Recomendaciones para la evaluación
Seguimiento continuado de la asignatura. Realización de los ejercicios de autoevaluación propuestos en la plataforma studium.
Recomendaciones para la recuperación
Examinar las correcciones de los exámenes que se publicarán en la plataforma studium. La evaluación continua no será recuperable.

**FÍSICA II****1. Datos de la Asignatura**

Código	100.208	Plan	2008	ECTS	6
Carácter	Básico	Curso	1º	Periodicidad	C2
Área	Electromagnetismo				
Departamento	Física Aplicada				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Moodle			
	URL de Acceso:	<a href="http://moodle.usal.es">http://moodle.usal.es</a>			

**Datos del profesorado**

Profesor	Luis Torres Rincón	Grupo/s	Todos
Departamento	Física Aplicada		
Área	Electromagnetismo		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Edificio Trilingüe. Despacho T3309		
Horario de tutorías	Lunes, Martes, Miércoles y Jueves de 12 a 13:30		
URL Web			
E-mail	<a href="mailto:luis@usal.es">luis@usal.es</a>	Teléfono	923294400 Ext. 1301

**2. Sentido de la materia en el plan de estudios**

Bloque formativo al que pertenece la materia
Asignatura teórico-práctica de formación básica vinculada al módulo de Física.



**Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios**

Dentro de este bloque de carácter básico, la Física ocupa un lugar relevante para la formación de un graduado en Matemáticas. Ello se justifica en la estrecha relación entre Física y Matemática, como se refleja en la demanda continua de soporte matemático para el desarrollo de la Física. Por ello, la asignatura se apoya en los conocimientos y habilidades adquiridos en las asignaturas de matemáticas que se desarrollaron anteriormente o se están desarrollando paralelamente a ésta y, por otro lado, los conocimientos y habilidades adquiridos en esta asignatura son complementarios a la asignatura de Física I.

**Perfil profesional**

Los graduados en Matemáticas están capacitados para asumir un triple perfil profesional (académico, técnico y social) y emplearse en diversos ámbitos del mercado laboral, esta asignatura tendrá cierta relevancia en:

- Docencia Universitaria o Investigación
- Docencia no universitaria
- Empresas de Informática y Telecomunicaciones
- Industria

**3. Recomendaciones previas**

Las leyes físicas se describen mediante ecuaciones matemáticas y, por tanto, para desarrollar la asignatura se requiere hacer uso de determinadas herramientas matemáticas que el alumno debe conocer y manejar con soltura: relaciones trigonométricas, resolución de sistemas de ecuaciones lineales, número complejos, etc.

**4. Objetivos de la asignatura***Generales:*

- Proporcionar al alumno los conocimientos fundamentales sobre los fenómenos electromagnéticos, así como sus aplicaciones prácticas.

*Específicos:*

- Adquirir los conceptos básicos de carga, campo e interacción electromagnética.
- Conocer y comprender las leyes experimentales básicas que rigen los fenómenos eléctricos y magnéticos: descripción matemática, interpretación de los fenómenos físicos en función de dichas leyes y conexión con aplicaciones prácticas.
- Conocer el concepto de energía asociada a los campos.
- Aprender a resolver circuitos eléctricos de corriente continua y alterna.
- Desarrollar la capacidad para aplicar los conocimientos a la resolución de problemas

**5. Contenidos***Teóricos**1. Cargas Eléctricas en Reposo.*

Carga eléctrica. Ley de Coulomb. Campo y potencial eléctrico. Líneas de fuerza y superficies equipotenciales. El dipolo eléctrico. Ley de Gauss.

*2. Conductores y Dieléctricos.*

Introducción. Conductores. Condensadores. Dieléctricos.

3. *Energía Electrostática.*  
Energía de un condensador cargado. Densidad de energía.
  4. *Conducción Eléctrica.*  
Corriente eléctrica. Ley de Ohm y ley de Joule. Asociación de resistencias.
  5. *Circuitos de Corriente Continua.*  
Fuerza electromotriz. Leyes de Kirchhoff. Circuitos equivalentes. Aparatos de medida.
  6. *Campo Magnético.*  
Introducción. Campo magnético: Ley de Biot y Savart. Dipolo magnético: Magnetismo en la materia. Ley de Ampère.
  7. *Inducción Electromagnética.*  
Ley de Faraday. Autoinducción y energía magnética. Inducción mutua y transformadores.
  8. *Circuitos de Corriente Alterna.*  
Generación de una fuerza electromotriz sinusoidal. Circuitos sencillos. Resonancia.
  9. *Ecuaciones del campo electromagnético*  
Ecuaciones de Maxwell. La ecuación de ondas: Ondas planas. Energía electromagnética.
- Prácticos*
1. Resolución de problemas relativos a todos y cada uno de los temas precedentes.
  2. Desarrollo personal y entrega individual de problemas propuestos por el profesor.

## 6. Competencias a adquirir

### Específicas

- Conocer y manejar las nociones de campo eléctrico, campo magnético y energía electromagnética.
- Plantear y resolver problemas de campos.
- Conocer las propiedades eléctricas y magnéticas de distintos materiales.
- Plantear y resolver problemas de circuitos eléctricos.
- Comprender la idea de propagación electromagnética.

### Transversales

#### *Instrumentales:*

- Capacidad de análisis y síntesis
- Capacidad de organizar y planificar
- Comunicación oral y escrita en lengua propia
- Uso de Internet como medio de comunicación y como fuente de información
- Resolución de problemas

#### *Interpersonales:*

- Trabajo en equipo
- Aprendizaje autónomo
- Habilidades en las relaciones interpersonales
- Razonamiento crítico

#### *Sistémicas:*

- Capacidad de aplicar los conocimientos teóricos a la práctica
- Adaptación a nuevas situaciones
- Creatividad
- Capacidad de autoevaluación

**7. Metodologías***Clases magistrales:*

Mediante esta fórmula se desarrollarán los contenidos teóricos de los temas.

*Clases de problemas:*

A través de clases prácticas se irán resolviendo los problemas planteados para aplicar y asimilar los contenidos. Se entrega al alumno una colección de enunciados que deben intentar resolver y que se realizan posteriormente en las clases prácticas.

*Exposición de problemas y entrega de ejercicios:*

Los alumnos participarán activamente en clase mediante la exposición de problemas en la pizarra o discusión de grupos. Se propondrán a lo largo del curso entregas de ejercicios de forma individualizada por cada alumno para ampliar su formación.

*Tutorías:*

Además de las tutorías presenciales en los horarios establecidos, los profesores están disponibles a través de e-mail para atender las dudas que se puedan resolver mediante este medio o concertar tutorías personalizadas.

*Recursos Materiales:*

Se utilizará la pizarra y el cañón de proyección. El material proyectado y los enunciados de los problemas se repartirán previamente a los alumnos. También se hará uso de Moodle (plataforma para la docencia basada en Internet).

**8. Previsión de distribución de las metodologías docentes**

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales		42		42	84
Prácticas					
Seminarios		12		12	24
Exposiciones y debates					
Tutorías				6	6
Actividades de seguimiento online				2	2
Preparación de trabajos				10	10
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		6		18	24
TOTAL		60		90	150

**9. Recursos**

## Libros de consulta para el alumno

- P. A. Tipler., G. Mosca, *Física*, Vol. 2; 5ª Ed. ó Vol. 2A (Electricidad y Magnetismo); 5ª Ed. Reverté (2005)

## Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso

- Serway-Beichner, *Física para ciencias e ingeniería*. Tomo II, Ed. Mc Graw Hill, 2002 (5ª Edición)
- R. A. Serway, J. W. Jewett Jr. *Física*, 3ª Ed. Thomson (2003)
- F. W. Sears, M. W. Zemansky, H. D. Young, R. A. Freedman. *Física Universitaria* (2 vol.). Pearson Educación, 11ª edición (2004).
- J. A. Edminister, *Circuitos eléctricos*, Serie de Compendios Schaum. McGraw-Hill.

## 10. Evaluación

## Consideraciones Generales

El procedimiento de evaluación consistirá esencialmente en:

1. Evaluación continua de trabajos individuales solicitados a lo largo del curso

Se tendrá en cuenta tanto la entrega de ejercicios y trabajos propuestos por el profesor a lo largo del curso como la exposición y debate de los mismos en clase.

2. Pruebas presenciales escritas de carácter teórico-práctico

A lo largo del curso se realizarán dos pruebas presenciales no eliminatorias en las que se evaluarán los contenidos dados hasta el momento. Al finalizar la asignatura y en el período dedicado a pruebas de evaluación se realizará un examen final obligatorio para todos los alumnos.

Estas pruebas constarán de un conjunto de cuestiones y problemas en las que se evaluará tanto la teoría (conocimiento de conceptos, enunciados y razonamientos expuestos en las clases magistrales) como los problemas (resolución de enunciados análogos a los explicados en las clases prácticas).

3. La publicación de las calificaciones de las pruebas escritas incluirá la apertura de un plazo de revisión, para que los interesados acudan al despacho de los profesores a conocer en detalle cómo ha sido valorada su prueba.

## Criterios de evaluación

En la calificación final, las pruebas presenciales escritas tendrán un peso del 15% para cada una de las pruebas no eliminatorias y del 40% para el examen final. Los ejercicios expuestos por los alumnos a lo largo del curso un peso del 15%, y los trabajos entregados del 15%.

## Instrumentos de evaluación

Ejercicios entregados y/o expuestos por los alumnos a lo largo del curso. Pruebas presenciales escritas.

## Recomendaciones para la evaluación

Se indicará al alumno al inicio del curso la conveniencia de un planteamiento para el estudio de la asignatura basado esencialmente en la comprensión y razonamiento lógico aplicado a la resolución de problemas prácticos, evitando la memorización automática.

Los alumnos deben intentar resolver los problemas propuestos en cada tema antes de que éstos sean resueltos en clase, pues una parte del examen consistirá en la resolución de problemas análogos.

## Recomendaciones para la recuperación

Las pruebas presenciales escritas serán de similares características a las de la convocatoria ordinaria, por eso siguen siendo válidas las recomendaciones del apartado anterior.

Las calificaciones parciales de la entrega y/o exposición de ejercicios se mantendrán en la convocatoria de recuperación.

## INFORMÁTICA II

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100.209	Plan	2008	ECTS	6
Carácter	Básico	Curso	1º	Periodicidad	C2
Área	Lenguajes y Sistemas Informáticos, Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial				
Departamento	Informática y Automática				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	<a href="http://moodle.usal.es">http://moodle.usal.es</a>			

## Datos del profesorado

Profesor	Ángel Luis Sánchez Lázaro	Grupo/s	
Departamento	Informática y Automática		
Área	Lenguajes y Sistemas Informáticos		
Centro	Facultad de Traducción y Documentación		
Despacho	Ed. Ciencias, D1515		
Horario de tutorías	Ver página del profesor		
URL Web	<a href="http://diaweb.usal.es/diaweb/personas/alsl">http://diaweb.usal.es/diaweb/personas/alsl</a>		
E-mail	alsl@usal.es	Teléfono	923 29 44 00 Ext. 1309

Profesor	Juan Francisco de Paz Santana	Grupo/s	
Departamento	Informática y Automática		
Área	Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Edificio San Bartolomé		
Horario de tutorías	<a href="http://bisite.usal.es/~fran">http://bisite.usal.es/~fran</a>		
URL Web			
E-mail	fcofds@usal.es	Teléfono	Ext: 1926

Profesor	Fernando de la Prieta Pintado	Grupo / s	
Departamento	Informática y Automática		
Área	Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Ed. Ciencias, F3010		
Horario de tutorías	Ver página del profesor		
URL Web	<a href="http://diaweb.usal.es/diaweb/personas/fer">http://diaweb.usal.es/diaweb/personas/fer</a>		
E-mail	fer@usal.es	Teléfono	Ext. 1525

## 2. Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia
Bloque: Métodos Numéricos e Informática. Módulo: Informática. Asignaturas: Informática I e Informática II.
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios
La asignatura permitirá capacitar al alumno para el desarrollo de programas que resuelvan problemas concretos. Además, se abordará el aprendizaje del paradigma de programación orientado a objetos, partiendo de lo aprendido en <i>Informática I</i> , lo que servirá para garantizar el aprendizaje autónomo de nuevos lenguajes y técnicas. Desde el punto de vista práctico, la asignatura está estrechamente relacionada con las del Módulo <i>Ampliación de Informática y Métodos Numéricos</i> , y con <i>Taller de Programación y Computación</i> .
Perfil profesional
Empresas de Informática y telecomunicaciones. Docencia Universitaria o Investigación. Docencia no Universitaria Industria.

## 3. Recomendaciones previas

La asignatura Informática II tiene sentido como continuación de la asignatura Informática I, por lo que sería conveniente que el alumno haya cursado y superado esta última para poder afrontar con garantías los contenidos de Informática II.

## 4. Objetivos de la asignatura

- Utilizar aplicaciones informáticas para experimentar en Matemáticas y resolver problemas
- Desarrollar programas que resuelvan problemas matemáticos utilizando para cada caso el entorno computacional adecuado
- Utilizar herramientas de búsqueda de recursos bibliográficos en Matemáticas
- Comunicar, tanto por escrito como de forma oral, conocimientos, procedimientos, resultados e ideas matemáticas.
- Conocer un lenguaje de programación orientada a objetos y saberlo utilizar para resolución de problemas científico-técnicos
- Conocer los diferentes paradigmas de programación e implementar algoritmos utilizando el lenguaje adecuado

**5. Contenidos***Bloque I. Paradigma de programación orientada a objetos**Tema I - Programación orientada a objetos*

- I.1. Introducción
- I.2. Clases y objetos
- I.2. Características de la programación orientada a objetos.
- I.3. Metodologías de programación.

*Tema II - Elementos del lenguaje C++*

- II.1. Creación de objetos
- II.2. Herencia y polimorfismo
- II.3. Plantillas
- II.4. Errores y Excepciones
- II.5. Modularidad

*Tema III - Bibliotecas estándar*

- III.1. Introducción
- III.2. Entrada/Salida
- III.3. Cadenas y numéricos
- III.4. STL
- III.5. Contenedores y adaptadores

*Bloque II. Herramientas informáticas para el cálculo simbólico**Tema IV. - Introducción al cálculo simbólico por ordenador*

- IV.1. Introducción a Mathematica
- IV.2. Estructura interna de Mathematica
- IV.3. Convenciones. Conceptos básicos. Expresiones, listas y funciones. Gráfen 2D y 3D. Solución de ecuaciones. Vectores y matrices
- IV.4. Aplicación de Mathematica para el estudio, análisis, representación de problemas matemáticos

**6. Competencias a adquirir****Específicas***Competencias Profesionales:*

- CE01. Participación en la implementación de programa informáticos
- CE02. Visualización e interpretación de soluciones
- CE03. Aplicación de los conocimientos a la práctica
- CE04. Argumentación lógica en la toma de decisiones

*Competencias Académicas:*

- CE05. Expresión rigurosa y clara
- CE06. Razonamiento lógico e identificación de errores en los procedimientos
- CE07. Generación de curiosidad e interés por las matemáticas y sus aplicaciones

*Otras Competencias Específicas:*

- CE08. Capacidad de abstracción
- CE09. Capacidad de adaptación

**Transversales***Instrumentales:*

- CT01. Capacidad de análisis y síntesis
- CT02. Capacidad de organización y planificación
- CT03. Conocimientos de informática relativos al ámbito de estudio
- CT04. Capacidad de gestión de la información
- CT05. Resolución de problemas

*Personales:*

- CT06. Trabajo en equipo
- CT07. Razonamiento crítico

*Sistémicas:*

- CT08. Aprendizaje autónomo
- CT09. Adaptación a nuevas situaciones
- CT10. Creatividad

**7. Metodologías**

Las asignaturas del módulo se desarrollarán coordinadamente. En cada una de ellas se expondrá un breve contenido teórico de los temas a través de clases presenciales, siguiendo uno o dos libros de texto de referencia, que servirán para fijar los conocimientos ligados a las competencias previstas y dar paso a clases prácticas, en las que con el apoyo del ordenador se procederá a la resolución de los ejercicios planteados a partir de las clases teóricas, como iniciación de los estudiantes en las competencias previstas.

A partir de esas clases teóricas y prácticas el profesor propondrá a los estudiantes la realización de trabajos personales sobre teoría y problemas, para cuya realización tendrán el apoyo del profesor en seminarios tutelados. En esos seminarios los estudiantes podrán compartir con sus compañeros y con el profesor las dudas que encuentren, obtener solución a las mismas y comenzar a desempeñar por sí mismos las competencias del módulo.

Además, los estudiantes tendrán que desarrollar por su parte un trabajo personal de estudio y asimilación de la teoría, resolución de cuestiones propuestas con el apoyo del ordenador y preparación de los trabajos propuestos, para alcanzar las competencias previstas. De ello tendrán que responder, exponiendo sus trabajos ante el profesor y el resto de compañeros y comentándolos luego en una tutoría personal entre estudiante y profesor, así como realizando exámenes de teoría y resolución de ejercicios prácticos en ordenador.



**8. Previsión de distribución de las metodologías docentes**

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales		23			23
Prácticas	– En aula				
	– En el laboratorio				
	– En aula de informática	30		36	66
	– De campo				
	– De visualización (visu)				
Seminarios					
Exposiciones y debates		4			4
Tutorías					
Actividades de seguimiento online				22	22
Preparación de trabajos				16	16
Otras actividades (detallar)				16	16
Exámenes		3			3
TOTAL		60		90	150

**9. Recursos**

Libros de consulta para el alumno
<ul style="list-style-type: none"> <li>• E. Hernandez y otros: <i>C++ estándar</i>. Paraninfo Thomson Learning, 2002.</li> <li>• Bruce Eckel, <i>Thinking in C++</i>, Prentice Hall, 2nd edition, 2000.</li> <li>• [<a href="http://www.mindview.net/Books/TICPP/ThinkingInCPP2e.html">http://www.mindview.net/Books/TICPP/ThinkingInCPP2e.html</a>]</li> </ul>
Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stephen Wolfram: <i>The mathematica book</i>. Cambridge University Press, 2003.</li> <li>• Nancy Blachman: <i>Mathematica. Un enfoque práctico</i>. Ariel Informática, 1992.</li> </ul>

**10. Evaluación**

Consideraciones Generales
La evaluación se realizará a partir de las exposiciones de los trabajos de teoría y problemas y de los exámenes en los que los estudiantes tendrán que demostrar las competencias previstas.

Criterios de evaluación
<p>Durante las sesiones presenciales se hará un seguimiento y evaluación continuada de los progresos de cada alumno. Para la evaluación de la asignatura se considerará tanto el examen final (CE03, CE04, CE05, C08, CE09, CT01, CT05, CT10) como la realización de las prácticas (CE01, CE02, CE03, CE06, CT01, CT04, CT05, CT05, CT07, CT08, CT09, CT10), trabajos personales (CE04, CE05, CT01, CT02, CT07, CT10) y las pruebas realizadas en el aula durante el curso.</p> <p>La nota final se obtendrá con el 70% de la nota del examen final, el 10% de las pruebas intermedias, el 10% de tareas en el aula y exposición de trabajos y el 10% de la nota de prácticas.</p>
Instrumentos de evaluación
<p>Observación sistemática de las actitudes personales del alumno, de su forma de organizar el trabajo, de las estrategias que utiliza, de cómo resuelve las dificultades que se encuentra, etc.</p> <p>Revisión y análisis de los trabajos y exámenes del alumno, de sus exposiciones en las pruebas orales, así como su participación en clase y en actividades de grupo (presenciales y no presenciales), su actitud ante la resolución de ejercicios, etc.</p>
Recomendaciones para la evaluación
<p>El examen final y demás pruebas intermedias perseguirán encontrar en el alumno indicios de que ha comprendido adecuadamente lo que hace un ordenador cuando ejecuta un programa que resuelve un problema determinado. De igual modo, se trata de evaluar la capacidad del alumno para proponer de forma autónoma soluciones a problemas nuevos.</p> <p>Por tanto, dos pasos son imprescindibles para superar la asignatura: 1) comprender todos los conceptos teóricos básicos que se imparten en la asignatura; y 2) comprender cómo dichos conceptos se aplican en la resolución de los diversos problemas que se estudiarán.</p>
Recomendaciones para la recuperación
<p>De forma general se puede afirmar que cuando el resultado de la evaluación es negativo, la causa principal es una insuficiente asimilación de los conceptos teóricos. A menudo, el alumno conoce aquellas partes de la asignatura que no domina; en otros casos cree erróneamente que domina determinados aspectos de la asignatura que son especialmente delicados.</p> <p>Por tanto, el primer obstáculo a superar es identificar cuáles son los puntos débiles que se deben estudiar y reforzar. Un buen punto de arranque es enfrentarse a los conceptos y problemas que hayan aparecido en las diferentes pruebas a lo largo del curso.</p> <p>Se puede añadir que, dado el carácter eminentemente práctico de la asignatura, la realización de cuántos más ejemplos de programación sea posible, afianzará los conceptos teóricos asimilados y desarrollará la capacidad de proponer soluciones por parte del alumno.</p>

## SEGUNDO CURSO. PRIMER CUATRIMESTRE

## ÁLGEBRA

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100.210	Plan	2008	ECTS	6
Carácter	Obligatorio	Curso	2º	Periodicidad	C1
Área	Álgebra				
Departamento	Matemáticas				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Stadium			
	URL de Acceso:	<a href="http://moodle.usal.es">http://moodle.usal.es</a>			

## Datos del profesorado

Profesor	María Teresa Sancho de Salas		Grupo/s	
Departamento	Matemáticas			
Área	Álgebra			
Centro	Facultad de Ciencias			
Despacho	Ed. Merced, M2331			
Horario de tutorías	Lunes, Martes, Miércoles y Jueves de 12:00 a 13:45			
URL Web				
E-mail	sancho@usal.es	Teléfono	923294456	

Profesor	Darío Sánchez Gómez		Grupo/s	
Departamento	Matemáticas			
Área	Álgebra			
Centro	Facultad de Ciencias			
Despacho	Ed. Merced M3321			
Horario de tutorías	Martes, Miércoles y Jueves de 17 a 19h			
URL Web				
E-mail	dario@usal.es	Teléfono	923294460 ext 1534	

**2. Sentido de la materia en el plan de estudios**

Bloque formativo al que pertenece la materia

Estructuras algebraicas

Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios

Se trata de una asignatura fundamental, en la que se presentan los conceptos esenciales del Álgebra, sobre los que se construyen todos los desarrollos algebraicos en las diferentes áreas de las Matemáticas.

Perfil profesional

Al ser una materia esencial de fundamentos matemáticos, está relacionada con cualquier perfil profesional vinculado a la Titulación de Grado en Matemáticas.

**3. Recomendaciones previas**

Haber cursado las asignaturas Álgebra Lineal I y Álgebra Lineal II.

**4. Objetivos de la asignatura**

En esta materia se amplía el conocimiento básico de las estructuras algebraicas de grupo, cuerpo y espacio vectorial, que ha sido introducido en la materias Álgebra Lineal I y II.

El objetivo general es profundizar en ese conocimiento, haciendo que el estudiante comprenda y maneje las estructuras de grupo, anillo, cuerpo y módulo.

En el caso de la teoría de anillos, se desarrollará la teoría de la divisibilidad y la aplicación de las funciones simétricas al estudio de la estructura de las raíces de un polinomio.

Finalmente, se introducirá el concepto de módulo sobre un anillo, como ampliación de la noción de espacio vectorial sobre un cuerpo, estudiando sus propiedades básicas.

**5. Contenidos**

Tema 1. Grupos, subgrupos, homomorfismos y cocientes. Teorema de Lagrange. Clasificación de grupos cíclicos. Grupo simétrico.

Tema 2. Anillos y cuerpos. Ideales primos y maximales. Cocientes.

Tema 3. Teoría de la divisibilidad. Anillos de ideales principales. Teorema de Euclides. Algoritmo de Euclides. Ecuaciones diofánticas.

Tema 4. Anillo de polinomios. Funciones simétricas. Fórmulas de Vieta y Cardano. Resultante y aplicaciones.

Tema 5. Introducción a la teoría de módulos. Módulos libres, de torsión y módulos sobre anillos de ideales principales.

**6. Competencias a adquirir**

Específicas

- Manejar el lenguaje proposicional y las propiedades de las operaciones básicas sobre conjuntos y aplicaciones.
- Calcular el máximo común divisor y la factorización de números enteros y polinomios.
- Resolver ecuaciones diofánticas.
- Operar con algunos grupos sencillos (como cíclicos, diédricos, simétricos y abelianos).

- Construir grupos y anillos cociente y operar con ellos.
- Saber racionalizar una expresión.
- Calcular expresiones en raíces de un polinomio a partir de los coeficientes del mismo.
- Asimilar el concepto de módulo sobre anillo de ideales principales y reconocer ejemplos.

**Transversales**

- Conocer demostraciones rigurosas.
- Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos.
- Saber exponer con rigor un enunciado matemático.
- Comprender y utilizar el lenguaje matemático. Adquirir la capacidad para enunciar proposiciones, para construir demostraciones y para transmitir los conocimientos matemáticos adquiridos.

**7. Metodologías docentes**

Esta materia se desarrollará coordinadamente con las otras materias del módulo formativo. Se expondrá el contenido de la asignatura a través de las clases presenciales tanto magistrales como de los problemas. A través del campo virtual también se indicará la parte teórica y problemas que se irán realizando así como la bibliografía seguida para que el alumno pueda seguir de modo activo las clases presenciales.

**8. Previsión de distribución de las metodologías docentes**

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales		27		28	55
Prácticas	– En aula	16		15	31
	– En el laboratorio				
	– En aula de informática				
	– De campo				
	– De visualización (visu)				
Seminarios		12		10	22
Exposiciones y debates		3			3
Tutorías					
Actividades de seguimiento online					

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales	Horas no presenciales		
Preparación de trabajos			17	17
Otras actividades (detallar)				
Exámenes	2		20	22
TOTAL	60		90	150

## 9. Recursos

Libros de consulta para el alumno
<ul style="list-style-type: none"> <li>J. A. Navarro González. <i>Álgebra Conmutativa Básica</i>. Manuales Unex, nº19. Universidad de Extremadura.</li> <li>B. L. van der Waerden. <i>Álgebra. (Volumen I)</i>. Springer</li> <li>F. Delgado. C. Fuertes. S. Xambo. <i>Introducción al Álgebra. (Volumen II). (Teoría y problemas)</i>. Universidad de Valladolid.</li> </ul>
Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso
<ul style="list-style-type: none"> <li>A. I. Kostrikin. <i>Introducción al Álgebra</i>. McGrawHill.</li> <li>J. Rivaud. <i>Ejercicios de Álgebra (Tomo 2)</i>. Editorial Reverté.</li> <li>Material proporcionado a través de Campus Virtual (Studium) de la USAL.</li> </ul>

## 10. Evaluación

Consideraciones Generales
La evaluación del alumno se hará de modo continuo junto con un examen final.
Criterios de evaluación
<p>Los criterios de evaluación serán los siguientes:</p> <p>El examen final, dividido en parte teórica y práctica, contará un 45% de la nota y se exigirá un mínimo de 3.5 sobre 10. Los trabajos contarán un 20% y los ejercicios propuestos un 35%.</p>
Instrumentos de evaluación
<p>Se propondrán a lo largo del curso varios trabajos que el alumno deberá entregar por escrito, exponer oralmente y responder a las preguntas que el profesor le haga sobre el mismo.</p> <p>Cada trabajo tendrá una parte teórica de la materia y una parte práctica.</p> <p>Cada dos semanas el profesor propondrá problemas del tipo ya discutido en clase y que el alumno deberá realizar en la hora de seminario y posteriormente el profesor recogerá.</p> <p>Todos los trabajos y problemas se indicarán en el campo virtual.</p>
Recomendaciones para la evaluación
Para la adquisición de las competencias previstas en esta materia se recomienda la asistencia y participación activa en todas las actividades programadas, uso de las tutorías y del campo virtual.

## Recomendaciones para la recuperación

Periódicamente, se indicará cuando se puede realizar las recuperaciones de los problemas y trabajos que se realizarán principalmente en las horas de tutoría de modo personalizado.

Así mismo se habilitará un modo de recuperar las partes suspendas en el examen final.

## TOPOLOGÍA

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100.211	Plan	2008	ECTS	6
Carácter	Obligatoria	Curso	2º	Periodicidad	C1
Área	Álgebra – Geometría y Topología				
Departamento	Matemáticas				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Stadium			
	URL de Acceso:	<a href="http://moodle.usal.es">http://moodle.usal.es</a>			

## Datos del profesorado

Profesor	Fernando Pablos Romo	Grupo / s	Todos
Departamento	Matemáticas		
Área	Álgebra		
Centro	Facultad de Ciencias Químicas		
Despacho	Segunda planta, edificio Matemáticas - M3320		
Horario de tutorías	Lunes y martes de 12:00 a 14:00, y miércoles de 17:00 a 19:00 horas		
URL Web			
E-mail	fpablos@usal.es	Teléfono	923294459

Profesor	Pablo M. Chacón	Grupo / s	Todos
Departamento	Matemáticas		
Área	Geometría y Topología		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Segunda planta del edificio de La Merced, M3306		
Horario de tutorías	Lunes y martes de 16h a 17h, jueves y viernes de 13h a 14h.		
URL Web	<a href="http://mat.usal.es/~pmchacon">http://mat.usal.es/~pmchacon</a>		
E-mail	pmchacon@usal.es	Teléfono	923 29 44 59

**2. Sentido de la materia en el plan de estudios****Bloque formativo al que pertenece la materia**

Esta asignatura pertenece al bloque formativo "Topología y Geometría Diferencial".

**Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios**

Su carácter es obligatorio y su docencia está programada en el primer semestre del 2º curso. El bloque se complementa con la "Geometría Diferencial I" que se imparte en el segundo semestre del 2º curso. Sus contenidos son necesarios para abordar con garantías otras asignaturas del Plan de Estudios como Álgebra Conmutativa y Computacional, Análisis Funcional, Geometría Algebraica o Topología Algebraica.

**Perfil profesional**

Al ser una asignatura de carácter obligatorio, es fundamental para cualquier perfil profesional vinculado a la Titulación de Grado en Matemáticas.

**3. Recomendaciones previas**

Los conceptos que se deben manejar correctamente para facilitar la asimilación de esta asignatura son escasos, siendo conveniente conocer los conceptos fundamentales de la teoría de conjuntos (operaciones básicas: pertenencia, unión, intersección y diferencia; o producto cartesiano de 2 o más conjuntos) y las nociones básicas de aplicaciones de conjuntos. También es deseable que se tenga un conocimiento medio de los números reales y sus principales propiedades. Para ello es recomendable haber cursado previamente las asignaturas Análisis Matemático I y Álgebra Lineal I.

**4. Objetivos de la asignatura***Objetivos generales:*

- Conseguir que los estudiantes, aparte de conocer y saber utilizar los conceptos básicos de la Topología, empiecen a madurar científicamente, valoren más los métodos y las ideas que se les presentan que los resultados concretos, y apliquen teorías generales a situaciones particulares, para avanzar en su formación integral como matemáticos.

*Objetivos específicos:*

- Familiarizar al alumno con el lenguaje y los conceptos de la Topología elemental, entendida como la definición de los espacios topológicos y el estudio de sus propiedades básicas.
- Obtener las destrezas necesarias para garantizar que, tras superar el programa del curso, hayan adquirido los conocimientos topológicos necesarios para enfrentarse a estudios posteriores de asignaturas de diferentes módulos del Plan de Estudios como Topología Algebraica (donde asimilar los espacios uniformes, las compactificaciones o la topología de los espacios de funciones), Álgebra Conmutativa y Computacional y Geometría Algebraica (con la base para estudiar la topología de Zariski para espectros de anillos y las variedades algebraicas), Geometría Diferencial II (con la comprensión adecuada de la noción de variedad diferenciable) o Análisis Funcional (con conocimientos suficientes para iniciar el estudio de los espacios de Banach).



**5. Contenidos**

La asignatura se organizará en las siguientes unidades.

1. Espacios topológicos.  
Definición y ejemplos (topología discreta, trivial, del orden, etc). Cerrados. Comparación de topologías. Entornos de un punto. Subespacios topológicos. Bases y subbases.
2. Espacios métricos.  
Distancia, definición, propiedades y ejemplos. Bolas y topología métrica. Propiedades de abiertos y cerrados en espacios métricos. Espacios topológicos metrizable. Métricas equivalentes. Acotación.
3. Elementos de un espacio topológico.  
Interior, cierre y frontera. Propiedades. Puntos de acumulación y caracterización de elementos topológicos por sucesiones. Conjuntos densos y numerables, propiedades. Axiomas de separación (espacios  $T_0$ ,  $T_1$ , Hausdorff, regular y normal).
4. Continuidad. Topologías inicial y final.  
Definición y propiedades de funciones continuas. Aplicaciones abiertas, cerradas y homeomorfismos. Continuidad uniforme e isometrías en espacios métricos. Definición y caracterización de la topología inicial y la topología final de una aplicación de conjuntos.
5. Producto de espacios topológicos.  
Topología producto. Continuidad y productos.
6. Espacios conexos.  
Definición y propiedades. Conexión en  $\mathbb{R}$ . Producto de espacios topológicos conexos. Conexión y continuidad. Conexión local y componentes conexas.
7. Espacios compactos.  
Definición y propiedades. Compactos y cerrados en espacios Hausdorff. Subconjuntos compactos de  $\mathbb{R}$  y  $\mathbb{R}^n$ . Compacidad y continuidad. Compactos en espacios métricos. Compacidad por sucesiones.
8. Espacios métricos completos.  
Sucesiones de Cauchy, completitud. Subespacios topológicos completos. Completación de un espacio métrico.
9. Introducción al Grupo Fundamental.  
Espacios arco-conexos. Definición de grupo fundamental. Propiedades básicas. Descripción de superficies compactas.

**6. Competencias a adquirir****Específicas**

- Conocer definiciones intrínsecas de los conceptos básicos de topología (abierto, cerrado, entorno), así como la caracterización de algunas topologías sencillas.
- Entender la noción de espacio metrizable y conocer métricas distintas que determinan la misma topología.
- Utilizar los conceptos básicos asociados a las nociones de espacio métrico y espacio topológico: compacidad y conexión.
- Construir ejemplos de espacios topológicos usando las nociones de subespacio topológico, espacio producto y espacio cociente.
- Saber las propiedades básicas y ejemplos de conjuntos numerables.
- Conocer una definición general de función continua entre dos espacios topológicos arbitrarios.
- Ser capaces de caracterizar las topologías inicial y final de una aplicación.
- Saber caracterizar los subconjuntos compactos de  $\mathbb{R}^n$ .
- Conocer la definición de sucesión de Cauchy y su relación con las sucesiones convergentes.
- Reconocer topológicamente las superficies compactas y su clasificación.

**Transversales**

- Conseguir capacidad de análisis y síntesis.
- Saber exponer en público.
- Estimular el aprendizaje autónomo.
- Aprender a trabajar en equipo.
- Abordar problemas relacionados con los conceptos asimilados.
- Obtener resultados hilando razonamientos a partir de nociones teóricas.
- Entender demostraciones rigurosas.
- Tener capacidad de organización y planificación

**7. Metodologías**

El contenido teórico de cada una de las unidades de la materia se expondrá a través de clases presenciales, que servirán para fijar los conocimientos ligados a las competencias previstas y dar paso a clases prácticas de resolución de problemas, en los que se aplicarán las definiciones, propiedades y teoremas expuestos en las clases teóricas. Los detalles de algunos de los resultados deberán ser consultados por los alumnos en el libro de referencia.

A partir de esas clases teóricas y prácticas se propondrá a los estudiantes la realización de trabajos personales sobre teoría y problemas, para cuya realización tendrán el apoyo del profesor en seminarios tutelados. En estos seminarios los estudiantes podrán compartir con sus compañeros y con el profesor las dudas que encuentren, obtener solución a las mismas y comenzar a desempeñar por sí mismos las competencias de la materia. Los seminarios tutelados servirán también para resolver problemas planteados por el profesor sobre los que se buscará una gran participación de los estudiantes. En este caso y a diferencia de las clases de problemas, será el propio colectivo de estudiantes el que vaya construyendo el argumento o resolución del problema.

Existirá un horario de tutorías a disposición de los alumnos donde podrán resolver individualmente sus dudas.

Se hará uso también del campus on-line que tiene la Universidad de Salamanca, Studium. En esta plataforma se pondrá a disposición del colectivo el material docente previsto y servirá también como canal adicional de comunicación de los distintos aspectos de la asignatura (fecha de entrega de trabajos, tests, controles, etc.).

Además, los estudiantes tendrán que desarrollar por su parte un trabajo personal de estudio y asimilación de la teoría, resolución de problemas propuestos y preparación de los trabajos propuestos, para alcanzar las competencias previstas.

**8. Previsión de distribución de las metodologías docentes**

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales		26		25	51
Prácticas	– En aula	14		30	44
	– En el laboratorio				
	– En aula de informática				
	– De campo				
	– De visualización (visu)				
Seminarios		10		10	20

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales	Horas no presenciales		
Exposiciones y debates				
Tutorías	2			2
Actividades de seguimiento online				
Preparación de trabajos			10	10
Otras actividades (detallar)				
Exámenes	8		15	23
<b>TOTAL</b>	<b>60</b>		<b>90</b>	<b>150</b>

## 9. Recursos

### Libros de consulta para el alumno

- James R. Munkres. *Topología* (2ª Edición); Prentice Hall (Madrid), 2002.

### Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso

- E. Bujalance; J. Tarrés. *Problemas de Topología*. Cuadernos de la UNED 062, 1991.
- J. Margalef; E. Outerelo. *Introducción a la Topología*. Complutense D.L. (Madrid), 1993.
- G. Fleitas; J. Margalef. *Problemas de Topología General* (2ª Edición). Alambra (Madrid), 1983.

## 10. Evaluación

### Consideraciones Generales

La evaluación de la adquisición de las competencias de la materia se basará principalmente en el trabajo continuado del estudiante, controlado periódicamente con diversos instrumentos de evaluación, conjuntamente con un examen final.

### Criterios de evaluación

Los pesos en la calificación final de las distintas actividades de evaluación serán:

- Actividades presenciales de evaluación continua: 30% (mínimo de 2 sobre 10).
- Actividades no presenciales de evaluación continua: 25% (mínimo de 2 sobre 10).
- Examen de teoría: 20% (mínimo de 3 sobre 10).
- Examen de problemas: 25% (mínimo de 3 sobre 10).

### Instrumentos de evaluación

Los instrumentos de evaluación se llevarán a cabo a través de diferentes actividades:

#### *Actividades No Presenciales de evaluación continua:*

Durante el curso se plantearán a los estudiantes diversos trabajos teórico-prácticos, consistentes en la demostración con rigor de resultados de teoría planteados por el profesor y/o en la resolución de uno o varios ejercicios donde se abordarán los distintos conceptos vistos en clase.

Estos dos tipos de trabajos deberán ser realizados por el estudiante fuera del horario lectivo.

*Actividades Presenciales de evaluación continua:*

Durante el cuatrimestre serán convocadas con suficiente antelación, tanto en clase como a través de la plataforma Studium, unas pruebas presenciales. Las pruebas incluirán unas preguntas de tipo test de carácter teórico y también la resolución de unos problemas similares a los trabajados anteriormente en clase. La duración estimada de este tipo de pruebas es de una hora. Las distintas actividades de evaluación continua, presenciales y no presenciales, se secuenciarán de manera adecuada y se coordinarán con actividades similares de las otras asignaturas del cuatrimestre.

*Examen:*

- Se realizará en la fecha prevista en la planificación docente y tendrá una duración aproximada de cuatro horas. El examen consistirá un apartado de cuestiones teóricas y la realización de problemas.

**Recomendaciones para la evaluación**

Para la adquisición de las competencias previstas en esta materia se recomienda la asistencia y participación activa en todas las actividades programadas y el uso de las tutorías, especialmente aquellas referentes a la revisión de los trabajos.

Las actividades de la evaluación continua no presenciales deben ser entendidas en cierta medida como una autoevaluación del estudiante que le

indica más su evolución en la adquisición de competencias y auto aprendizaje y, no tanto, como una nota importante en su calificación definitiva

**Recomendaciones para la recuperación**

Se realizará un examen de recuperación en la fecha prevista en la planificación docente. Para la calificación de esta recuperación, las ponderaciones

de las distintas actividades de evaluación continua, junto con el examen de recuperación, serán las siguientes:

- Actividades presenciales de evaluación continua: 25%.
- Actividades no presenciales de evaluación continua: 20%.
- Examen de teoría: 25%
- Examen de problemas: 30%.

Tan solo en el caso de que el estudiante obtenga un 50%, o más, en la media ponderada de la primera calificación pero no haya superado la asignatura exclusivamente por no haber superado uno de los mínimos indicados en el examen de la materia, se dará la posibilidad de presentarse al examen de recuperación tan solo de la parte que no ha satisfecho el mínimo mencionado.

**ANÁLISIS MATEMÁTICO III****1. Datos de la Asignatura**

Código	100.212	Plan	2008	ECTS	6
Carácter	Obligatorio	Curso	2º	Periodicidad	C1
Área	Análisis Matemático				
Departamento	Matemáticas				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	<a href="http://moodle.usal.es">http://moodle.usal.es</a>			

**Datos del profesorado**

Profesor	Jesús Rodríguez Lombardero	Grupo/s	
Departamento	Matemáticas		
Área	Análisis Matemático		
Centro	Facultad de Ciencias Químicas		
Despacho	Ed. Merced, M2327		
Horario de tutorías	Lunes 9-10 y 13-14, miércoles y jueves 12-14, previa cita con el profesor		
URL Web	<a href="http://mat.usal.es/~jrl">http://mat.usal.es/~jrl</a>		
E-mail	jrl@usal.es	Teléfono	923294457

Profesor	Ricardo José Alonso Blanco	Grupo/s	
Departamento	Matemáticas		
Área	Análisis Matemático		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Ed. Merced, M3304		
Horario de tutorías	Miércoles y jueves de 13 a 14.		
URL Web			
E-mail	ricardo@usal.es	Teléfono	923294460, ext. 1538

**2. Sentido de la materia en el plan de estudios**

Bloque formativo al que pertenece la materia
Cálculo Diferencial e Integral y Funciones de Variable Compleja
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios
Obligatoria. Es la generalización para funciones de varias variables de los conceptos estudiados en Análisis Matemático I. Se introducen conceptos que se generalizan en la asignatura de Topología, y se sientan las bases para el estudio de la Geometría Diferencial. También está relacionada con la asignatura Ecuaciones Diferenciales, que se imparte en el mismo curso y cuatrimestre.
Perfil profesional
Académico <ul style="list-style-type: none"> <li>• Docencia Universitaria e Investigación</li> <li>• Docencia no universitaria Técnico</li> <li>• Empresas de Informática y Telecomunicaciones</li> <li>• Industria Social</li> <li>• Administración pública</li> <li>• Empresas de Banca, Finanzas y Seguros</li> <li>• Consultorías</li> </ul>

**3. Recomendaciones previas**

Haber cursado las asignaturas Álgebra Lineal I y II y Análisis Matemático I y II del primer curso.

**4. Objetivos de la asignatura****Generales**

- Contribuir a la formación y desarrollo del razonamiento científico.
- Proveer al alumno de capacidades de abstracción, concreción, concisión, imaginación, intuición, razonamiento, crítica, objetividad, síntesis y precisión.

**Específicos**

- Conocer los conceptos fundamentales del cálculo diferencial en varias variables.
- Formular y resolver problemas utilizando el lenguaje matemático.
- Aplicar los conocimientos asociados al cálculo diferencial a la resolución de problemas.

**5. Contenidos****TEMA 1. Nociones de topología en  $\mathbb{R}^n$** 

Normas en un espacio vectorial. Distancia asociada a una norma. Espacios métricos. El espacio euclídeo  $n$ -dimensional. Bolas abiertas y cerradas. Conjuntos abiertos y cerrados. Interior, exterior, frontera y puntos de acumulación de un conjunto. Compacidad. Sucesiones de Cauchy. Sucesiones convergentes. Completitud. Límite de una aplicación entre espacios normados. Propiedades. Límites según subconjuntos. Aplicaciones continuas. Propiedades. Aplicaciones lineales y multilineales continuas.

**TEMA 2. Cálculo diferencial en varias variables.**

Derivada de una función con un vector. Diferencial en un punto de una aplicación entre abiertos de espacios normados de dimensión finita. Expresión en coordenadas. Propiedades algebraicas de la diferencial. Regla de la cadena. Teorema del valor medio. Diferenciales de orden superior. Funciones de clase  $C^h$ . Teorema de Schwarz sobre la igualdad de derivadas cruzadas. Fórmula de Taylor. Aplicación al estudio de extremos locales.

**TEMA 3. El teorema de la función inversa y aplicaciones**

Teorema de la función inversa. Teorema de las funciones implícitas. Criterio de dependencia funcional. Sistemas de coordenadas curvilíneas. Noción de subvariedad diferenciable de  $\mathbb{R}^n$ . Extremos condicionados: multiplicadores de Lagrange.

**6. Competencias a adquirir****Específicas***Académicas*

- Comprender y utilizar el lenguaje matemático. Adquirir la capacidad para enunciar proposiciones en distintos campos de la Matemática, para construir demostraciones y para transmitir los conocimientos matemáticos adquiridos.
- Conocer demostraciones rigurosas de algunos teoremas clásicos del cálculo diferencial en varias variables.
- Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos.

- 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.
- Aprender de manera autónoma nuevos conocimientos y técnicas.

*Disciplinares*

- Calcular límites de funciones y saber determinar el dominio en que una función es continua, aplicando diversas técnicas.
- Estudiar la diferenciabilidad de una función, sus derivadas con cualquier vector y sus diferenciales de orden superior.
- Calcular desarrollos de Taylor.
- Calcular extremos locales y condicionados de funciones de varias variables.
- Comprender el teorema de la función inversa y sus consecuencias.
- Estudiar si una función dada tiene inversa local.
- Estudiar cuándo de un sistema homogéneo de ecuaciones no lineales se pueden despejar localmente ciertas variables como funciones de las demás.
- Realizar cálculos con funciones definidas implícitamente.
- Realizar las operaciones del cálculo diferencial en distintos sistemas de coordenadas.

*Profesionales*

- Capacidad para aplicar la teoría a la práctica.
- Comunicar, tanto por escrito como de forma oral, conocimientos, procedimientos, resultados e ideas matemáticas.
- Capacitar para resolver problemas de ámbito académico, técnico, financiero o social mediante métodos matemáticos.
- Saber trabajar en equipo, aportando modelos matemáticos adaptados a las necesidades colectivas.
- Proponer, analizar, validar e interpretar modelos de situaciones reales sencillas, utilizando las herramientas matemáticas más adecuadas a los fines que se persigan.

**Transversales***Instrumentales:*

- Capacidad de organizar y planificar.
- Identificación de problemas y planteamiento de estrategias de solución.
- Habilidades para recuperar y analizar información desde diferentes fuentes.

*Interpersonales:*

- Comunicación de conceptos abstractos.
- Argumentación racional.
- Capacidad de aprendizaje.
- Inquietud por la calidad.

*Sistémicas:*

- Creatividad.
- Habilidad para trabajar en equipos multidisciplinares.
- Planificar y dirigir.

**7. Metodologías****Clases magistrales**

Mediante esta fórmula se desarrollarán los contenidos teóricos, siguiendo uno o dos libros de texto de referencia, en los que se incluyen las definiciones de los diferentes conceptos y su comprensión a partir de ejemplos, así como las propiedades formuladas como teoremas y corolarios, argumentando su demostración en los casos más notables. Se fijan así los conocimientos ligados a las competencias previstas y se da paso a clases prácticas de resolución de problemas.

**Resolución de problemas**

A través de clases prácticas se irán resolviendo los ejercicios y problemas planteados para aplicar y asimilar los contenidos, utilizando cuando sea conveniente medios informáticos, de modo que en las clases prácticas los estudiantes se inicien en las competencias previstas.

**Entrega de trabajos personales y seminarios tutelados**

A partir de esas clases teóricas y prácticas los profesores propondrán a los estudiantes la realización de trabajos personales sobre problemas, contando con el apoyo del profesor en seminarios tutelados. En esos seminarios los estudiantes podrán compartir con sus compañeros y con el profesor las dudas que encuentren, obtener solución a las mismas y comenzar a desempeñar por sí mismos las competencias del módulo.

Los trabajos entregados serán corregidos por el profesor y comentados posteriormente en las tutorías personales, con el fin de que puedan detectar sus posibles deficiencias, tanto de comprensión como de redacción.

**Trabajo personal**

Además, los estudiantes tendrán que desarrollar por su parte un trabajo personal de estudio y asimilación de la teoría, resolución de problemas propuestos y preparación de los trabajos propuestos, para alcanzar las competencias previstas.

**Exposición de trabajos**

Se podrán realizar exposiciones de partes de la teoría ya explicada por el profesor, o de algún enunciado cuya demostración hubiera quedado pendiente para: o bien, en casos sencillos, ser obtenida por los propios alumnos o bien ser consultada en alguno de los textos de la bibliografía indicado. Se expondrán, además, los trabajos prácticos ante el profesor y el resto de compañeros, comentándolos luego en una tutoría personal entre estudiante y profesor.

**Realización de exámenes**

Exámenes de teoría y resolución de problemas

**8. Previsión de distribución de las metodologías docentes**

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales		24		24	48
Prácticas	– En aula	18		36	54
	– En el laboratorio				
	– En aula de informática				
	– De campo				
	– De visualización (visu)				



	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales	Horas no presenciales		
Seminarios	6			6
Exposiciones y debates	5			5
Tutorías	3			3
Actividades de seguimiento online				
Preparación de trabajos			15	19
Otras actividades (detallar)				
Exámenes	4		15	
TOTAL	60		90	150

## 9. Recursos

### Libros de consulta para el alumno

#### Teoría:

- J. de Burgos, *Cálculo Infinitesimal de Varias Variables*. McGraw-Hill, 2008.
- J. A. Fernández Viña, *Análisis Matemático II: Topología y Cálculo Diferencial*. Ed. Tecnos, 1992.

#### Problemas:

- F. Galindo, J. Sanz, L. A. Tristán, *Guía Práctica de Cálculo Infinitesimal en varias variables*. Ed. Thomson.
- J. A. Fernández Viña, E. Sánchez Mañes, *Ejercicios y complementos de Análisis Matemático II*. Ed. Tecnos.

### Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso

#### Teoría:

- T. M. Apóstol, *Análisis Matemático*. Ed. Reverté
- F. del Castillo, *Análisis Matemático II*. Ed. Alambra.
- J. Escudra, J. Rodríguez, A. Tocino, *Análisis Matemático*. Ed. Hespérides.
- L. H. Loomis, S. Sternberg, *Advanced Calculus*. Ed. Addison Wesley Longman.
- L. M. Navas, *Curso de Análisis Matemático II*. Ed. LC.

#### Problemas:

- M. Besada, F. J. García, M. A. Mirás, C. Vázquez, *Cálculo de varias variables. Cuestiones y ejercicios resueltos*. Ed. Prentice Hall.
- F. Bombal, L. Rodríguez, G. Vera, *Problemas de Análisis Matemático 2. Cálculo diferencial*. Ed. AC.
- G. L. Bradley, K. J. Smith, *Cálculo de varias variables*. Ed. Prentice Hall.
- A. García y otros, *Cálculo II: teoría y problemas de funciones de varias variables*. Ed. Clagsa.
- L. M. Navas, *Análisis Matemático II. Problemas y Soluciones*. Ed. LC.

#### Recursos de internet:

- En la página web del curso, a la que se accede desde la página <http://www.moodle.usal.es>, están disponibles los enunciados de los problemas, las hojas con las que se trabajará en los seminarios, enlaces a otros recursos en Internet y cualquier otra información que se considere útil. Asimismo es un cauce de comunicación entre profesores y alumnos.
- En <http://www.matematicas.net> hay enlaces a cursos, problemas, apuntes, etc

**10. Evaluación****Consideraciones Generales**

Se evaluará el nivel adquirido en las competencias y destrezas expuestas, así como el logro de los objetivos propuestos. Se exigirá una nota mínima en cada grupo de actividades a evaluar y en cada bloque del temario, evitando así el desconocimiento absoluto de alguna parte de la materia y la no realización de las actividades. En el caso de los exámenes escritos, este mínimo será de 3.5 puntos sobre 10, tanto en teoría como en problemas.

**Criterios de evaluación**

La evaluación valorará la adquisición de las competencias de carácter teórico y práctico que se comprobará tanto por actividades de evaluación continua como por una prueba final por escrito.

**Evaluación ordinaria:**

- Las actividades de evaluación continua (pruebas por escrito, resolución de ejercicios propuestos a lo largo del curso y participación en los seminarios) supondrán el 40% de la nota final.
- Examen final: habrá un examen final de teoría y problemas que se realizará por escrito y cuya calificación supondrá el 60% de la nota total de la asignatura.

Examen de recuperación: Para aquellos alumnos que no hayan aprobado la asignatura en la convocatoria ordinaria habrá un segundo examen escrito de teoría y problemas con el que podrán mejorar la nota obtenida en el examen final.

La parte de la nota correspondiente a la evaluación continua (trabajos, exposiciones y pruebas escritas realizadas a lo largo del curso) no se puede recuperar.

**Instrumentos de evaluación****Evaluación continua, se valorará:**

- Pruebas presenciales.
- Trabajo de resolución de problemas que se propondrán a lo largo del curso. El modo de evaluar este trabajo será el siguiente: La mitad de los ejercicios que han de resolver en las pruebas presenciales que forman parte de la evaluación continua serán elegidos de entre los que se han propuesto anteriormente a los alumnos.
- Participación en los seminarios.

**Examen final.****Examen de recuperación.****Recomendaciones para la evaluación**

- En todo momento la asistencia a las clases y seminarios es altamente recomendable.
  - Una vez que el profesor entrega los trabajos corregidos, analizar los errores cometidos, tanto individualmente, como acudiendo a las tutorías.
  - Ensayo previo de la exposición de los trabajos en un equipo, para detectar las posibles deficiencias en el entendimiento de los conceptos, así como en la forma de expresión.
  - En la preparación de la parte teórica es importante comprender (los conceptos, razonamientos, etc.) y evitar la memorización automática.
  - En cuanto a la preparación de problemas, es necesario ejercitarse con los problemas que aparecen en el libro de texto recomendado, no sólo con los problemas resueltos, sino intentando la resolución de los problemas propuestos.
- Resolver las dudas mediante el manejo de bibliografía, discusiones con los compañeros y acudiendo al profesor.

## Recomendaciones para la recuperación

- Analizar los errores cometidos en los exámenes y en los trabajos (acudiendo para ello a la revisión).
- Trabajar en su preparación con las mismas recomendaciones realizadas para la evaluación.

## CÁLCULO DE PROBABILIDADES

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100.213	Plan	2008	ECTS	6
Carácter	Obligatorio	Curso	2º	Periodicidad	C1
Área	Estadística e investigación operativa				
Departamento	Estadística				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	<a href="http://moodle.usal.es">http://moodle.usal.es</a>			

## Datos del profesorado

Profesor	Javier Villarroel Rodríguez	Grupo/s	
Departamento	Estadística		
Área	Estadística e investigación operativa		
Centro	Facultad Ciencias		
Despacho	Edif. Ciencias, D1511		
Horario de tutorías	Lunes, martes, miércoles de 16:30 a 18:30		
URL Web			
E-mail	javier@usal.es	Teléfono	923294458

## 2. Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia
Probabilidad y Estadística.
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios
Pretende dar la formación matemática y probabilística básica para afrontar los estudios subsiguientes de procesos estocásticos y derivados financieros, estadística, teoría de juegos, teoría de la medida.
Perfil profesional
Interés preferente en Finanzas y banca, seguros y auditorías, dirección de encuestas, telecomunicaciones y teoría de la señal.

**3. Recomendaciones previas**

Análisis Matemático I.  
Análisis Matemático II.  
Conocimientos: series, integrales, rudimentos de teoría de conjuntos.

**4. Objetivos de la asignatura**

- Conocimiento del temario. Familiarizarse con las leyes que rigen los fenómenos aleatorios y aprender a utilizar las herramientas básicas que le permitan calcular probabilidades.
- Conocer experiencias de la vida cotidiana en las que interviene el azar. Saber operar con los conceptos manejados. Saber cómo usarlos para modelar problemas del mundo real.

**5. Contenidos**

- 1) Experimento aleatorio.  
Experimentos repetibles. Definición frecuentista de la probabilidad. Tipos y operaciones con sucesos. Álgebras y espacios de probabilidad abstractos. Axiomática de Kolmogorov. Espacios de probabilidad finitos equiprobables: Regla de Laplace. Continuidad secuencial
- 2) Independencia.  
Noción intuitiva. Repetición de experimentos aleatorios. Espacios producto.
- 3) Probabilidades condicionadas.  
Probabilidad condicionada e Independencia. Fórmula del producto. Teorema de la probabilidad total. Fórmula de Bayes. Probabilidades a priori y posteriori.
- 4) Variables aleatorias discretas.  
Distribuciones clásicas. Distribuciones de Poisson, binomial y geométrica.
- 5) Variables aleatorias continuas.  
Funciones de densidad. Distribuciones exponencial y normal.
- 6) Funciones de distribución.  
Definición. Esperanzas. Correlación. Momentos de una distribución. Moda y Mediana. Medidas de Dispersión. Desigualdad de Chevishev. Transformaciones de variables aleatorias Funciones de Variables aleatorias. Transformación de densidad bajo difeomorfismos. Distribuciones puras y mixtas. Distribución Binomial multiplicativa.

**6. Competencias a adquirir****Específicas**

- Reconocer situaciones reales en las que aparecen las distribuciones probabilísticas más usuales.
- Manejar variables aleatorias y conocer su utilidad. Aprender el uso de éstas para la modelización de fenómenos reales.
- Utilizar y comprender en profundidad el concepto de independencia.

**Transversales**

- Capacidad de análisis, razonamiento lógico y síntesis.
- Capacidad de organización y estructuración.
- Creatividad.
- Iniciativa personal.

**7. Metodologías**

Fundamentalmente clase magistral y metodología basada en problemas y estudios de casos.

Planteamiento de problemas para trabajar el alumno individualmente y en grupo.

Ocasionalmente realizar simulaciones por ordenador y asistir a "laboratorio de probabilidad" para mejor ejemplificar ideas teóricas.

**8. Previsión de distribución de las metodologías docentes**

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales		25		28	53
Prácticas	– En aula	12		32	44
	– En el laboratorio				
	– En aula de informática				
	– De campo				
	– De visualización (visu)				
Seminarios					
Exposiciones y debates		16			16
Tutorías		3			3
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos				15	15
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		4		15	19
TOTAL		60		90	150

**9. Recursos****Libros de consulta para el alumno**

- F. J. Martín-Pliego y L. Ruiz-Maya. *Fundamentos de probabilidad*, Ed. Paraninfo.
- R. Ash. *Basic Probability Theory*, Dover Books.

Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso

- V. Quesada y A. García. *Lecciones de Cálculo de Probabilidades*, ed. Díaz de Santos.
- R. Grimmet, D. Stirzaker. *Probability and Random Processes*, Oxford Univ. press.

## 10. Evaluación

### Consideraciones Generales

Se valorarán la iniciativa, interés y capacidad de exposición.

### Criterios de evaluación

70% examen asignatura. Además se requiere un mínimo de 3.5 puntos para poder aprobar.

30% ejercicios y exposiciones en clase.

### Instrumentos de evaluación

Exámenes escritos de teoría y problemas.

Trabajos individuales y en equipo.

Exposición de trabajos.

Participación en clase.

### Recomendaciones para la evaluación

Además del conocimiento académico clásico se valorarán

- la iniciativa y capacidad de innovación,
- el trabajo continuado y esfuerzo desplegado,
- participación e interés.

La asistencia a clase es recomendable.

### Recomendaciones para la recuperación

Las mismas que para la evaluación ordinaria.

## ECUACIONES DIFERENCIALES

### 1. Datos de la Asignatura

Código	100.214	Plan	2008	ECTS	6
Carácter	Obligatorio	Curso	2º	Periodicidad	C1
Área	Análisis Matemático				
Departamento	Matemáticas				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	<a href="http://moodle.usal.es">http://moodle.usal.es</a>			

**Datos del profesorado**

Profesor	Ricardo José Alonso Blanco	Grupo/s	
Departamento	Matemáticas		
Área	Análisis Matemático		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Ed. Merced, M3304		
Horario de tutorías	Martes, jueves y viernes de 12 a 14		
URL Web			
E-mail	ricardo@usal.es	Teléfono	923294460

**2. Sentido de la materia en el plan de estudios**

Bloque formativo al que pertenece la materia
Ecuaciones diferenciales y resolución numérica.
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios
Formación obligatoria. Rama Ciencias.
Perfil profesional
Académico <ul style="list-style-type: none"> <li>• Docencia Universitaria e Investigación</li> <li>• Docencia no universitaria</li> </ul>
Técnico <ul style="list-style-type: none"> <li>• Empresas de Informática y Telecomunicaciones</li> <li>• Industria</li> <li>• Social</li> <li>• Administración pública</li> <li>• Empresas de Banca, Finanzas y Seguros</li> <li>• Consultorías</li> </ul>

**3. Recomendaciones previas**

Cálculo diferencial e integral básicos (Asignaturas: Análisis Matemático I y II). Álgebra lineal básica (Asignaturas: Álgebra Lineal I y II).
---

**4. Objetivos de la asignatura****Generales**

- Contribuir a la formación y desarrollo del razonamiento científico.
- Proveer al alumno de capacidades de abstracción, concreción, concisión, imaginación, intuición, razonamiento, crítica, objetividad, síntesis y precisión.

**Específicos**

- Conocer y aplicar métodos para resolver algunos tipos de ecuaciones diferenciales ordinarias y de ecuaciones en derivadas parciales sencillas.
- Resolver sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias.
- Traducir algunos problemas reales en términos de ecuaciones diferenciales ordinarias y ecuaciones en derivadas parciales.

**5. Contenidos**

1. *Ecuaciones Diferenciales Ordinarias de Primer Orden.* Introducción. Noción de ecuación diferencial ordinaria de primer orden. Noción de solución. Método de las aproximaciones sucesivas de Picard: existencia y unicidad de soluciones. Interpretación física y geométrica, espacio de fases. Métodos elementales de resolución de ecuaciones diferenciales de primer orden. Ecuaciones implícitas de primer orden. Soluciones singulares y regulares.
2. *Sistemas de ecuaciones diferenciales de primer orden.* Teorema de existencia y unicidad. Sistemas de ecuaciones diferenciales lineales de primer orden. Estructura del espacio de soluciones. Método de variación de las constantes. Resolución de sistemas de ecuaciones diferenciales lineales de primer orden con coeficientes constantes.
3. *Ecuaciones diferenciales lineales de orden superior.* Análisis mediante la reducción a un sistema de primer orden equivalente. Resolución de algunos tipos particulares. Resolución mediante desarrollos en series de potencias. Algunos tipos clásicos. Nociones sobre problemas de contorno.
4. *Introducción a las ecuaciones en derivadas parciales.* Ecuaciones en derivadas parciales de primer orden: ecuaciones lineales y campos, método de las características. Ecuaciones en derivadas parciales de segundo orden: clasificación, métodos elementales y ejemplos clásicos (ecuaciones del calor, de ondas y de Laplace).

**6. Competencias a adquirir****Específicas***Académicas*

- Comprender y utilizar el lenguaje matemático. Adquirir la capacidad para enunciar proposiciones en distintos campos de la Matemática, para construir demostraciones y para transmitir los conocimientos matemáticos adquiridos.
- Conocer la demostración rigurosa de algunos teoremas clásicos de la teoría de ecuaciones diferenciales.
- Aprender de manera autónoma nuevos conocimientos y técnicas.

*Profesionales*

- Proponer, analizar, validar e interpretar modelos de procesos dinámicos utilizando ecuaciones diferenciales.
- Capacidad para aplicar la teoría a la práctica.
- Comunicar, tanto por escrito como de forma oral, conocimientos, procedimientos, resultados e ideas matemáticas.
- Capacitar para resolver problemas de ámbito académico, técnico, financiero o social mediante métodos matemáticos.
- Saber trabajar en equipo, aportando modelos matemáticos adaptados a las necesidades colectivas.



*Disciplinares*

- Asimilar la noción de solución de una ecuación diferencial ordinaria.
- Comprender y aplicar los teoremas de existencia y unicidad para ecuaciones y sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias.
- Resolver los tipos elementales de ecuaciones diferenciales de primer orden.
- Resolver sistemas de ecuaciones lineales de primer orden con coeficientes constantes.
- Aplicar métodos elementales a la resolución de algunas ecuaciones de orden superior.
- Aplicar métodos elementales a la resolución de algunas ecuaciones en derivadas parciales de primer y segundo orden.

**Transversales***Instrumentales:*

- Capacidad de organizar y planificar.
- Identificación de problemas y planteamiento de estrategias de solución.
- Habilidades para recuperar y analizar información desde diferentes fuentes.

*Interpersonales:*

- Comunicación de conceptos abstractos.
- Argumentación racional.
- Capacidad de aprendizaje.
- Inquietud por la calidad.

*Sistémicas:*

- Creatividad.
- Habilidad para trabajar en equipos multidisciplinares.
- Planificar y dirigir.

**7. Metodologías**

- *Clases magistrales de teoría*

Mediante esta fórmula se desarrollarán los contenidos teóricos básicos.

- *Clases magistrales de resolución de problemas*

A través de clases prácticas se irán resolviendo ejercicios y problemas para aplicar y asimilar los contenidos.

- *Trabajo personal*

Los estudiantes tendrán que desarrollar un trabajo personal de estudio y asimilación de la teoría, resolución de problemas y preparación de los trabajos propuestos.

- *Seminarios tutelados*

Los profesores propondrán diferentes actividades de resolución de problemas o desarrollos de la teoría; los estudiantes podrán compartir con sus compañeros y con el profesor las dudas que encuentren para obtener solución a las mismas y exponer los resultados.

- *Realización de pruebas escritas*

A lo largo del curso se realizarán una o varias pruebas escritas de teoría y de resolución de problemas, que serán fijadas con suficiente antelación.

- *Tareas y trabajos personales*

A partir de esas clases teóricas y prácticas se propondrá a los estudiantes la realización de ciertas tareas y/o problemas. La exposición y evaluación de dichas tareas podrá ser llevada a cabo formando parte de las pruebas escritas.

## 8. Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales		42		60	102
Prácticas	– En aula				
	– En el laboratorio				
	– En aula de informática				
	– De campo				
	– De visualización (visu)				
Seminarios		6			6
Exposiciones y debates		6			6
Tutorías		2			2
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos				15	15
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		4		15	19
TOTAL		60		90	150

## 9. Recursos

## Libros de consulta para el alumno

- M. Braun, *Ecuaciones diferenciales y sus aplicaciones*, Grupo Editorial Iberoamérica, 1990.
- L. Elsgoltz, *Ecuaciones diferenciales y cálculo variacional*, Mir, 1994.

## Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso

- V. I. Arnold, *Ordinary differential equations*, Springer, 1992.
- Ayres, F., *Ecuaciones diferenciales*, McGraw-Hill.
- M. Calvo, J. Carnicer, *Curso de ecuaciones diferenciales ordinarias*, PUZ, 1998.
- L. Ford, *Differential equations*, Mc-Graw-Hill, 1933.
- J. Muñoz, *Ecuaciones diferenciales I*, Universidad de Salamanca, 1982.
- K. Nagle, E. Saff, *Fundamentos de ecuaciones diferenciales*, Wesley Iberoamericana, 1992
- S. Novo, R. Obaya, J. Rojo, *Ecuaciones y sistemas diferenciales*, AC, 1992.
- I. Peral, *Primer curso de ecuaciones en derivadas parciales*, Addison-Wesley/UAM, 1995.
- P. Puig Adam, *Curso teórico práctico de ecuaciones diferenciales aplicado a la física y técnica*, Ed. Nuevas Gráficas, 1970.
- G. Simmons, *Ecuaciones diferenciales con aplicaciones y notas históricas*, McGraw-Hill, 2002.
- M. Tenenbaum, H. Pollard, *Ordinary differential equations*, Dover, 1985.
- D. Zill, R. Cullen. *Matemáticas avanzadas para ingeniería v. I Ecuaciones diferenciales*. McGraw-Hill, 2008.

**10. Evaluación**

<b>Consideraciones Generales</b>
Se evaluará el nivel adquirido en las competencias descritas, así como el logro de los objetivos propuestos.
<b>Criterios de evaluación</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Examen final escrito: 60% de la nota final.</li> <li>Evaluación continua: 40% de la nota final.</li> </ul> <p>Para obtener una evaluación final positiva se exigirá una puntuación mínima de 3'5 sobre 10 en el examen escrito.</p> <p>Se valorará la exposición voluntaria de problemas y tareas en los seminarios con un máximo de un 10% extra de puntuación.</p>
<b>Instrumentos de evaluación</b>
<p>Entre paréntesis se indica la puntuación aportada por cada actividad (de un máximo final de 10). Actividades a evaluar</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Tareas individuales (2 puntos)</li> <li>Pruebas escritas (2 puntos)</li> <li>Examen final (6 puntos)</li> </ul> <p>Un punto extra puede obtenerse por la participación en los seminarios. Recuperación:</p> <p>Quienes no hayan superado la evaluación ordinaria, dispondrán de un examen final de recuperación. Se mantiene la puntuación de la evaluación continua. La evaluación continua no se recupera. El resto de consideraciones es el mismo.</p>
<b>Recomendaciones para la evaluación</b>
<p>El trabajo personal del alumno es parte esencial para el éxito en la asimilación de la asignatura. Como puntos concretos se recomienda:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Asistir a las clases y seminarios.</li> <li>En la preparación de la parte teórica, evitar la memorización irreflexiva, siendo importante analizar y comprender los conceptos, razonamientos, etc.</li> <li>En cuanto a la preparación de problemas, ejercitarse con los problemas que aparecen en los libros de texto recomendados, no sólo con los problemas resueltos, sino intentando la resolución de los problemas propuestos.</li> <li>Analizar los errores cometidos, una vez se hayan corregido las diferentes tareas, tanto individualmente como acudiendo a las tutorías.</li> <li>Resolver las dudas mediante el manejo de bibliografía y acudiendo al profesor.</li> </ul>
<b>Recomendaciones para la recuperación</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Trabajar en su preparación con las mismas recomendaciones realizadas para la evaluación.</li> <li>Analizar los errores cometidos en el examen, acudiendo para ello a la revisión.</li> </ul>

## SEGUNDO CURSO. SEGUNDO CUATRIMESTRE

## GEOMETRÍA

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100.215	Plan	2008	ECTS	6
Carácter	Obligatorio	Curso	2º	Periodicidad	C2
Área	Álgebra - Geometría y Topología				
Departamento	Matemáticas				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	<a href="http://moodle.usal.es/">http://moodle.usal.es/</a>			

## Datos del profesorado

Profesor	Carlos Sancho de Salas	Grupo/s	
Departamento	Matemáticas		
Área	Álgebra		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Ed. Merced, M3315		
Horario de tutorías	Lunes, martes y miércoles de 17 a 18.		
URL Web			
E-mail	mplu@usal.es	Teléfono	923294456

Profesor	Fernando Sancho de Salas	Grupo/s	
Departamento	Matemáticas		
Área	Geometría y Topología		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Ed. Merced, M3316		
Horario de tutorías	Lunes, martes y miércoles de 17:00 a 18:00.		
URL Web			
E-mail	fsancho@usal.es	Teléfono	923294456

**2. Sentido de la materia en el plan de estudios**

Bloque formativo al que pertenece la materia
Módulo formativo de "Álgebra Lineal y Geometría".
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios
Es una asignatura obligatoria que se podría considerar fundamental para seguir en la línea de especialización de Matemáticas fundamentales e investigación en Álgebra y Geometría.
Perfil profesional
Académico.

**3. Recomendaciones previas**

Haber cursado las materias de "Álgebra Lineal I" y "Álgebra lineal II"
--

**4. Objetivos de la asignatura**

Esta materia desarrolla la geometría afín y euclídea y sus problemas de clasificación con particular incidencia en las métricas, cónicas y cuádricas.
---

**5. Contenidos**

Tema 1. Espacio afín. Transformaciones afines, grupo afín.
Tema 2. Espacio euclídeo. Grupo de semejanzas, movimientos y grupo ortogonal
Tema 3. Métricas simétricas y formas cuadráticas: rango, índice. Clasificación.
Tema 4. Cónicas y cuádricas: elementos afines y euclídeos. Clasificación.

**6. Competencias a adquirir**

CB-1, CB-2, CB-5, CG-1, CG-2, CG-3, CG-4, CG-5, CE-1, CE-2, CE-6, CE-7.
<b>Específicas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Reconocer las transformaciones y las funciones afines.</li> <li>Saber expresar en coordenadas las transformaciones afines y saber calcular la parte lineal de las mismas.</li> <li>Saber reconocer las semejanzas, movimientos y simetrías de un espacio euclídeo y sus expresiones en coordenadas.</li> <li>Saber calcular los invariantes fundamentales de las métricas y dar su forma canónica.</li> <li>Saber calcular los elementos notables y los invariantes, afines y euclídeos, de cónicas y cuádricas.</li> <li>Saber clasificar cónicas y cuádricas.</li> </ul>
<b>Transversales</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Capacidad de análisis y síntesis.</li> <li>Resolución de problemas.</li> <li>Razonamiento crítico.</li> </ul>

- Habilidades en las relaciones interpersonales.
- Aprendizaje autónomo.
- Motivación por la calidad.
- Capacidad de organización y planificación.
- Trabajo en equipo.

## 7. Metodologías

Esta materia se desarrollará coordinadamente con las otras materias del módulo formativo. Se expondrá el contenido teórico de los temas a través de clases presenciales, que servirán para fijar los conocimientos ligados a las competencias previstas y dar paso a clases prácticas de resolución de problemas, en los que se aplicarán las definiciones, propiedades y teoremas expuestos en las clases teóricas.

A partir de esas clases teóricas y prácticas los profesores propondrán a los estudiantes la realización de trabajos personales sobre teoría y problemas, para cuya realización tendrán el apoyo del profesor en seminarios tutelados. En esos seminarios los estudiantes podrán compartir con sus compañeros y con el profesor las dudas que encuentren, obtener solución a las mismas y comenzar a desempeñar por si mismos las competencias de la materia.

## 8. Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales		39		51	90
Prácticas	– En aula				
	– En el laboratorio				
	– En aula de informática				
	– De campo				
	– De visualización (visu)				
Seminarios		14		26	40
Exposiciones y debates		1		2	3
Tutorías		1		1	2
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos					
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		5		10	15
TOTAL		60		90	150

**9. Recursos****Libros de consulta para el alumno***Libros de texto para la teoría:*

- Manuel Castellet e Irene Llerena. *Álgebra Lineal y geometría*. Editorial Reverté, 1991.
- F. Puerta Sales. *Álgebra Lineal*. Ediciones UPC 2005.

*Libro de texto para problemas:*

- J. M. Aroca Hernández-Ros, M. J. Fernández Bermejo y J. Pérez Blanco. *Problemas de geometría afín y geometría métrica*. Secretariado de publicaciones intercambio editorial. Universidad de Valladolid 2004.

**Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso**

- Daniel Hernández Ruipérez. *Álgebra Lineal*. Editorial Universidad de Salamanca, 1990.
- Material proporcionado a través del Campus Virtual (Studium) de la USAL

**10. Evaluación****Consideraciones Generales**

La evaluación del alumno se hará de modo continuo junto con un examen final.

**Criterios de evaluación**

El examen final contará un máximo de un 50%.

Los controles teórico-prácticos en clase contarán al menos un 50%.

**Instrumentos de evaluación**

Se realizarán periódicamente controles teórico-prácticos, que los alumnos realizarán por escrito.

**Recomendaciones para la evaluación**

Se recomienda la asistencia a las clases y la participación activa en las actividades programadas.

**Recomendaciones para la recuperación**

Cada control tendrá una recuperación, así como el examen final.

**GEOMETRÍA DIFERENCIAL I****1. Datos de la Asignatura**

Código	100.216	Plan	2008	ECTS	6
Carácter	Obligatoria	Curso	2º	Periodicidad	C2
Área	Geometría y Topología				
Departamento	Matemáticas				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Campus virtual Studium			
	URL de Acceso:	<a href="http://moodle.usal.es">http://moodle.usal.es</a>			

**Datos del profesorado**

Profesor	Antonio López Almorox	Grupo / s	
Departamento	Matemáticas		
Área	Geometría y Topología		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Ed. Merced, M3317		
Horario de tutorías	Lunes, martes, miércoles, jueves y viernes de 13:00 a 14:00.		
URL Web			
E-mail	alm@usal.es	Teléfono	923 29 44 59

**2. Sentido de la materia en el plan de estudios****Bloque formativo al que pertenece la materia**

Esta asignatura pertenece al módulo formativo "Topología y Geometría Diferencial" el cual incluye además la asignatura "Topología".

**Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios**

Su carácter es obligatorio y su docencia está programada en el segundo semestre del 2º curso una vez que el estudiante haya cursado el primer curso, un cálculo diferencial en varias variables y la asignatura Topología de este mismo módulo. La asignatura se desarrollará coordinadamente con las otras materias del curso. Sus contenidos sirven de introducción para las asignaturas optativas del módulo Ampliación de Geometría (Geometría Diferencial II y Métodos Geométricos en Física).

**Perfil profesional**

Al ser una materia obligatoria tiene interés en los perfiles profesionales vinculados a la Titulación de este Grado en Matemáticas: Académico, Técnico y Social.

**3. Recomendaciones previas**

Haber cursado las siguientes asignaturas del Grado: Álgebra Lineal I, Álgebra Lineal II, Análisis Matemático I, Análisis Matemático II, Análisis Matemático III, Álgebra, Topología y Ecuaciones Diferenciales.

**4. Objetivos de la asignatura***Objetivo General:*

- Introducción y contacto inicial con la Geometría Diferencial riemanniana de  $R^3$ . En particular, usar el cálculo diferencial e integral y la Topología para el estudio de curvas y superficies del espacio euclídeo tridimensional.

*Objetivo específico:*

- El estudiante debe aprender y utilizar los conceptos geométricos y algunos resultados básicos que aparecen en el estudio de la Geometría Diferencial del espacio euclídeo y de algunas de sus subvariedades diferenciables (curvas y superficies riemannianas).



Mediante un breve desarrollo teórico y de adecuados y suficientes ejemplos, el estudiante deberá saber manejar tanto el lenguaje como las técnicas, de carácter local, propias de la asignatura. El énfasis de los aspectos locales de esta materia servirá de introducción y motivación al concepto de variedad diferenciable que podrá estudiarse en el curso de Geometría Diferencial II del tercer curso.

## 5. Contenidos

Tema I. Algunos aspectos geométricos de la estructura diferenciable del espacio euclídeo.

- Funciones diferenciables. Vectores y espacio tangente en un punto de  $\mathbb{R}^n$ . Formas lineales y espacio cotangente en un punto de  $\mathbb{R}^n$ . Aplicaciones diferenciables. Aplicación tangente y cotangente en un punto. Difeomorfismos locales, teorema de la aplicación inversa y sistemas de coordenadas locales.
- Campos vectoriales diferenciables y 1-formas diferenciables en el espacio  $\mathbb{R}^n$ . Métrica riemanniana euclídea. Gradiente de una función y volumen euclídeo.
- Traslado paralelo euclídeo y ley de derivación covariante euclídea.

Tema II. Geometría riemanniana de las curvas alabeadas de  $\mathbb{R}^n$ .

- Curvas parametrizadas y campo de velocidades. Longitud de una curva. Reparametrización de una curva regular por la longitud de arco.
- Campos vectoriales con soporte una curva parametrizada y su derivación covariante a lo largo de dicha curva. Referencias móviles y fórmulas de Frenet de curvas alabeadas del espacio euclídeo.
- Estudio de las curvas planas y tridimensionales. Significado geométrico de la torsión y curvatura de una curva. Clasificación bajo movimientos euclídeos. Algunas propiedades globales de las curvas planas.

Tema III. Geometría riemanniana de las superficies regulares de  $\mathbb{R}^3$ .

- Concepto de superficie regular. Ecuaciones paramétricas e implícitas. Espacio tangente en un punto a una superficie. Campos tangentes a una superficie. Elemento de área de una superficie. Generalización de estos conceptos a las hipersuperficies orientadas de  $\mathbb{R}^n$ .
- Primera y segunda forma fundamental. Ecuación de Gauss. Endomorfismo de Weingarten. Vectores y curvaturas principales. Curvaturas geodésicas y normales. Teoremas de Euler y Meusnier. Geodésicas sobre una superficie. Curvatura media y curvatura de Gauss. Clasificación de los puntos de una superficie. Teorema egregio de Gauss y ecuaciones de Codazzi-Mainardi. Contenido geométrico I teorema fundamental la teoría. Algunas propiedades globales de las superficies de  $\mathbb{R}^3$ : Enunciado y aplicaciones del teorema de Gauss-Bonnet.

## 6. Competencias a adquirir

### Específicas

- Reconocer la naturaleza de los puntos de una curva en  $\mathbb{R}^3$ . Cálculo de curvatura y torsión. El alumno debe conocer los conceptos de curva regular y saber caracterizar sus propiedades diferenciables locales.
- Reconocer la naturaleza de los puntos de una superficie de  $\mathbb{R}^3$ . Cálculo de la curvatura de Gauss, curvatura media y curvaturas principales. El alumno debe conocer los conceptos de superficie regular y saber caracterizar sus propiedades diferenciables locales.
- Reconocer algunas propiedades globales de curvas y superficies.
- Reconocer qué problemas geométricos en el espacio euclídeo pueden ser abordados con las técnicas de la Geometría Diferencial riemanniana, y debe saber plantearlos y resolverlos.

- Comprender que la Geometría Diferencial es una buena aproximación a algunos de los problemas de la realidad, que la hacen una herramienta útil en diversas aplicaciones de las Matemáticas.

#### Transversales

- Capacidad de análisis y síntesis.
- Resolución de problemas.
- Razonamiento crítico.
- Habilidades en las relaciones interpersonales.
- Aprendizaje autónomo.
- Motivación por la calidad.
- Capacidad de organización y planificación
- Trabajo en equipo.
- Adaptación a nuevas situaciones.

### 7. Metodologías

Se expondrá un breve contenido teórico de los temas a través de clases presenciales, utilizando los libros de texto de referencia y el uso de medios informáticos, que servirán para fijar los conocimientos necesarios para desarrollar las competencias previstas.

Las clases presenciales de problemas permitirán a los estudiantes profundizar en los conceptos desarrollados. Para alcanzar tal fin, los estudiantes dispondrán, vía la plataforma Moodle-Studium o en fotocopias, de aquel material docente que se estime oportuno y en particular de los correspondientes enunciados de problemas con objeto de poder trabajar en ellos con antelación.

Con objeto de conseguir una mayor comprensión de los conceptos y destreza en las técnicas expuestas, se propondrán diferentes problemas y/o cuestiones teóricas a los estudiantes para cuya realización contarán con el apoyo del profesor en seminarios tutelados. Estos seminarios se tratarán de clases prácticas muy participativas en las que se fomentará la discusión y donde los estudiantes podrán compartir con sus compañeros las dudas que encuentren, estudiar diferentes alternativas para obtener solución a las mismas, compararlas y comenzar a desempeñar por sí mismos las competencias de la asignatura. Durante el desarrollo de estos seminarios, el profesor responderá a las dudas que surjan y propondrán, para su consideración y debate entre los estudiantes, las diferentes propuestas que hayan aparecido en la resolución de los ejercicios propuestos. El profesor de la asignatura entregará el material necesario (enunciados de problemas, cuestiones teóricas, etc.) que será debatido en cada seminario.

Cada estudiante deberá también resolver y entregar, en el plazo indicado, un trabajo de carácter individual que será evaluable según las directrices que se indican más abajo. Previo a su entrega, cada estudiante tendrá la posibilidad de consultar y discutir sus observaciones con el profesor de prácticas en los horarios de tutoría. Se fomentará siempre el rigor científico durante el desarrollo del trabajo. El profesor podrá llamar al estudiante para cualquier aclaración sobre el trabajo realizado antes de la evaluación final del mismo.

Los estudiantes tendrán que desarrollar por su parte un trabajo personal de estudio y asimilación de la teoría y práctica de la asignatura con la resolución de otros problemas y con la preparación de sus trabajos, para alcanzar con éxito las competencias previstas.

A lo largo del curso, se establecerán dos pruebas de evaluación y/o controles de seguimiento presencial con las que tanto el profesorado como los propios estudiantes podrán valorar la adquisición de las competencias parciales alcanzadas.

## 8. Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales		26		30	56
Prácticas	– En aula	13		33	46
	– En el laboratorio				
	– En aula de informática				
	– De campo				
	– De visualización (visu)				
Seminarios		10		5	15
Exposiciones y debates					
Tutorías		4			4
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos				4	4
Otras actividades: Controles y/o pruebas de evaluación continua		3		6	9
Exámenes		4		12	16
TOTAL		60		90	150

## 9. Recursos

## Libros de consulta para el alumno

*Manuales para teoría:*

- W. Kühnel: *Differential Geometry. Curves-Surfaces-Manifolds*. Second Edition. Student Mathematical Library. Volume 16. American Mathematical Society. 2006.
- Manfredo P. do Carmo: *Geometría Diferencial de curvas y superficies*. Alianza Universidad Textos. Volumen 135. 1990.
- M. de los Ángeles Hernández Cifre y J. Antonio Pastor González: *Un curso de Geometría Diferencial: Teoría, problemas, soluciones y prácticas con ordenador*. CSIC, 2010.

*Manuales para problemas:*

- J. Manuel Gamboa, Antonio F. Costa y Ana M. Porto: *Notas de Geometría Diferencial de curvas y superficies: Teoría y ejercicios*. Editorial Sanz y Torres. 2005.
- S. Mischenko, Y. P. Soloviov y A. T. Fomenko: *Problemas de Geometría Diferencial y Topología*. Rubiños-1860, S.A. 1994.
- A. Gray, E. Abbena y S. Salamon: *Modern differential geometry of curves and surfaces with Mathematica* (3ª edición). Editorial Chapman and Hall/ CRC. 2006.

## Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso

- N.J. Hicks: *Notas sobre Geometría Diferencial*. Editorial Hispano Europea. 1974.
- Barret O' Neill: *Elementos de Geometría Diferencial*. Editorial Limusa Wesley. 1972.
- Sebastián Montiel y Antonio Ros: *Curvas y superficies*. Proyecto Sur de Ediciones SL. 1996.

**10. Evaluación****Consideraciones Generales**

La evaluación de la adquisición de las competencias de la materia se basará fundamentalmente en el trabajo continuado del estudiante, controlado periódicamente mediante los controles de seguimiento, el trabajo propuesto o la participación activa en las clases y seminarios del curso, así como con un examen final.

**Criterios de evaluación***Pruebas de evaluación continua y controles de seguimiento (30 %):*

- Se establecerán dos pruebas de evaluación y/o controles de seguimiento escritos con las que se valorará la adquisición de competencias parciales alcanzadas por el estudiante. Estas pruebas de evaluación continua constituirán el 30 % de la calificación final de la asignatura.
- Se exigirá obtener un mínimo del 20 % de esta parte evaluación para poder aprobar la asignatura en la convocatoria ordinaria.

*Seminarios tutelados (5 %):*

- Se valorará la participación activa en los Seminarios tutelados. La evaluación de estos Seminarios tutelados constituirá el 5 % de la calificación final de la asignatura.

*Trabajo individual (15 %):*

- Se valorará la correcta elaboración del trabajo realizado, su rigor científico, su claridad y concisión matemática. La valoración de trabajo individual será del 15% en la calificación final de la asignatura

*Examen final (50 %):*

- Se hará una evaluación global escrita final de la asignatura donde se valorará y comprobará la adquisición de las competencias de carácter teórico y práctico.
- El examen final constará de una parte teórica y otra de problemas cuyos pesos respectivos en el examen serán del 40% y 60%.
- Este examen contará un 50% de la calificación final de la asignatura y se exigirá un mínimo del 30% de la nota, tanto en la parte teórica como en la práctica, para aprobar.

**Instrumentos de evaluación**

Los instrumentos de evaluación se llevarán a cabo a través de diferentes actividades:

*Actividades no presenciales de evaluación continua:*

- Se propondrá un trabajo con varios ejercicios y/o cuestiones teóricas que deberá ser entregada a los profesores. El estudiante dispondrá de un tiempo limitado para su resolución y podrá resolver sus dudas consultando al profesor en horario de tutorías. El profesorado podrá llamar al estudiante para cualquier aclaración sobre el trabajo realizado antes de la evaluación final del mismo.
- A lo largo del curso, se irán proponiendo a los estudiantes ciertas actividades de carácter teórico (completar demostraciones) cuya valoración servirá únicamente para matizar la nota de las pruebas de evaluación continua establecidas durante el curso y antes del examen final. Estas actividades serán revisadas por el profesor y comentadas en tutorías con los estudiantes que lo deseen para que así puedan conocer su evolución en la adquisición de competencias.

*Actividades presenciales de evaluación continua:*

- En el horario lectivo de la materia y al acabar cada tema se realizarán dos controles de seguimiento escritos evaluables con cuestiones teóricas y/o problemas prácticos (similares a los trabajados por el estudiante en los seminarios tutelados y hojas de prácticas).

Examen final escrito que se realizará en la fecha establecida en la programación docente y cuya duración aproximada será de 4 horas.

**Recomendaciones para la evaluación**

Para la adquisición de las competencias previstas en esta materia se recomienda la asistencia y participación activa en todas las actividades programadas, especialmente la revisión de los trabajos con los profesores en las tutorías.

En cierto sentido, las actividades de evaluación continua de carácter no presencial deben ser entendidas como una auto-evaluación de cada estudiante permitiéndole analizar su propia evolución en el aprendizaje y la adquisición de competencias.

**Recomendaciones para la recuperación**

Los estudiantes que no superen la evaluación continua anterior o alguno de los requisitos mínimos establecidos en los controles de seguimiento y/o en el examen final deberán realizar un examen de recuperación de la parte teórica y/o práctica no superada en la fecha establecida en la programación docente. Este examen de recuperación será de características similares a las del examen final.

Con carácter general, la calificación en esta fase de recuperación se obtendrá mediante las calificaciones del examen de recuperación y las de la evaluación continua desarrollada que hayan sido superadas, utilizando la misma ponderación que en la calificación ordinaria. Sin embargo, detectadas las carencias de aprendizaje, esta ponderación podrá variar aumentando la ponderación del examen de recuperación en detrimento de la evaluación continua.

**ANÁLISIS MATEMÁTICO IV****1. Datos de la Asignatura**

Código	100.217	Plan	2008	ECTS	6
Carácter	Obligatorio	Curso	2º	Periodicidad	C2
Área	Análisis Matemático				
Departamento	Matemáticas				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium (Campus virtual de la USAL)			
	URL de Acceso:	<a href="http://moodle.usal.es">http://moodle.usal.es</a>			

**Datos del profesorado**

Profesor	Julia Prada Blanco	Grupo/s	
Departamento	Matemáticas		
Área	Análisis Matemático		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Ed. Merced, M2329		
Horario de tutorías	Lunes de 17:00 a 20:00		
URL Web			
E-mail	prada@usal.es	Teléfono	923294457

Profesor	Mercedes Maldonado Cordero	Grupo/s	
Departamento	Matemáticas		
Área	Análisis Matemático		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Ed. Merced, M3303		
Horario de tutorías	De lunes a viernes de 13:00 a 14:00 o en otro horario, previa cita con el profesor		
URL Web			
E-mail	cordero@usal.es	Teléfono	923294460, Ext. 1538

**2. Sentido de la materia en el plan de estudios**

Bloque formativo al que pertenece la materia
Cálculo Diferencial e Integral y Funciones de Variable Compleja.
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios
Obligatoria. Es la continuación natural de las asignaturas Análisis Matemático II, de primer curso, y Análisis Matemático III, de segundo curso. Por otra parte, el tema de variable compleja prepara el camino para el estudio de la asignatura Análisis Complejo I, del tercer curso.
Perfil profesional
Académico <ul style="list-style-type: none"> <li>• Docencia Universitaria e Investigación</li> <li>• Docencia no universitaria</li> </ul> Técnico <ul style="list-style-type: none"> <li>• Empresas de Informática y Telecomunicaciones</li> <li>• Industria</li> </ul> Social <ul style="list-style-type: none"> <li>• Administración pública</li> <li>• Empresas de Banca, Finanzas y Seguros</li> <li>• Consultorías</li> </ul>

**3. Recomendaciones previas**

Asignaturas Análisis Matemático I, II y III.

**4. Objetivos de la asignatura***Generales*

- Contribuir a la formación y desarrollo del razonamiento científico.
- Proveer al alumno de capacidades de abstracción, concreción, concisión, imaginación, intuición, razonamiento, crítica, objetividad, síntesis y precisión.

*Específicos*

- Conocer los conceptos fundamentales del cálculo integral en varias variables.
- Conocer los conceptos de integrales de línea y superficie.
- Conocer los conceptos asociados a las funciones de una variable compleja.
- Formular y resolver problemas utilizando el lenguaje matemático.

**5. Contenidos****TEMA 1. Integrales múltiples.**

La integral doble. Integrales iteradas. Evaluación de integrales dobles. Centro de masa y momentos. Integrales dobles en coordenadas polares. Área de superficie. La integral triple. Integrales triples en otros sistemas de coordenadas. Cambio de variables en integrales múltiples.

**TEMA 2. Cálculo integral vectorial.**

Integrales de línea. Integrales de línea de campos vectoriales. Independencia de la trayectoria. Teorema de Green. Superficies paramétricas y áreas. Integrales de superficie. Rotacional y divergencia. Teorema de Stokes. Teorema de la divergencia.

**TEMA 3. Introducción a la teoría de funciones de variable compleja.**

El cuerpo de los números complejos. Funciones analíticas de variable compleja. Funciones holomorfas. Ecuaciones de Cauchy-Riemann. Fórmula integral de Cauchy. Desigualdades de Cauchy. Teorema de Liouville. Teorema fundamental del Álgebra. Principio del módulo máximo. Desarrollos de Laurent. Clasificación de singularidades aisladas. Funciones meromorfas. Residuo de una 1-forma compleja en una singularidad aislada. Teorema de los residuos. Aplicación al cálculo de integrales definidas.

**6. Competencias a adquirir****Específicas***Académicas*

- Comprender y utilizar el lenguaje matemático. Adquirir la capacidad para enunciar proposiciones en distintos campos de la Matemática, para construir demostraciones y para transmitir los conocimientos matemáticos adquiridos.
- Conocer demostraciones rigurosas de algunos teoremas clásicos del cálculo diferencial en varias variables.
- Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos.
- Aprender de manera autónoma.

- 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.

#### *Disciplinares*

- Aplicar el teorema de Fubini al cálculo de integrales múltiples.
- Calcular integrales dobles y triples en distintos sistemas de coordenadas.
- Calcular integrales de línea y superficie.
- Resolver problemas geométricos y físicos mediante integrales múltiples, de línea y de superficie.
- Calcular integrales definidas usando el teorema de los residuos.

#### *Profesionales*

- Capacidad para aplicar la teoría a la práctica.
- Comunicar, tanto por escrito como de forma oral, conocimientos, procedimientos, resultados e ideas matemáticas.
- Capacitar para resolver problemas de ámbito académico, técnico, financiero o social mediante métodos matemáticos.
- Saber trabajar en equipo, aportando modelos matemáticos adaptados a las necesidades colectivas.
- Proponer, analizar, validar e interpretar modelos de situaciones reales sencillas, utilizando las herramientas matemáticas más adecuadas a los fines que se persigan.

#### **Transversales**

##### *Instrumentales:*

- Capacidad de organizar y planificar.
- Identificación de problemas y planteamiento de estrategias de solución.
- Habilidades para recuperar y analizar información desde diferentes fuentes.

##### *Interpersonales:*

- Comunicación de conceptos abstractos.
- Argumentación racional.
- Capacidad de aprendizaje.
- Inquietud por la calidad.

##### *Sistémicas:*

- Creatividad.
- Habilidad para trabajar en equipos multidisciplinares.
- Planificar y dirigir.

## **7. Metodologías**

### *Clases magistrales*

Mediante esta fórmula se desarrollarán los contenidos teóricos, siguiendo uno o dos libros de texto de referencia, en los que se incluyen las definiciones de los diferentes conceptos y su comprensión a partir de ejemplos, así como las propiedades formuladas como teoremas y corolarios, argumentando su demostración en los casos más notables. Se fijan así los conocimientos ligados a las competencias previstas y se da paso a clases prácticas de resolución de problemas.

### *Resolución de problemas*

A través de clases prácticas se irán resolviendo los ejercicios y problemas planteados para aplicar y asimilar los contenidos, utilizando cuando sea conveniente medios informáticos, de modo que en las clases prácticas los estudiantes se inicien en las competencias previstas.



*Controles de seguimiento.*

Se realizarán dos pruebas de seguimiento, con las que se valorará la adquisición de competencias.

*Seminarios tutelados.*

Para cada seminario se propondrán una serie de problemas que los estudiantes deben resolver previamente y exponer en clase.

El orden de salida, entre los voluntarios presentados, se determinará por orden alfabético y por el número de veces que hayan expuesto con anterioridad, para garantizar al menos 2 exposiciones por alumno.

Con cada exposición en los seminarios se pueden obtener hasta 0,25 puntos adicionales en la nota de problemas de la asignatura, con un máximo de un punto.

*Trabajo personal*

Además, los estudiantes tendrán que desarrollar por su parte un trabajo personal de estudio y asimilación de la teoría, resolución de problemas propuestos y preparación de los trabajos propuestos, para alcanzar las competencias previstas.

*Realización de exámenes*

Exámenes de teoría y resolución de problemas

**8. Previsión de distribución de las metodologías docentes**

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales		24		24	48
Prácticas	– En aula	18		36	54
	– En el laboratorio				
	– En aula de informática				
	– De campo				
	– De visualización (visu)				
Seminarios		6			6
Exposiciones y debates		5			5
Tutorías		3			3
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos				15	15
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		4		15	19
TOTAL		60		90	150

**9. Recursos****Libros de consulta para el alumno***Teoría:*

- D. G. Zill, W. S. Wright, *Cálculo de varias variables*. Ed Mc Graw Hill.
- G. O. Jameson, *A first Course on Complex Functions*. Chapman and Hall. 1970.

<i>Problemas:</i>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>F. Galindo, J. Sanz, L. A. Tristán, <i>Guía Práctica de Cálculo Infinitesimal en varias variables</i>. Ed. Thomson.</li> <li>J. A. Fernández Viña, E. Sánchez Mañes, <i>Ejercicios y complementos de Análisis Matemático II</i>. Ed. Tecnos.</li> </ul>	
Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso	
<i>Teoría:</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Salas-Hille, <i>Calculus I y II</i>. Ed. Reverté</li> <li>T. M. Apóstol, <i>Análisis Matemático</i>. Ed. Reverté</li> <li>J. de Burgos, <i>Cálculo Infinitesimal de Varias Variables</i>. McGraw-Hill, 2008.</li> <li>H. Cartan, <i>Teoría elemental de las funciones analíticas de una y varias variables complejas</i>. Selecciones Científicas, 1968.</li> <li>F. del Castillo, <i>Análisis Matemático II</i>. Ed. Alambra.</li> <li>L. M. Navas, <i>Curso de Análisis Matemático II</i>. Ed. LC.</li> </ul>
<i>Problemas:</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>M. Besada, F. J. García, M. A. Mirás, C. Vázquez, <i>Cálculo de varias variables. Cuestiones y ejercicios resueltos</i>. Ed. Prentice Hall.</li> <li>G. L. Bradley, K. J. Smith, <i>Cálculo de varias variables</i>. Ed Prentice Hall.</li> <li>A. García y otros, <i>Cálculo II: teoría y problemas de funciones de varias variables</i>. Ed. Clagsa.</li> <li>J. E. Marsden, A. J. Tromba, <i>Cálculo Vectorial</i>. Addison-Wesley, 1998.</li> <li>L. M. Navas, <i>Análisis Matemático II. Problemas y Soluciones</i>. Ed. LC.</li> <li>C. A. Trejo, <i>Funciones de variable compleja</i>, colección Harper, Harper &amp; Row Latinoamericana.</li> <li>L. I. Volkovyski, G. L. Lunts, I. G. Aramanovich, <i>Problemas sobre la teoría de funciones de variable compleja</i>. Mir, 1984.</li> <li>A. D. Wursch, <i>Variable compleja con aplicaciones</i>. Addison Wesley.</li> </ul>
<i>Recursos de Internet:</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>En la página web del curso, a la que se accede desde la página <a href="http://www.studium.usal.es">http://www.studium.usal.es</a>, están disponibles los enunciados de los problemas, las hojas con las que se trabajará en los seminarios, enlaces a otros recursos en Internet y cualquier otra información que se considere útil. Asimismo es un cauce de comunicación entre profesores y alumnos.</li> <li>En <a href="http://www.matematicas.net">http://www.matematicas.net</a> hay enlaces a cursos, problemas, apuntes, etc.</li> </ul>

## 10. Evaluación

Consideraciones Generales
Se evaluará el nivel adquirido en las competencias y destrezas expuestas, así como el logro de los objetivos propuestos. Se exigirá una nota mínima en cada grupo de actividades a evaluar y en cada bloque del temario, evitando así el desconocimiento absoluto de alguna parte de la materia y la no realización de las actividades. En el caso de los exámenes escritos, este mínimo será de 4 puntos sobre 10, tanto en teoría como en problemas
Criterios de evaluación
<ul style="list-style-type: none"> <li>Pruebas escritas a lo largo de curso: 30% de la nota final.</li> <li>Examen final: Habrá un examen escrito de teoría y problemas cuya calificación constituirá el 70% de la nota final, con un mínimo de 4 puntos sobre 10 para contar la evaluación continua.</li> <li>Examen de recuperación: Para aquellos alumnos que no hayan aprobado la asignatura habrá un segundo examen escrito de teoría y problemas con el que podrán mejorar la nota obtenida en el examen final. Este examen tendrá el mismo peso en la segunda calificación que en la primera.</li> </ul>

• Las pruebas de control periódicas no son recuperables. Sólo se recuperará el examen final (70%).
<b>Instrumentos de evaluación</b>
<i>Actividades a evaluar</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exposiciones teóricas.</li> <li>• Exposición de los trabajos prácticos.</li> <li>• Exámenes escritos de teoría y problemas.</li> </ul>
<b>Recomendaciones para la evaluación</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• En todo momento la asistencia a las clases y seminarios es altamente recomendable.</li> <li>• En la preparación de la parte teórica es importante comprender (los conceptos, razonamientos, etc.) y evitar la memorización automática.</li> <li>• En cuanto a la preparación de problemas, es necesario ejercitarse con los problemas que aparecen en el libro de texto recomendado, no sólo con los problemas resueltos, sino intentando la resolución de los problemas propuestos.</li> <li>• Resolver las dudas mediante el manejo de bibliografía, discusiones con los compañeros y acudiendo al profesor.</li> </ul>
<b>Recomendaciones para la recuperación</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar los errores cometidos en los exámenes y en los trabajos (acudiendo para ello a la revisión).</li> <li>• Trabajar en su preparación con las mismas recomendaciones realizadas para la evaluación.</li> </ul>

## MATEMÁTICA DISCRETA Y OPTIMIZACIÓN

### 1. Datos de la Asignatura

Código	100.218	Plan	2008	ECTS	6
Carácter	Obligatorio	Curso	2º	Periodicidad	C2
Área	Álgebra				
Departamento	Matemáticas				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	<a href="http://moodle.usal.es">http://moodle.usal.es</a>			

### Datos del profesorado

Profesor	Maria Teresa Sancho de Salas	Grupo / s	
Departamento	Matemáticas		
Área	Álgebra		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Ed. Merced, M2331		
Horario de tutorías	De 12 a 1.45 los lunes, martes, miércoles, jueves y viernes.		
URL Web			
E-mail	sancho@usal.es	Teléfono	923294456-Ext42

**2. Sentido de la materia en el plan de estudios**

Bloque formativo al que pertenece la materia

Esta asignatura junto con "Análisis Numérico I" constituye el módulo: "Métodos numéricos, matemática discreta y optimización".

Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios

Su carácter es obligatorio en el Título.

Perfil profesional

Al ser una materia de carácter obligatorio, es recomendable en cualquier perfil profesional vinculado a la Titulación de Grado en Matemáticas y, muy especialmente a los enmarcados dentro del Itinerario Técnico (informática, telecomunicaciones, etc.) y del Itinerario Social (banca, consultoría, etc.).

**3. Recomendaciones previas**

Ninguna.

**4. Objetivos de la asignatura**

En esta asignatura se desarrollan diversas técnicas matemáticas con especial énfasis en sus aplicaciones a las ramas técnicas. En concreto, se introducirán los fundamentos de álgebras de Boole, complejidad, grafos, y optimización. Estos conocimientos se aplicarán a circuitos, algoritmos y programación lineal.

**5. Contenidos**

1. *Teoría de la complejidad algorítmica*. Máquinas de Turing. Complejidad de algoritmos. Funciones recursivas y ecuaciones en diferencia.
2. *Álgebras de Boole*. Definición y propiedades. Aplicaciones a la lógica, a los circuitos y al cálculo proposicional.
3. *Teoría de Grafos*. Relaciones binarias. Conjuntos parcialmente ordenados. Grafos. Matriz de incidencia. Diagrama de Hasse. Álgebra asociada a un grafo. Representaciones matriciales. Algoritmo de búsqueda y optimización.
4. *Programación Lineal*. Sistemas de inequaciones. Formulación de un problema de Programación Lineal. El método gráfico. Algoritmo del Simplex. Dualidad.

**6. Competencias a adquirir**

Específicas

- Plantear problemas de ordenación y enumeración y utilizar técnicas eficientes para su resolución.
- Conocer el lenguaje y las aplicaciones más elementales de la teoría de grafos, así como algoritmos de resolución de problemas de grafos.
- Plantear y resolver problemas de programación lineal.
- Utilizar técnicas computacionales para resolver problemas de optimización.

Transversales

Junto con las materias de su módulo, los estudiantes adquirirán las competencias CB-1, CB-2, CB-3, CG-1, CG-2, CG-3, CG-4 y CG-5 del Título.

**7. Metodologías**

Esta materia se desarrollará coordinadamente con las otras materias del módulo formativo y de su curso. Se expondrá el contenido teórico de los temas a través de clases presenciales, apoyándose en libros de texto como referencia, que servirán para fijar los conocimientos ligados a las competencias previstas.

Las clases prácticas de resolución de problemas (como aprendizaje basado en problemas) aplicarán las enseñanzas de las clases teóricas (como clases magistrales participativas).

A partir de esas clases teóricas y prácticas los profesores propondrán a los estudiantes la realización de trabajos personales sobre teoría y problemas, para cuya realización tendrán el apoyo del profesor. Los seminarios constituyen una herramienta versátil y flexible que, basada en el trabajo continuado y responsable de los estudiantes, refuerce las deficiencias detectadas a lo largo del curso. Por ejemplo, los estudiantes podrán compartir con sus compañeros y con el profesor las dudas que encuentren, obtener solución a las mismas y comenzar a desempeñar por sí mismos las competencias de la materia.

Además, los estudiantes tendrán que desarrollar un trabajo personal de estudio y asimilación de la teoría, resolución de problemas propuestos y preparación de los trabajos propuestos, para alcanzar las competencias previstas. De ello tendrán que responder, mediante la defensa y/o exposición de sus trabajos, ante el profesor tanto en tutorías como en clase delante del resto de compañeros. Finalmente, se realizarán exámenes de teoría y de resolución de problemas.

**8. Previsión de distribución de las metodologías docentes**

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales		27		28	55
Prácticas	– En aula	16		15	31
	– En el laboratorio				
	– En aula de informática				
	– De campo				
	– De visualización (visu)				
Seminarios		12		10	22
Exposiciones y debates		3			3
Tutorías					
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos				17	17
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		2		20	22
TOTAL		60		90	150

**9. Recursos****Libros de consulta para el alumno**

- Ralph P. Grimaldi. *Matemática discreta y combinatoria*. Addison-Wesley.
- D. E. Luenberger. *Linear and nonlinear programming*. Addison-Wesley. 1989.

**Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso**

- Kenneth H. Rosen. *Matemática Discreta y sus aplicaciones*. Mc Graw-Hill.
- R. Bronson. *Investigación de Operaciones*. Serie Schaum, Mc Graw-Hill. 1983.

**10. Evaluación****Consideraciones Generales**

La evaluación del alumno se hará la parte continua en la hora de los seminarios y al final un examen.

**Criterios de evaluación**

Los criterios de evaluación serán los siguientes:

- El examen final, dividido en parte teórica y práctica, contará un 50% de la nota y se exigirá un mínimo de 3.5 sobre 10.
- La evaluación continua contará un 50% de la nota.

**Instrumentos de evaluación**

Cada 2 semanas el profesor propondrá 2 problemas del tipo ya discutido en clase y que el alumno deberá realizar en la hora de seminario y posteriormente el profesor recogerá.

Todos los problemas se indicarán en el campo virtual.

**Recomendaciones para la evaluación**

Para la adquisición de las competencias previstas en esta materia se recomienda la asistencia y participación activa en todas las actividades programadas, uso de las tutorías y del campo virtual.

**Recomendaciones para la recuperación**

Periódicamente, se indicará cuándo se pueden realizar las recuperaciones de los problemas realizados en los seminarios.

Así mismo se habilitará un modo de recuperar las partes suspensas en el examen final.

En el segundo examen final se tendrá en cuenta la nota de la evaluación continua.

## ANÁLISIS NUMÉRICO II

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100.219	Plan	2008	ECTS	6
Carácter	Básico	Curso	2	Periodicidad	C2
Área	Matemática Aplicada				
Departamento	Matemática Aplicada				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	<a href="http://moodle.usal.es">http://moodle.usal.es</a>			

## Datos del profesorado

Profesor	Mª Teresa de Bustos Muñoz	Grupo / s	
Departamento	Matemática Aplicada		
Área	Matemática Aplicada		
Centro	Facultad de Biología		
Despacho	Casas del Parque 2, despacho nº 7		
Horario de tutorías	6 horas semanales a convenir con los alumnos		
URL Web			
E-mail	tbustos@usal.es	Teléfono	923294500, ext 1527

Profesor	Ascensión Hernández Encinas	Grupo / s	
Departamento	Matemática Aplicada		
Área	Matemática Aplicada		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Casa del Parque 2, despacho nº 6		
Horario de tutorías	6 horas semanales a convenir con los alumnos.		
URL Web			
E-mail	ascen@usal.es	Teléfono	923 294500, ext. 1527

## 2. Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia
Ecuaciones Diferenciales y Resolución Numérica.

**Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios**

Tratamiento numérico de los problemas estudiados previamente en Análisis Matemático y Ecuaciones Diferenciales. Las asignaturas que son continuación natural de la aquí presentada son las siguientes: Análisis Numérico III, Métodos Numéricos en Finanzas.

**Perfil profesional**

Al ser una materia de carácter básico, es fundamental en cualquier perfil profesional vinculado a la Titulación de Grado en Matemáticas.

**3. Recomendaciones previas**

Asignaturas que se recomienda haber cursado: Análisis Matemático I, Análisis Matemático II, Análisis Matemático III y Ecuaciones Diferenciales.

**4. Objetivos de la asignatura**

Los principales objetivos de esta asignatura son los siguientes:

- Conocer y comprender las principales técnicas de interpolación polinomial de datos.
- Conocer y comprender los principales métodos numéricos para el cálculo de derivadas e integrales.
- Conocer y comprender los principales métodos de resolución numérica de ecuaciones diferenciales ordinarias.
- Conocer y comprender los principales métodos de resolución numérica de sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias.
- Reconocer los problemas para los que el enfoque numérico es adecuado.
- Analizar del comportamiento (estabilidad, consistencia y convergencia) de los métodos numéricos.

**5. Contenidos**

A continuación se exponen los distintos contenidos de la asignatura divididos en cuatro grandes bloques:

**Bloque 1: Interpolación**

- 1.1 Introducción.
- 1.2 Polinomios de interpolación de Lagrange y Newton.
- 1.3 Splines.
- 1.4 Implementación computacional.

**Bloque 2: Derivación e Integración numérica**

- 2.1 Introducción.
- 2.2 Regla del trapecio. Regla de Simpson. Reglas de Newton-Cotes.
- 2.3 Reglas Gaussianas.
- 2.4 Derivación numérica. Derivada del polinomio interpolador.
- 2.5 Método de coeficientes indeterminados.
- 2.6 Implementación computacional.

**Bloque 3: Resolución Numérica de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias y Sistemas de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias**

- 3.1 Introducción.
- 3.2 Métodos de paso simple: métodos de Taylor y Runge-Kutta.
- 3.3 Métodos multipaso: Adams-Bashforth, Predicción-Corrección.
- 3.4 Implementación computacional.



**6. Competencias a adquirir****Específicas**

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

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-4: Desarrollar programas que resuelvan problemas matemáticos utilizando para cada caso el entorno computacional adecuado. CE-5: Utilizar herramientas de búsqueda de recursos bibliográficos en Matemáticas.

CE-6: Comunicar, tanto por escrito como de forma oral, conocimientos, procedimientos, resultados e ideas matemáticas.

CE-7: Capacitar para resolver problemas de ámbito académico, técnico, financiero o social mediante métodos matemáticos. CE-8: Saber trabajar en equipo, aportando modelos matemáticos adaptados a las necesidades colectivas.

De manera más concreta:

- Conocer los diferentes algoritmos de Interpolación.
- Manejar las expresiones para el error en la Interpolación.
- Conocer los principales algoritmos para derivar e integrar numéricamente.
- Ser capaz de construir nuevos algoritmos adaptados a los datos que se poseen.
- Ser capaz de dar expresiones de error válidas.
- Conocer los principales algoritmos para la resolución numérica de EDOs.
- Manejar las expresiones para el error en los métodos numéricos de resolución de EDOs.
- Ser capaz de implementar computacionalmente los diferentes algoritmos numéricos.

**Transversales**

Instrumentales:

- Capacidad de organizar y planificar.
- Identificación de problemas y planteamiento de estrategias de solución.
- Habilidades para recuperar y analizar información desde diferentes

fuentes. Interpersonales:

- Comunicación de conceptos abstractos.
- Argumentación racional.
- Capacidad de aprendizaje.
- Inquietud por la calidad.

Sistémicas:

- Creatividad.
- Habilidad para trabajar en equipos multidisciplinares.
- Planificar y dirigir.

**7. Metodologías**

Creemos que se ha de plantear el proceso de aprendizaje como una actividad conjunta entre el profesor y el alumno, que se debe desarrollar en diferentes espacios y escenarios en los que las acciones de profesores y alumnos se complementen. De esta forma, en esta asignatura vamos a plantear y a desarrollar diferentes tipos de actividades que permitan llevar a cabo el nuevo paradigma planteado. Estas actividades las podemos clasificar en dos tipos: (I) actividades a realizar conjuntamente con los alumnos en clase y (II) actividades que los propios alumnos deberán realizar de forma autónoma (bajo la supervisión, si procede, del propio profesor).

Así, dentro del primer grupo se llevarán a cabo las clases presenciales de teoría, problemas y prácticas de ordenador, y los seminarios y tutorías individuales y/o colectivas que proceda. En dichas clases presenciales se desarrollarán en el aula los contenidos propios de la asignatura. La metodología docente se enfoca en la exposición de los fundamentos teóricos, prácticos y computacionales necesarios para una correcta comprensión de los diferentes métodos numéricos.

Dentro del segundo grupo de actividades consideramos de especial importancia la elaboración y exposición por parte del alumno de trabajos de distinta naturaleza: teórica, práctica y computacional. Todos estos trabajos permiten simular competencias científicas, al tiempo que integran aprendizajes conceptuales y procedimentales, estrategias de búsqueda y síntesis de la información, estrategias de trabajo en grupo y exposición pública de conocimientos, etc.

Finalmente se ha de destacar la importantísima labor de las tutorías, las cuales no sólo estarán destinadas a la resolución de cualquier tipo de dudas que puedan surgir a la hora de estudiar los temas impartidos en clase, sino que ofrecen un marco idóneo para el apoyo y supervisión de los trabajos que los alumnos deben realizar de forma autónoma.

**8. Previsión de distribución de las metodologías docentes**

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales		30		20	50
Prácticas	– En aula				
	– En el laboratorio				
	– En aula de informática	20			20
	– De campo				
	– De visualización (visu)				
Seminarios					
Exposiciones y debates					
Tutorías		6			6
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos				30	30
Otras actividades (preparación prácticas)				40	40
Exámenes		4			4
TOTAL		60		90	150

**9. Recursos****Libros de consulta para el alumno**

- R.L. Burden y J.D. Faires, *Análisis Numérico* (7ª edición), International Thomson, 2003.
- D. Kinkaid y W. Cheney. *Análisis Numérico*. Addison.
- J. D. Lambert, *Numerical methods for ordinary differential systems: the initial value problem*, John Wiley & Sons, 1991.
- J. Stoer y R. Bulirsch, *Introduction to numerical analysis*. Springer-Verlag, 1993.

**Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso**

- Materiales de la asignatura accesibles a través de la plataforma Studium.
- Wolfram MathWorld (the web's most extensive mathematics resource): <http://mathworld.wolfram.com/>
- S.D. Conte y C. De Boor, *Análisis Numérico* (2ª ed.), McGraw-Hill, 1974.

**10. Evaluación****Consideraciones Generales**

Los procedimientos de evaluación miden la consecución de los objetivos de la asignatura y la adquisición de las competencias descritas. Consecuentemente la evaluación no se puede reducir al desarrollo de tareas de reproducción de conocimientos en momentos muy concretos al final del aprendizaje. Un modelo de enseñanza centrado en competencias requiere, por tanto, que el profesor incorpore a su práctica otras modalidades de evaluación continua: elaboración y defensa de trabajos, tutorías individualizadas, etc.

**Criterios de evaluación**

Los criterios generales de evaluación son los siguientes:

- Valorar la utilización de las técnicas aproximadas adecuadas para resolver los problemas planteados.
- Valorar la claridad y el rigor de las argumentaciones realizadas.

Otros criterios más específicos de evaluación son los siguientes:

- Demostrar la adquisición y comprensión de los principales conceptos de la asignatura.
- Resolver problemas aplicando conocimientos teóricos y basándose en resultados prácticos.
- Exponer con claridad los trabajos.
- Analizar críticamente y con rigor los resultados.
- Participar activamente en la resolución de problemas en clase.
- Asistencia obligatoria al 80% de las horas presenciales.

**Instrumentos de evaluación**

La evaluación de la adquisición de las competencias a adquirir en la asignatura se llevará a cabo de diferentes formas:

1.- Evaluación continua:

- a) Desarrollo, por parte del alumno, durante las clases de prácticas de ordenadores, de programas informáticos en los que se implementen los algoritmos numéricos explicados durante el curso. (Puntuación: 20% de la nota final).
- b) Realización, a lo largo del cuatrimestre, de una prueba escrita de teoría y problemas. (Puntuación 20% de la nota final)

2.- Realización de un examen final. Nota mínima para aprobar el examen será de 2 puntos sobre 10. (Puntuación del examen final: 60% de la nota final).

Para completar la formación del alumno, con carácter voluntario, se propondrá la resolución y exposición de trabajos relacionados con los contenidos de la asignatura.

Aquellos alumnos que no superen la asignatura en la convocatoria ordinaria deberán realizar un examen teórico-práctico cuya puntuación será la recogida en el punto 2.

#### Recomendaciones para la evaluación

- El alumno debería realizar durante las horas de trabajo autónomo las actividades sugeridas por el profesor durante las horas presenciales.
- El alumno debe estudiar la asignatura de forma regular desde el principio de cuatrimestre.
- El alumno debe preparar la teoría simultáneamente con la realización de los problemas.
- El alumno debe consultar a los profesores todas aquellas dudas que tenga.

#### Recomendaciones para la recuperación

- Analizar los errores cometidos durante la evaluación ordinaria.
- El alumno debe preparar la teoría simultáneamente con la realización de los problemas.
- El alumno debe consultar a los profesores todas aquellas dudas que tenga.

## TERCER CURSO. PRIMER CUATRIMESTRE

## ANÁLISIS COMPLEJO I

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100.220	Plan	2008	ECTS	6
Carácter	Optativa	Curso	3	Periodicidad	C1
Área	Análisis Matemático				
Departamento	Matemáticas				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	<a href="http://moodle.usal.es">http://moodle.usal.es</a>			

## Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Luis Manuel Navas Vicente	Grupo/s	Todos
Departamento	Matemáticas		
Área	Análisis Matemático		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Ed. Merced, M0105		
Horario de tutorías	Lunes a jueves de 14:00 a 14:30, viernes de 10:00-14:00		
URL Web			
E-mail	navas@usal.es	Teléfono	923294454

## 2. Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia
Ampliación de Análisis Matemático
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios
Formación optativa. Rama Ciencias.
Perfil profesional
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Docencia Universitaria e Investigación</li> <li>• Docencia no universitaria</li> </ul>

**3. Recomendaciones previas**

Se precisan los conocimientos de Análisis Matemático I, II, III y IV y Topología (obligatoria de 2º curso).

**4. Objetivos de la asignatura****Formativos**

- Comprender y utilizar el lenguaje matemático. Adquirir la capacidad para enunciar proposiciones en distintos campos de la Matemática, para construir demostraciones y para transmitir los conocimientos matemáticos adquiridos.
- Conocer demostraciones rigurosas de algunos teoremas clásicos en distintas áreas de la Matemática.
- Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos.
- 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.
- Aprender de manera autónoma nuevos conocimientos y técnicas. Específicos:

- Asimilar los contenidos detallados en el punto 5

**5. Contenidos**

TEMA	SUBTEMAS
1. Estructura del cuerpo complejo $\mathbb{C}$	Módulo, conjugado, y argumento de un número complejo. El grupo multiplicativo $\mathbb{C}^*$ . Representación polar. Raíces de la unidad.
2. Las funciones elementales complejas	Función exponencial, funciones trigonométricas, logaritmos y potencias complejas. Propiedades básicas.
3. Las ecuaciones de Cauchy y Riemann	Comparación entre diferenciabilidad compleja y real. Ecuaciones de Cauchy-Riemann. Holomorfía. Interpretación geométrica.
4. Formas diferenciales complejas	Cálculo Diferencial e Integral para funciones complejas de variable real. Propiedades geométricas de las curvas. Formas diferenciales complejas. Derivación e integración de formas complejas.
5. El Teorema de Cauchy-Stokes	El Teorema de Green complejo. Formas cerradas y exactas. Conectividad simple y múltiple. Interpretación cohomológica de la holomorfía. Existencia de antiderivadas holomorfas. Teorema de Cauchy. Corolarios. Funciones armónicas. Conjugada armónica. Eliminación de la hipótesis $C^1$ mediante el Teorema de Goursat y la técnica de triangulación.
6. La Fórmula Integral de Cauchy	Teoría del índice. La Fórmula Integral para bordes. El desarrollo en serie del núcleo de Cauchy. Desarrollo en serie de potencias de una función holomorfa.
7. Sucesiones y series de funciones complejas	Criterios de convergencia para sucesiones y series de números complejos. Tipos de convergencia para sucesiones y series de funciones complejas. Series de potencias. Radio de convergencia. Teorema de Weierstrass. Derivación e integración de series.

TEMA	SUBTEMAS
8. Series formales y funciones analíticas	Estructura algebraica del anillo de series formales complejas. Conservación de la positividad del radio de convergencia. Morfismo de Taylor. Definición de función analítica. Propiedades básicas de las funciones analíticas.
9. La equivalencia fundamental	Teorema de Riemann. Equivalencia entre holomorfía y analiticidad. Corolarios principales. Teorema de Morera. Desigualdades de Cauchy. Teorema de Liouville. Teorema Fundamental del Álgebra.
10. El Principio de los Ceros Aislados	Orden algebraico y analítico. Factorización de ceros. Principio de los Ceros Aislados. Corolarios. Ceros de funciones enteras. El Principio de Identidad. Prolongación de identidades funcionales. Estructura local de las funciones analíticas. Teorema de la Aplicación Abierta Analítica. Productos infinitos. Teorema de factorización de Weierstrass.
11. El Principio del Módulo Máximo	El Teorema del Valor Medio de Gauss. El Principio del Módulo Máximo para funciones holomorfas y para funciones armónicas. El Principio del Módulo Mínimo. Aplicación a la localización de ceros. La función de crecimiento radial. El Lema de Schwarz. Automorfismos del disco.
12. Prolongación Analítica y Singularidades	Elementos funcionales. Equivalencia. Gérmes de funciones analíticas. El fenómeno de la monodromía. Tipos de singularidades generales. Frontera natural. Singularidades y radio de convergencia.
13. Series de Laurent	Desarrollo de Laurent en una corona circular. Series de Laurent formales. Representación única. Singularidades aisladas. Clasificación algebraica y analítica. Teorema de Casorati-Weierstrass. Principio de los Ceros Aislados y del Módulo Máximo para funciones con singularidades aisladas. El cuerpo de funciones meromorfas.
14. Residuos	Residuo algebraico y analítico. Significado del residuo. El Teorema de los Residuos. Transformación del residuo bajo isomorfismo analítico. Aplicaciones teóricas: la derivada logarítmica, el Principio del Argumento, el Teorema de Rouché. Corolarios teóricos del Teorema de Rouché. Aplicaciones prácticas al recuento de ceros y polos.
15. Cálculo de residuos	Fórmulas para determinar residuos. Cálculo de integrales mediante residuos. Estudio detallado de distintos tipos de integrales. Cálculo de sumas mediante residuos. Aplicaciones: desarrollo en serie de la cotangente y cosecante, valores de la función zeta de Riemann.
16. La esfera de Riemann	Proyección estereográfica. Parámetro local en infinito. Desarrollo de Laurent, singularidades aisladas y orden en infinito. Caracterización de las funciones meromorfas sobre la esfera. Funciones trascendentes. Residuo en infinito. Teorema de los Residuos para la esfera.
17. Funciones especiales	Función Gamma. Fórmula de Stirling. Función Beta. Función Zeta de Riemann.

## 6. Competencias a adquirir

### Específicas

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

CE-6: Comunicar, tanto por escrito como de forma oral, conocimientos, procedimientos, resultados e ideas Matemáticas.

**7. Metodologías**

Se expondrá el contenido teórico de los temas a través de clases presenciales y de los textos de referencia indicados por el profesor, que servirán para fijar los conocimientos ligados a las competencias previstas y dar paso a clases prácticas de resolución de problemas, en los que se aplicarán las definiciones, propiedades y teoremas expuestos en las clases teóricas, utilizando cuando sea conveniente medios informáticos.

A partir de esas clases teóricas y prácticas los profesores propondrán a los estudiantes la realización de trabajos personales y/o en grupo, para lo cual tendrán el apoyo del profesor en los seminarios y tutorías individualizadas. Se realizarán exámenes sobre los aspectos teóricos y prácticos de las materias expuestas.

En los seminarios los estudiantes expondrán sus trabajos ante el profesor y el resto de compañeros y podrán compartir con sus compañeros y con el profesor las dudas que encuentren, obtener solución a las mismas y comenzar a desempeñar por sí mismos las competencias del módulo.

**8. Previsión de distribución de las metodologías docentes**

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales		42		60	102
Prácticas	– En aula				
	– En el laboratorio				
	– En aula de informática				
	– De campo				
	– De visualización (visu)				
Seminarios		6			6
Exposiciones y debates		6			6
Tutorías		2			2
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos				15	15
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		4		15	19
TOTAL		60		90	150

**9. Recursos****Material de consulta para el alumno**

- Se proporcionarán resúmenes, hojas de problemas, tareas, etc. a través de la plataforma Studium de la Universidad de Salamanca.

**Libros de consulta para el alumno**

- J. Muñoz Díaz: *Curso de Teoría de Funciones I*. Ed. Tecnos. Madrid, 1978.



## Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso

- Conway, John: Functions of One Complex Variable. Springer 1978.
- Lang, Serge: Complex Analysis. Springer Verlag, 1999.
- Needham, Tristan: Visual Complex Analysis. Oxford University Press, 1998.

**10. Evaluación**

## Consideraciones Generales

Se evaluará el nivel adquirido en las competencias y destrezas expuestas, así como el logro de los objetivos propuestos. En todo momento se exigirá un mínimo en cada una de las actividades a evaluar y en cada bloque del temario, evitando así el desconocimiento absoluto de alguna parte de la materia y la no realización de las actividades.

## Criterios de evaluación

- Examen escrito: 50% de la nota final.
- Pruebas presenciales: 20% de la nota final
- Trabajos y exposiciones: 30% de la nota final.

## Instrumentos de evaluación

## Actividades a evaluar

- Entrega de trabajos en equipo
- Exposición de los trabajos en equipo
- Exámenes y pruebas presenciales escritas:
  - o de teoría (resolución de cuestiones de carácter teórico basadas en el conocimiento de conceptos, enunciados y razonamientos expuestos en las clases magistrales)
  - o de problemas (resolución de enunciados análogos a los explicados en las clases prácticas).

## Recomendaciones para la evaluación

- En todo momento la asistencia a las clases y seminarios es altamente recomendable.
- Es fundamental referirse al material disponible en la plataforma digital Studium, llevando al día la asimilación de los apuntes y las tareas allí expuestas, así como estar al corriente de los anuncios, recomendaciones y reglas que se difundan a través de este medio.
- Una vez que el profesor entrega los trabajos corregidos, analizar los errores cometidos, tanto individualmente como acudiendo a las tutorías.
- Ensayo previo de la exposición de los trabajos en un equipo, para detectar las posibles deficiencias en la asimilación de los conceptos, así como en la forma de expresión.
- En la preparación de la parte teórica, para poder resolver las cuestiones teóricas que se propondrán, es importante comprender (los conceptos, razonamientos, etc.) y evitar la memorización automática.
- En cuanto a la preparación de problemas, es necesario ejercitarse con los problemas resueltos y tanto o más con los problemas propuestos, dedicando el tiempo y esfuerzo necesarios para su resolución.

## Recomendaciones para la recuperación

- Analizar los errores cometidos en los exámenes y en los trabajos, acudiendo para ello a la revisión.
- Trabajar en su preparación con las mismas recomendaciones realizadas para la evaluación.
- Las pruebas presenciales y examen final serán recuperables mediante un examen escrito con peso igual a la suma de esas partes.
- Debido a su naturaleza de estudio continuado y esfuerzo repetido y prolongado en el tiempo, la parte correspondiente a la evaluación continua (trabajos individuales o en grupo, entregas, exposiciones, etc.) no será recuperable.

## ANÁLISIS FUNCIONAL

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100.221	Plan	2008	ECTS	6
Carácter	Optativa	Curso	3º	Periodicidad	C1
Área	Análisis Matemático				
Departamento	Matemáticas				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Stadium			
	URL de Acceso:	<a href="http://moodle.usal.es">http://moodle.usal.es</a>			

## Datos del profesorado

Profesor	Ángel Tocino García	Grupo/s	
Departamento	Matemáticas		
Área	Análisis Matemático		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Ed. Merced, M3307		
Horario de tutorías	Martes, miércoles y jueves de 10 a 11 y de 17 a 19.		
URL Web			
E-mail	bacon@usal.es	Teléfono	923294460

## 2. Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia
Ampliación de Análisis Matemático
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios
Formación optativa. Rama Ciencias.
Perfil profesional
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Docencia Universitaria e Investigación</li> <li>• Docencia no universitaria</li> </ul>

**3. Recomendaciones previas**

Se precisan conocimientos generales de Análisis Matemático I (obligatoria de primer curso), Análisis Matemático III y Topología (obligatorias de 2º curso). En particular, se hará uso de resultados relativos a sucesiones y series de números reales, normas en  $\mathbb{R}^n$  y espacios métricos (topología, bases de una topología, compacidad, compacidad relativa, acotación total, completitud, etc.)

**4. Objetivos de la asignatura****Formativos**

- Comprender y utilizar el lenguaje matemático. Adquirir la capacidad para enunciar proposiciones en distintos campos de la Matemática, para construir demostraciones y para transmitir los conocimientos matemáticos adquiridos.
- Conocer demostraciones rigurosas de algunos teoremas clásicos en distintas áreas de la Matemática.
- Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos.
- 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.
- Aprender de manera autónoma nuevos conocimientos y técnicas.

**Específicos de la asignatura**

- Establecer el teorema de Hahn-Banach y sus principales consecuencias.
- Conocer y manejar los conceptos relativos a espacios de Banach.
- Caracterizar los espacios de dimensión finita por la compacidad de las bolas cerradas.
- Estudiar las consecuencias en espacios de Banach del teorema de Baire.
- Introducir los espacios de Hilbert como generalización de los espacios euclídeos de dimensión finita.
- Introducir el concepto de base ortonormal y su caracterización.
- Clasificar los espacios de Hilbert por su dimensión.
- Introducir el concepto de operador compacto y proponer ejemplos ilustrativos.
- Mostrar la alternativa de Fredholm y su aplicación a las ecuaciones.
- Analizar las propiedades del espectro de un operador compacto y autoadjunto.
- Establecer el teorema espectral para operadores compactos y autoadjuntos.

**5. Contenidos****ESPACIOS DE BANACH**

- Espacios normados. Normas y seminormas. Normas equivalentes. Subespacios de un espacio normado. Series en un espacio normado. Bases de Schauder.
- Aplicaciones lineales continuas entre espacios normados. Caracterización. Norma de una aplicación lineal continua. El espacio  $L(X,Y)$ .
- El espacio dual. Formas lineales continuas. El espacio  $X'$ . El teorema de Hahn-Banach y sus corolarios.
- Espacios de Banach. Caracterización en términos de sus series normalmente convergentes. Completación de un espacio normado. Completitud de las aplicaciones lineales continuas de un espacio normado en un espacio de Banach.

- Espacios de dimensión finita. Completitud, equivalencia de las normas y caracterización de los compactos. El teorema de Riesz.
- El teorema de Banach-Steinhaus. El principio de acotación uniforme. El principio de condensación de singularidades. Aplicaciones.
- El teorema de la aplicación abierta. El teorema del homeomorfismo. Aplicaciones. El teorema de la gráfica cerrada.
- La aplicación lineal traspuesta. Espacio incidente a un subconjunto. Propiedades. Relaciones de incidencia entre núcleos e imágenes.
- Espacios reflexivos. Inyección canónica en el bidual. Espacios reflexivos. Conservación de la reflexividad por isomorfismos isométricos. Reflexividad del dual.

**ESPACIOS DE HILBERT**

- Espacios de Hilbert. Producto interior. Espacios pre-hilbertianos. Desigualdad de Schwartz. Norma asociada a un producto interior. Ley del paralelogramo. Espacios de Hilbert.
- Ortogonalidad. Teorema de Pitágoras. Complemento ortogonal de un subconjunto. Mejor aproximación a un convexo cerrado. Descomposición de un espacio de Hilbert como suma ortogonal de cada subespacio cerrado y su ortogonal. Sistemas ortogonales y ortonormales. El proceso de ortonormalización de Gram-Schmidt.
- Dualidad en espacios de Hilbert. El teorema de representación de Riesz. El producto interior de  $H'$ . Reflexividad de los espacios de Hilbert.
- Proyecciones ortogonales. Propiedades. Caracterización. Ecuaciones de la proyección ortogonal en un subespacio de dimensión finita.
- Operadores autoadjuntos. Operador adjunto de una aplicación lineal continua entre espacios de Hilbert. Propiedades. Relaciones de ortogonalidad entre núcleos e imágenes. Operadores autoadjuntos.
- Bases ortonormales. Desigualdad de Bessel. Bases ortonormales. Coeficientes de Fourier. Sistemas ortonormales completos. Equivalencia entre bases ortonormales, sistemas ortonormales completos y conjuntos ortonormales que satisfacen la identidad de Parseval.
- Clasificación de los espacios de Hilbert. Existencia de bases ortonormales. Dimensión hilbertiana. Clasificación de los espacios de Hilbert por su dimensión. Caracterización de los espacios de Hilbert separables.

**TEORÍA ESPECTRAL DE OPERADORES**

- Operadores compactos. Compacidad de operadores de rango finito. Propiedades del espacio de los operadores compactos entre dos espacios normados. Compacidad del operador traspuesto.
- La alternativa de Fredholm. Relaciones de incidencia entre núcleos e imágenes. La alternativa de Fredholm.
- El espectro de un operador continuo. Operadores invertibles en espacios de Banach. Valor espectral de un operador. Espectro. Valores propios. Espectros puntual y continuo. Compacidad del espectro de un operador continuo. El espectro de un operador compacto. El espectro de un operador autoadjunto. Propiedades de los valores y vectores propios de un operador autoadjunto. Propiedades de los valores espectrales de un operador autoadjunto.
- Teorema espectral. Teorema espectral para operadores compactos y autoadjuntos. Forma canónica. Aplicaciones.

**6. Competencias a adquirir****Específicas**

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

CE-6: Comunicar, tanto por escrito como de forma oral, conocimientos, procedimientos, resultados e ideas Matemáticas.

**7. Metodologías**

Se expondrá el contenido teórico de los temas a través de clases presenciales, siguiendo uno o dos libros de texto de referencia, que servirán para fijar los conocimientos ligados a las competencias previstas y dar paso a clases prácticas de resolución de problemas, en los que se aplicarán las definiciones, propiedades y teoremas expuestos en las clases teóricas, utilizando cuando sea conveniente medios informáticos.

A partir de esas clases teóricas y prácticas se propondrán a los estudiantes la realización de trabajos personales sobre teoría y problemas, para cuya realización tendrán el apoyo del profesor en seminarios tutelados. En esos seminarios los estudiantes podrán compartir con sus compañeros y con el profesor las dudas que encuentren, obtener solución a las mismas y comenzar a desempeñar por sí mismos las competencias del módulo. Además, los estudiantes tendrán que desarrollar por su parte un trabajo personal de estudio y asimilación de la teoría, resolución de problemas propuestos y preparación de su exposición. De ello tendrán que responder, resolviendo los problemas en el aula una vez preparados, exponiéndolos ante el profesor y el resto de compañeros y comentándolos luego en una tutoría personal entre estudiante y profesor, así como realizando exámenes de teoría y resolución de problemas.

**8. Previsión de distribución de las metodologías docentes**

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales		21		24	45
Prácticas	– En aula	21		36	57
	– En el laboratorio				
	– En aula de informática				
	– De campo				
	– De visualización (visu)				
Seminarios		6			6
Exposiciones y debates		6			6
Tutorías		2			2
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos				15	15
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		4		15	19
TOTAL		60		90	150

**9. Recursos****Libros de consulta para el alumno**

- Bachman, G.; Narici, L. *Functional Analysis*. Dover, 2000
- Tocino, A., Maldonado, M. *Problemas resueltos de Análisis Funcional*. Cervantes, Salamanca, 2003.

Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Brezis, H. <i>Análisis Funcional</i>. Alianza Universidad, 1983.</li> <li>• Cascales, B.; Mira, J.M. <i>Análisis Funcional</i>. Universidad de Murcia, 2002.</li> <li>• El Kacimi, A. <i>Introducción al Análisis Funcional</i>. Reverté, 1994.</li> <li>• Friedman, A. <i>Foundations of Modern Analysis</i>, Dover, 1970.</li> <li>• Friedrichs, K.O. <i>Spectral Theory of Operator in Hilbert Space</i>. Springer, 1973.</li> <li>• Halmos, P.R. <i>A Hilbert space problem book</i>, Van Nostrand, 1967.</li> <li>• Kolmogorov, A.N.; Fomin, S.V. <i>Elementos de la Teoría de Funciones y del Análisis Funcional</i>. Mir, 1978.</li> <li>• Riesz, F.; Sz.-Nagy, B. <i>Functional Analysis</i>, Dover, 1990</li> <li>• Taylor, A.; Lay, D. <i>Introduction to Functional Analysis</i>. R.E. Krieger Publishing Co., 1986.</li> <li>• Young, N. <i>An introduction to Hilbert space</i>, Cambridge University Press, 1988.</li> </ul>

## 10. Evaluación

Consideraciones Generales
Se evaluará el nivel adquirido en las competencias y destrezas expuestas, así como el logro de los objetivos propuestos. En todo momento se exigirá un mínimo en cada una de las actividades a evaluar y en cada bloque del temario, evitando así el desconocimiento absoluto de alguna parte de la materia y la no realización de las actividades.
Criterios de evaluación
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Examen escrito: 60% de la nota final.</li> <li>• Ejercicios en el aula (previa preparación) y su exposición: 40% de la nota final.</li> </ul> <p>Para obtener una evaluación final positiva se exigirá una puntuación mínima de 3 sobre 10 en cada una de las partes del examen escrito (teoría y problemas).</p>
Instrumentos de evaluación
<p>Actividades a evaluar</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realización periódica de ejercicios en el aula. Los ejercicios se propondrán con la antelación e indicaciones suficientes para ser resueltos antes de su realización en el aula, que se llevará a cabo sin utilizar las notas o apuntes utilizados en su preparación.</li> <li>• Exposiciones orales de los ejercicios.</li> <li>• Exámenes escritos:             <ul style="list-style-type: none"> <li>o de teoría (conocimiento de conceptos, enunciados y razonamientos expuestos en las clases magistrales)</li> <li>o de problemas (resolución de enunciados análogos a los explicados en las clases prácticas y de cuestiones breves)</li> </ul> </li> </ul>
Recomendaciones para la evaluación
<ul style="list-style-type: none"> <li>• En todo momento la asistencia a las clases y seminarios es altamente recomendable.</li> <li>• Una vez que el profesor entrega los trabajos corregidos, analizar los errores cometidos, tanto individualmente como acudiendo a las tutorías.</li> <li>• En la preparación de la parte teórica es importante comprender (los conceptos, razonamientos, etc.) y evitar la memorización automática.</li> <li>• Ensayo previo de la exposición de los trabajos para detectar las posibles deficiencias en la asimilación de los conceptos, así como en la forma de expresión.</li> <li>• En cuanto a la preparación de problemas, es necesario ejercitarse con los problemas que aparecen en los libros de texto recomendados, no sólo con los problemas resueltos, sino intentando la resolución de los problemas propuestos.</li> </ul>

## Recomendaciones para la recuperación

- Analizar los errores cometidos en los exámenes y en los trabajos, acudiendo para ello a la revisión.
- Trabajar en su preparación con las mismas recomendaciones realizadas para la evaluación.

## ANÁLISIS NUMÉRICO III

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100.222	Plan	2008	ECTS	6
Carácter	Optativa	Curso	3	Periodicidad	C1
Área	Matemática Aplicada				
Departamento	Matemática Aplicada				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	<a href="http://moodle.usal.es">http://moodle.usal.es</a>			

## Datos del profesorado

Profesor	Jesús Vigo Aguiar	Grupo/s	
Departamento	Matemática Aplicada		
Área	Matemática Aplicada		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Nº 4, Casa del Parque 2.		
Horario de tutorías	Martes, miércoles y jueves 11-12h.		
URL Web			
E-mail	<a href="mailto:jvigo@usal.es">jvigo@usal.es</a>	Teléfono	1537

## 2. Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia
Ampliación de Ecuaciones Diferenciales.
Bloque formativo al que pertenece la materia
Ampliación de Ecuaciones Diferenciales.

Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios

Tratamiento numérico de ecuaciones diferenciales ordinarias.

Perfil profesional

Es una materia optativa, fundamental en cualquier perfil profesional vinculado a la Titulación de Grado en Matemáticas.

### 3. Recomendaciones previas

Asignaturas previas de Análisis Matemático.

### 4. Objetivos de la asignatura

- Construir métodos de tipo Runge-Kutta
- Estimación de los errores cometidos
- Manejar desarrollos de Taylor de soluciones de sistemas de ecuaciones
- Manejar la derivada de Fréchet
- Resolver numéricamente las ecuaciones diferenciales ordinarias
- Encontrar soluciones aproximadas de sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias tanto en el caso de PVI como en el caso de BVP
- Reconocer problemas para los que un enfoque numérico es apropiado
- Analizar cómo y por qué los algoritmos anteriores funcionan

### 5. Contenidos

Bloque I

- Método de Euler para PVI
- Métodos Runge Kutta para PVI
- Análisis del Error. Estabilidad.
- Sistemas de Ecuaciones diferenciales ordinarias, PVI
- Programas informáticos

Bloque II

- Método de Tiro para BVP
- Métodos de tiro Múltiple BVP
- Método en diferencias para Ecuaciones dif ordinarias con condiciones de frontera.
- Comparación entre métodos

Bloque III

- Métodos específicos para Problemas Stiff
- Métodos específicos para Problemas oscilatorios
- Métodos específicos para Problemas singulares



**6. Competencias a adquirir****Específicas**

- Conocer los distintos algoritmos para la resolución de ecuaciones diferenciales.
- Manejar las expresiones de error de los algoritmos de EDOS.
- Distinguir los tipos de problemas que pueden aparecer.
- Conocer algoritmos para cada tipo de problema.
- Ser capaz de construir nuevos algoritmos adaptados a los datos que tenemos.
- Ser capaz de dar expresiones de error válidas.
- Conocer la estabilidad y convergencia de los algoritmos propuestos para EDOS y sus expresiones de error.
- Ser capaz de programar todos los algoritmos del curso con soltura.

**Transversales**

- Conocer las técnicas básicas del Cálculo Numérico de EDOS y su traducción en algoritmos o métodos constructivos de solución de problemas.
- Tener criterios para valorar y comparar distintos métodos en función de los problemas a resolver, el coste operativo y la presencia de errores.
- Evaluar los resultados obtenidos y extraer conclusiones después de un proceso de cómputo.

**7. Metodologías**

Clases magistrales, clases de ejercicios y trabajos dirigidos en el laboratorio de informática. Exposición.

Trabajos tutelados en el aula informática que cada grupo de alumnos deberá realizar con éxito para superar la asignatura.

**8. Previsión de distribución de las metodologías docentes**

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales		30		20	50
Prácticas	– En aula				
	– En el laboratorio				
	– En aula de informática	20			20
	– De campo				
	– De visualización (visu)				
Seminarios					
Exposiciones y debates					
Tutorías		6			6
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos				30	30

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales	Horas no presenciales		
Otras actividades (preparación prácticas)			40	40
Exámenes	4			4
TOTAL	60		90	150

## 9. Recursos

### Libros de consulta para el alumno

J. Vigo-Aguiar, H. Ramos. *Apuntes de Análisis Numérico*. ISBN 13:978-84-609-1236-1 (disponible en Gredos, Gestión del Repositorio Documental de la Universidad de Salamanca).

J. D. Lambert, *Numerical methods for ordinary differential systems: the initial value problem*, John Wiley & Sons, 1991.

E. Hairer, S. P. Norsett y G. Wanner, *Solving ordinary differential equations*, Springer, 1993.

L. F. Shampine, I. Gladwell, S. Thompson. *Solving ODEs with MATLAB*. Cambridge University Press, 2003.

### Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso

P. Henrici, *Discrete variable methods in ordinary differential equations*, Wiley 1962.

D. Kinkaid y W. Cheney, *Análisis Numérico*, Addison-Wesley Iberoamericana, 1994.

## 10. Evaluación

### Consideraciones Generales

Será el resultado de una ponderación basada en el desarrollo de programas de ordenador y ejercicios planteados a los alumnos durante el curso, las exposiciones en clase, y de la nota obtenida en un examen escrito de teoría y problemas.

### Criterios de evaluación

- Las cuestiones y ejercicios planteados a los alumnos durante el curso así como las prácticas de ordenador supondrán un 50% de la nota final.
- La evaluación final será por medio de prueba escrita que constará de una parte teórica que supondrá un 10% de la nota final, y de una parte práctica (resolución de problemas) a la que corresponderá el 40% restante.

### Instrumentos de evaluación

Pruebas escritas y programas de ordenador

### Recomendaciones para la evaluación

Estudiar la asignatura de forma regular desde el principio de curso.  
Preparar la teoría simultáneamente con la realización de problemas.  
Consultar al profesor las dudas que se tengan.

### Recomendaciones para la recuperación

Preparar la teoría simultáneamente con la realización de problemas.  
Asistir a clase especialmente a las lecciones de pizarra.  
Consultar al profesor las dudas que se tengan

## ÁLGEBRA CONMUTATIVA Y COMPUTACIONAL

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100.223	Plan	2008	ECTS	6
Carácter	Optativo	Curso	3º	Periodicidad	C1
Área	Álgebra – Geometría y Topología				
Departamento	Matemáticas				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Stadium			
	URL de Acceso:	<a href="http://moodle.usal.es">http://moodle.usal.es</a>			

## Datos del profesorado

Profesor	Carlos Sancho de Salas	Grupo / s	
Departamento	Matemáticas		
Área	Álgebra		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Ed. de la Merced, M3315,		
Horario de tutorías	Lunes, Miércoles y Viernes de 13:00 a 14:00 horas		
URL Web			
E-mail	<a href="mailto:mplu@usal.es">mplu@usal.es</a>	Teléfono	923294456

Profesor	Daniel Hernández Serrano	Grupo / s	
Departamento	Matemáticas		
Área	Geometría y Topología		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Ed. de la Merced, M3322,		
Horario de tutorías	Lunes y miércoles de 16:00 a 18:00 horas		
URL Web			
E-mail	<a href="mailto:dani@usal.es">dani@usal.es</a>	Teléfono	Ext 1534

**2. Sentido de la materia en el plan de estudios****Bloque formativo al que pertenece la materia**

Esta materia pertenece al módulo formativo "Ampliación de Álgebra", el cual incluye además las materias Ampliación de Álgebra Conmutativa, Ecuaciones Algebraicas y Teoría de Galois, Geometría Algebraica y Representaciones de Grupos finitos.

**Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.**

Su carácter es optativo vinculada a la materia de Matemáticas de la Rama de Ciencias

**Perfil profesional**

Como el resto de materias del módulo, está recomendada únicamente en el itinerario académico, esto es, para personas interesadas en prepararse para un perfil profesional de docencia e investigación en Matemáticas tanto universitaria como no universitaria.

**3. Recomendaciones previas**

Los requisitos previos para seguir esta materia se obtendrían habiendo cursado una asignatura sobre Introducción a la Topología, como la "Topología" propuesta como materia obligatoria en el primer semestre del 2º curso de la titulación de Grado en Matemáticas, y una asignatura sobre Álgebra Básica, como el "Álgebra" materia obligatoria en el primer semestre del 2º curso de la titulación de Grado en Matemáticas. Se recomienda también cursar esta asignatura simultáneamente con Geometría Projectiva.

**4. Objetivos de la asignatura**

Esta asignatura tiene cuatro objetivos fundamentales:

1. Proporcionar al alumno conocimientos básicos y técnicas de uso de anillos conmutativos y módulos sobre ellos, que se utilizan en otras materias, como la Topología algebraica, la Geometría Diferencial y el Análisis. En Geometría diferencial y Análisis se consideran anillos de funciones (continuas, diferenciales, holomorfas) y módulos sobre ellas (campos, formas, tensores, secciones de fi y la familiaridad de uso del Álgebra Conmutativa es un importante elemento para su comprensión, en un grado que depende de las materias y de su particular presentación al alumno.
2. Establecer las bases para el estudio de la Geometría Algebraica, de la que el Álgebra Conmutativa es uno de los lenguajes básicos. El alumno deberá comprender como la Geometría de las variedades algebraicas afines es equivalente al Álgebra Conmutativa.
3. Aprender a deducir propiedades algebraicas de anillos y módulos a partir de propiedades geométricas.
4. Proporcionar al alumno las herramientas modernas del Álgebra Computacional que le permitan conocer los aspectos computacionales de los conceptos introducidos a lo largo del curso y sus aplicaciones.

**5. Contenidos****Tema 1: Complementos teoría de módulos**

Sucesiones exactas de módulos: Lema de la Serpiente. Producto tensorial de módulos: definición de producto tensorial, propiedad universal, ejemplos, álgebras, características del producto tensorial de álgebras. Exactitud del producto tensorial: módulos planos y fielmente planos, definiciones y ejemplos.

**Tema 2: Localización**

Anillos y módulos de fracciones: definiciones y ejemplos, morfismo de localización.

Propiedades de la localización: exactitud, platitud y preservación de la condiciones de finitud de un módulo. Propiedades locales de los módulos: anulación y exactitud. Lema de Nakayama.

**Tema 3: Espectro de un anillo**

Espectro de un anillo: definición, la topología de Zariski, correspondencia entre ideales y cerrados y dimensión combinatoria. Ejemplos. Variedades algebraicas: definición de espacio afín y de variedad algebraica afín. Ejemplos. Propiedades del espectro de un anillo: abiertos básicos, compacidad, puntos cerrados y maximales. Aplicación continua inducida por un morfismo de anillos.

Espectro del cociente por un ideal. Espectro de la localización por un sistema multiplicativo: interpretación geométrica de la localización. Cómputo de las fibras: fórmula de la fibra.

**Tema 4: Algoritmos de división.**

Consecuencias computacionales del algoritmo de Euclides. Un algoritmo de división multivariado: órdenes monomiales, término inicial de un polinomio, el algoritmo.

**Tema 5: Módulos noetherianos.**

Teoría de la longitud: módulos simples, serie de composición, aditividad de la longitud, longitud y dimensión. Módulos noetherianos y artinianos: definiciones, caracterizaciones y ejemplos. Noetherianidad de los anillos de polinomios: teorema de la base de Hilbert. Consecuencias del teorema de la base de Hilbert: definición de bases de Gröbner, unicidad del resto, pertenencia de un elemento a un ideal.

**Tema 6: Bases de Gröbner.**

Caracterización de bases de Gröbner por los S-polinomios: definición de S-polinomio asociado a un par de polinomios, la S-caracterización. Construcción de bases de Gröbner: Algoritmo de Buchberger. Algoritmos de implicación, pertenencia al radical de un ideal y cálculo de intersección de ideales.

**Tema 7: Diferenciales y Derivaciones.**

Derivaciones: definición, ejemplos, módulo de las derivaciones, sucesiones exactas de derivaciones, espacio tangente de Zariski. Diferenciales: definición de diferencial, módulo de diferenciales relativas a un morfismo de anillos, propiedades universal, sucesiones exactas de diferenciales.

**Tema 8: Descomposición primaria.**

Ideales primarios: definición, ejemplos, propiedades, definición de descomposición primaria. Descomposición de una variedad en componentes irreducibles. Existencia de descomposición primaria en anillos noetherianos. Discusión sobre unicidad: enunciados del primer y segundo teorema de unicidad. Aspectos computacionales de la descomposición primaria.

**6. Competencias a adquirir****Específicas**

- Operar con el producto tensorial y la localización de módulos en ejemplos concretos.
- Calcular espectros de anillos cocientes de los anillos de polinomios y reconocerlos como variedades algebraicas afines.
- Reconocer anillos diferentes con el mismo espectro y morfismos algebraicos entre variedades afines.
- Calcular espectros de anillos utilizando la fórmula de la fibra de un morfismo entre espectro.
- Manejar el algoritmo de división multivariado en algún programa computacional.

- Comprender el significado de la noetherianidad de un anillo (todos sus ideales son finitamente generados) y aplicarlo a las ecuaciones de las variedades afines.
- Saber comprobar cuando un polinomio en varias variables pertenece a un ideal.
- Computar y operar con bases de Gröbner de ideales con la ayuda de sistemas de álgebra computacional. Saber la utilidad de las bases de Gröbner en los problemas álgebra-geométricos y manejar los algoritmos (implicación, intersección de ideales, etc.) que éstas proporcionan.
- Calcular derivaciones y diferenciales de anillos sencillos, particularmente anillos de curvas planas y de hipersuperficies. Calcular diferenciales relativas para morfismos sencillos de anillos.
- Calcular las componentes irreducibles de una variedad algebraica afín y descomposiciones primarias sencillas de ideales de anillos de polinomios e interpretarlas geoméricamente.

**Transversales**

Junto con las demás materias de este módulo, los estudiantes adquirirán las competencias generales CB-1, CB-2, CB-3, CG-1, CE-1, CE-2, CE-3, CE-4, CE-5 y CE-6 del Título.

**7. Metodologías**

Esta materia se desarrollará coordinadamente con las otras materias del módulo formativo. Se expondrá el contenido teórico de los temas a través de clases presenciales, siguiendo uno o dos libros de texto de referencia, que servirán para fijar los conocimientos ligados a las competencias previstas y dar paso a clases prácticas de resolución de problemas, en los que se aplicarán las definiciones, propiedades y teoremas expuestos en las clases teóricas.

A partir de esas clases teóricas y prácticas los profesores propondrán a los estudiantes la realización de trabajos personales sobre teoría y problemas, para cuya realización tendrán el apoyo del profesor a través de las tutorías. En estas tutorías los estudiantes podrán exponer al profesor las dudas que encuentren, obtener solución a las mismas y comenzar a desempeñar por sí mismos las competencias de la materia. Para la parte práctica del Álgebra Computacional, se dedicarán algunos seminarios con prácticas con Mathematica en el aula de informática. Además, los estudiantes tendrán que desarrollar por su parte un trabajo personal de estudio y asimilación de la teoría, resolución de problemas propuestos y preparación de los trabajos o prácticas propuestos, para alcanzar las competencias previstas. De ello tendrán que responder, exponiendo sus trabajos ante el profesor y el resto de compañeros, así como realizando exámenes de teoría y resolución de problemas.

**8. Previsión de distribución de las metodologías docentes**

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales		30		30	60
Prácticas	– En aula	15		30	45
	– En el laboratorio				
	– En aula de informática	2			2
	– De campo				
	– De visualización (visu)				

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales	Horas no presenciales		
Seminarios	4			4
Exposiciones y debates		1		1
Tutorías	2			2
Actividades de seguimiento online				
Preparación de trabajos		2	12	14
Otras actividades (detallar)				
Exámenes	4		18	22
TOTAL	57	3	90	150

## 9. Recursos

### Libros de consulta para el alumno

Libro de texto:

- M. Atiyah, J. M. Macdonall, *Introducción al álgebra Conmutativa*, Ed. Reverte (1989).

Otros libros de consulta para el alumno:

- J. A. Navarro, *Álgebra Conmutativa Básica*, Manuales de la UNEX, 19.
- M. Reid, *Undergraduate Commutative Algebra*, London Mathematical Society Student Texts, 29 Cambridge University Press, Cambridge (1995). Para la parte de Álgebra Computacional
- D. Cox, J. Little, D. O'Shea, *Ideals, varieties and algorithms: An introduction to Computational Algebraic Geometry and Commutative Algebra*. Third Edition. Undergraduate Texts in Mathematics, Springer, New York (2007).

### Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso

Otros libros:

- D. Eisenbud. *Commutative algebra. With a view toward algebraic geometry*. Graduate Texts in Mathematics, 150. Springer-Verlag, New York, (1995).
  - E. Kunz. *Introduction to commutative algebra and algebraic geometry*. Translated from the German by Michael Ackerman. With a preface by David Mumford. Birkhäuser Boston, Inc., Boston, MA, (1985).
- Material proporcionado a través del Campus on-line de la Facultad de Ciencias.

## 10. Evaluación

### Consideraciones Generales

La evaluación de la adquisición de las competencias de la materia se basará principalmente en el trabajo continuado del estudiante, controlado periódicamente con diversos instrumentos de evaluación, conjuntamente con un examen final.

Criterios de evaluación		
Los criterios de evaluación serán las siguientes con el peso en la calificación definitiva que se indica a continuación:		
Actividades	Peso en la calificación definitiva	Mínimo sobre 10 que hay que obtener para poder superar la materia
Actividades Presenciales de evaluación continua	20%	2
Actividades no presenciales de la parte teórica de la evaluación continua	20%	2
Examen de la parte teórica	30%	3
Examen de la parte práctica	30%	3
Instrumentos de evaluación		
Los instrumentos de evaluación se llevarán a cabo a través de diferentes actividades:		
<p><i>Actividades No Presenciales de evaluación continua:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Se asignarán a los alumnos pequeños trabajos teóricos que deberán entregar por escrito al profesor. En caso en el que este estime oportuno, se realizará una exposición oral de los trabajos presentados. Dicha exposición oral servirá para matizar la nota del trabajo y para valorar otros aspectos distintos al trabajo escrito, como por ejemplo la claridad en la explicación, el modo de dirigirse al público, etc.</li> </ul> <p><i>Actividades Presenciales de evaluación continua:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>En el horario lectivo de la materia, se realizarán dos pruebas esencialmente de tipo test, uno a mitad del cuatrimestre y otro al final. Ambas se realizarán en las fechas previstas a tal fin en la planificación docente.</li> </ul> <p><i>Examen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Se realizará en la fecha prevista en la planificación docente y tendrá una duración aproximada de 4 horas.</li> </ul>		
Recomendaciones para la evaluación		
<p>Para la adquisición de las competencias previstas en esta materia se recomienda la asistencia y participación activa en todas las actividades programadas y el uso de las tutorías, especialmente aquellas referentes a la revisión de los trabajos.</p> <p>Las actividades de la evaluación continua no presenciales deben ser entendidas en cierta medida como una autoevaluación del estudiante que le indica más su evolución en la adquisición de competencias y auto aprendizaje y, no tanto, como una nota importante en su calificación definitiva.</p>		
Recomendaciones para la recuperación		
Se establecerá un proceso personalizado para la recuperación de la parte de evaluación continua. Así mismo, se realizará un examen de recuperación en la fecha establecida en la programación docente.		



## GEOMETRÍA DIFERENCIAL II

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100.224	Plan	2008	ECTS	6
Carácter	Optativo	Curso	3º	Periodicidad	C1
Área	Geometría y Topología				
Departamento	Matemáticas				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Stadium			
	URL de Acceso:	<a href="http://moodle.usal.es">http://moodle.usal.es</a>			

## Datos del profesorado

Profesor	Pablo M. Chacón	Grupo/s	Todos
Departamento	Matemáticas		
Área	Geometría y Topología		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Ed. Merced, M3306		
Horario de tutorías	Lunes y martes de 16h a 17h, jueves y viernes de 13h a 14h.		
URL Web	<a href="http://mat.usal.es/~pmchacon">http://mat.usal.es/~pmchacon</a>		
E-mail	pmchacon@usal.es	Teléfono	923 29 44 59

## 2. Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia
Esta asignatura está incluida en el Módulo "Ampliación de Geometría" que incluye otras 3 asignaturas optativas: Geometría Proyectiva, Métodos Geométricos en Física y Topología Algebraica.
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios
Se trata de una asignatura optativa, como todas las asignaturas planificadas para este cuatrimestre, y es la continuación natural de Geometría Diferencial I del curso anterior. Los contenidos serán necesarios, principalmente, para la asignatura Métodos Geométricos de la Física (del mismo módulo).
Perfil profesional
Esta asignatura tiene interés para todos los perfiles profesionales de este Grado.

**3. Recomendaciones previas**

Se recomienda haber cursado Geometría Diferencial I, los cursos que sirven de recomendación previa de esa materia (Álgebra Lineal I y II; Análisis Matemático I, II y III; Topología y Ecuaciones Diferenciales) y también haber cursado la asignatura Geometría.

**4. Objetivos de la asignatura**

- Conocer y comprender los objetos básicos de la geometría diferencial: variedades diferenciables, aplicaciones diferenciables, espacio tangente y cotangente, subvariedades, campos de vectores, etc; así como sus resultados más básicos.
- Conocer y manejar algunos ejemplos notables de variedades y subvariedades.
- Manejar con soltura campos tensoriales y formas diferenciables así como los operadores diferencial exterior, producto interior y derivada de Lie.
- Conocer y manejar los operadores conexión (o derivada covariante), torsión y curvatura así como sus propiedades.
- Conocer el transporte paralelo y las geodésicas.
- Saber lo que es una métrica sobre una variedad y los objetos que induce: longitud de curvas, conexión de Levi-Civita, tensor de curvatura de Riemann-Christoffel, etc.

**5. Contenidos**

Tema 1. Variedades diferenciables: Atlas, estructura diferenciable. Funciones diferenciables. Aplicaciones diferenciables, difeomorfismos.

Tema 2. Espacio tangente: Espacio tangente en un punto. Vector tangente a una curva. Espacio cotangente. La diferencial en un punto de una aplicación diferenciable.

Tema 3. Subvariedades y sumersiones: Inmersiones, subvariedades y embebimientos. Subvariedades definidas por ceros de funciones. Sumersiones

Tema 4. Campos vectoriales: Campos de vectores diferenciables. El corchete de Lie. Curva integral de un campo. Flujo de un campo.

Tema 5. Cálculo diferencial en variedades: Campos de 1-formas. Campos de tensores diferenciables. El producto interior. La derivada de Lie de un tensor. La diferencial exterior. Conexión lineal. Transporte paralelo. Geodésicas. Torsión y curvatura de una conexión.

Tema 6. Variedades riemannianas: Métricas riemannianas. Longitud de una curva. Conexión de Levi-Civita. Tensor de Riemann-Christoffel. Curvatura seccional. Aplicación al estudio de subvariedades.

**6. Competencias a adquirir****Específicas**

- Reconocer la estructura de variedad diferenciable. Saber cuándo un conjunto de funciones constituyen un sistema local de coordenadas. Determinar si una aplicación entre variedades diferenciables es diferenciable y establecer su expresión en coordenadas locales.

- Construir el espacio tangente en un punto de una variedad. Conocer el concepto de vector tangente a una curva. Construir el espacio cotangente en un punto. Conocer la construcción de la aplicación tangente en un punto, y su traspuesta. Calcular la matriz jacobiana de una aplicación tangente y su uso para analizar propiedades locales de una aplicación diferenciable. Conocer si una aplicación diferenciable es un difeomorfismo local o global.
- Saber cuándo una aplicación diferenciable concreta es una inmersión o sumersión local en un punto. Reconocer embebimientos. Determinar si los ceros de varias funciones reales constituyen una subvariedad diferenciable. Calcular el espacio tangente a una subvariedad. Conocer el teorema de estructura local de las inmersiones y sumersiones.
- Conocer y saber construir campos vectoriales en diferentes variedades diferenciables. Saber si un campo vectorial es tangente a una subvariedad. Calcular el corchete de Lie de dos campos vectoriales. Conocer el concepto de curva integral de un campo y saber calcularla en algunos casos concretos. Reconocer el flujo de un campo. Decidir si una colección de transformaciones diferenciables constituyen un grupo uniparamétrico de difeomorfismos y en tal caso calcular su generador infinitesimal.
- Construir bases locales de los campos de tensores diferenciables. Calcular la imagen inversa de un tensor covariante en coordenadas locales. Calcular la derivada de Lie de un tensor. Manipular el álgebra exterior y calcular la diferencial exterior de una forma.
- Identificar las conexiones lineales y saber calcular su expresión en coordenadas locales. Reconocer las ecuaciones del transporte paralelo y de las geodésicas. Saber calcular el traslado paralelo de un vector a lo largo de una curva. Determinar si una curva parametrizada es una geodésica. Calcular la torsión y curvatura de una conexión lineal.
- Conocer el concepto de métrica riemanniana y la conexión métrica asociada. Conocer ejemplos de variedades riemannianas. Calcular la longitud de una curva. Conocer las propiedades del tensor de curvatura. Calcular las curvaturas seccionales de diferentes variedades riemannianas. Reformular los principales resultados de curvas y superficies vistos en la asignatura Geometría Diferencial I.

#### Transversales

- Identificar problemas relacionados con los conceptos asimilados.
- Saber aplicar los conocimientos adquiridos para elaborar argumentos y estrategias de resolución.
- Utilizar herramientas de búsqueda de recursos bibliográficos en Matemáticas, incluyendo el uso de las nuevas tecnologías.
- Conseguir capacidad de análisis, síntesis y razonamiento crítico.
- Estimular la búsqueda de la calidad en los métodos usados y de los resultados obtenidos.
- Estimular el aprendizaje autónomo de nuevos conocimientos y técnicas.
- Adaptación a nuevas situaciones.
- Difundir conocimientos y resultados obtenidos, tanto a un interlocutor especializado como a uno de carácter general.
- Saber exponer en público.
- Tener capacidad de organización y planificación.
- Trabajar en equipo.
- Capacidad de integración en equipos multidisciplinares

### 7. Metodologías

Como instrumentos de la metodología docente se realizarán las siguientes actividades: clases de teoría, clases de problemas, seminarios, trabajos, controles, exposición de ejercicios y tutorías individuales.

Las clases de teoría serán en general expositivas y en ellas se desarrollarán los contenidos de la asignatura. Ejemplos bien escogidos ayudarán a la comprensión y utilidad de las definiciones y propiedades probadas. Las clases de problemas consistirán en la resolución de ejercicios. Se resaltarán la importancia de los teoremas probados y la necesidad de las hipótesis correspondientes. Para las clases de problemas se proporcionará una colección de ejercicios adecuados a los contenidos y nivel de exigencia del curso.

Para las clases teóricas y de problemas será de utilidad la ayuda del ordenador con la cual se podrán visualizar algunos de los aspectos tratados en el curso.

Los seminarios serán sesiones de resolución de problemas y en las que se buscará una gran participación de los estudiantes. En estos seminarios, a diferencia de las clases de problemas, será el propio colectivo de estudiantes el que vaya construyendo el argumento o resolución del problema o duda planteada.

A lo largo del cuatrimestre se propondrá una serie de trabajos para entregar. Estos trabajos consistirán en la resolución de uno o varios ejercicios donde se abordarán distintos conceptos vistos en clase. Los trabajos tendrán, en términos generales, un plazo de entrega de aproximadamente 10 días. Se incentivará el trabajo en grupo con el que se pretende fomentar entre los alumnos cierto debate de los tópicos de la asignatura.

La exposición de problemas consiste en la presentación por parte del estudiante de la resolución de algún problema propuesto por el profesor. El estudiante dispondrá de aproximadamente una semana de tiempo para preparar los problemas asignados por el profesor. En cualquier caso, se incentivará la participación de todos los alumnos a estas sesiones de exposición.

Los controles cortos se realizarán cuando se complete algún bloque temático y sin que la preparación de estos controles, por su volumen de trabajo, distorsione la actividad usual con respecto a las otras asignaturas del cuatrimestre. Estos controles tendrán una duración aproximada de una hora. Existirá un horario de tutorías a disposición de los alumnos donde podrán resolver individualmente sus dudas. También se usarán estas tutorías para citar a los alumnos cuando se detecten problemas de aprendizaje.

A estas actividades guiadas por el profesor hay que añadir la importante labor discente de cada estudiante. Así pues, para la asimilación de los contenidos expuestos y para la adquisición de las competencias, destrezas y habilidades exigidas, cada estudiante deberá dedicar cierto tiempo de trabajo personal.

Se hará uso también del campus on-line que tiene la Universidad de Salamanca. En este campus virtual se pondrá a disposición del colectivo el material docente previsto y, eventualmente, servirá como medio para recibir los trabajos solicitados. Cuando algún estudiante lo solicite, se realizarán también tutorías a través de esta plataforma.

Esta asignatura se coordinará con las otras asignaturas contempladas para este cuatrimestre en lo referente a la realización de pruebas de evaluación continua (presenciales o no).

#### 8. Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales		25		30	55
Prácticas	– En aula	15		35	50
	– En el laboratorio				
	– En aula de informática				
	– De campo				
	– De visualización (visu)				
Seminarios		6			6
Exposiciones y debates		5		3	8
Tutorías		3			3

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales	Horas no presenciales		
Actividades de seguimiento online				
Preparación de trabajos			10	10
Otras actividades (detallar)				
Exámenes	6		12	18
TOTAL	60		90	150

## 9. Recursos

### Libros de consulta para el alumno

- J. M. Gamboa y J. M. Ruiz, *Iniciación al estudio de las variedades diferenciables*, Ed. Sanz y Torres.
- J. M. Lee, *Introduction to smooth manifolds*, Springer Verlag.

### Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso

- W. M Boothby, *An introduction to differentiable manifolds and Riemannian geometry*, Academic Press
- M. P. do Carmo, *Riemannian geometry*, Birkhäuser, 1983.
- C. M. Currás, *Geometría diferencial: varietats diferenciables i varietats de Riemann*, Publicaciones de la Universitat de Barcelona.
- P. M. Gadea y J. Muñoz-Masqué, *Analysis and algebra on differentiable manifolds: a workbook for students and teachers*, Kluwer Academic Publishers.
- N. J. Hicks, *Notas sobre geometría diferencial*, editorial Hispano Europea.
- J. M. Lee, *Riemannian manifolds: an introduction to curvature*, Springer, 1997.
- P. Lucas, *Variedades diferenciables y topología*, ed. Diego Marín, 1999

## 10. Evaluación

### Consideraciones Generales

Los trabajos propuestos, las exposiciones de ejercicios y los controles cortos generan una evaluación relativamente continua que además permiten detectar, tanto al profesor como al estudiante, el progreso en el aprendizaje. A estas actividades desarrolladas durante el cuatrimestre, se le añadirá un examen final con el que se completará la evaluación de la asignatura.

### Criterios de evaluación

Para obtener la calificación final, se ponderarán las calificaciones de cada una de las actividades evaluadoras del siguiente modo:

- Trabajos: 20%
- Exposiciones: 10%
- Controles: 20%
- Examen final: 50%

Además se exigirá que en el examen final se supere el 30 % de la prueba.

Aquellos estudiantes que mediante este sistema de evaluación no superen la materia tendrán la posibilidad de ser reevaluados. La recuperación consistirá en un examen de características similares a las del examen final. La calificación en esta fase de recuperación se obtendrá mediante el examen de recuperación y la evaluación continua desarrollada, utilizando la misma ponderación que en la calificación ordinaria.

#### Instrumentos de evaluación

- Trabajos: Consisten en la resolución de uno o varios problemas, y tal vez cuestiones teóricas. Los trabajos tendrán una fecha límite de entrega. El estudiante podrá ser convocado para explicar los métodos utilizados y su resolución. En su caso, esta defensa del trabajo presentado formará parte de la calificación del trabajo.
- Exposición de ejercicios: consiste en la presentación pública por parte del estudiante de la resolución de algún problema. La asignación del problema propuesto (uno o varios) se realizará con antelación suficiente para que el estudiante pueda preparar la resolución del mismo. El alumno será evaluado tanto sobre la resolución presentada como sobre las respuestas a las preguntas que puedan surgir por parte del profesor como del colectivo presente.
- Controles cortos: cuando se haya impartido una cantidad razonable de materia se realizará una breve prueba escrita en la que se pedirá la resolución de algún ejercicio así como alguna pregunta de carácter teórico.
- Examen final: constará de una parte teórica (40%) y de una parte práctica (60%) y será necesario superar el 30% de la prueba para aprobar la asignatura

#### Recomendaciones para la evaluación

Asistencia a clase y participación en las distintas actividades propuestas.

La evaluación continua se puede interpretar también como un indicador de los objetivos y destrezas que el estudiante va alcanzando. Así pues, cuando a través de esta evaluación continua se aprecien carencias en el aprendizaje se recomienda al estudiante que utilice las tutorías. En estas tutorías, además de resolver individualmente sus dudas sobre cualquier aspecto de la asignatura, se podrán discutir las dificultades en la adquisición de competencias y, en su caso, proponer un programa de actividades ajustado a las necesidades del estudiante.

#### Recomendaciones para la recuperación

Además de las recomendaciones dadas para la evaluación ordinaria, se recomienda analizar el rendimiento obtenido en los trabajos, controles, exposiciones y en el examen final, para en su caso analizar los errores cometidos.

## ESTADÍSTICA MATEMÁTICA

### 1. Datos de la Asignatura

Código	100.225	Plan	2008	ECTS	6
Carácter	Optativa	Curso	3º	Periodicidad	C1
Área	Estadística e Investigación Operativa				
Departamento	Estadística				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	<a href="http://moodle.usal.es/">http://moodle.usal.es/</a>			

**Datos del profesorado**

Profesor	Ramón Ángel Ardanuy Albajar	Grupo/s	Todos
Departamento	Estadística		
Área	Estadística e Investigación Operativa		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Ed. Ciencias, D1513		
Horario de tutorías	L: 9-10, M: 18:30-20, X: 11-12, J: 11-12 y 18:30-20		
URL Web			
E-mail	raa@usal.es	Teléfono	923294458

**2. Sentido de la materia en el plan de estudios**

Bloque formativo al que pertenece la materia
Ampliación de Estadística y Probabilidad
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios
Desarrollar un curso de Inferencia Estadística que complemente y amplíe los conocimientos adquiridos en la asignatura de "Estadística" de Primero y que pueda servir de soporte y herramienta para otras asignaturas del módulo de "Ampliación de Estadística y Probabilidad", así como para asignaturas del módulo de "Matemáticas Financieras".
Perfil profesional
Interés de la materia para una profesión futura. En las relacionadas con la economía, banca, seguros, finanzas, consultorías y docencia en Bachillerato, así como en cualquier profesión en la que se tenga que manejar un volumen grande de datos.

**3. Recomendaciones previas**

Tener superados unos Primeros Cursos de Estadística, Cálculo de Probabilidades, Álgebra Lineal y Análisis Matemático.
---

**4. Objetivos de la asignatura**

<p><i>Generales:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer la naturaleza, métodos y fines de la Estadística junto con cierta perspectiva histórica de su desarrollo.</li> <li>• Reconocer la necesidad de la Estadística para tratar científicamente aquellas situaciones con gran volumen de datos o en las que interviene el azar o exista incertidumbre.</li> <li>• Reconocer a la Estadística como parte integrante de la Educación y la Cultura.</li> <li>• Desarrollar las capacidades analíticas y de abstracción, la intuición y el pensamiento lógico, riguroso y crítico a través del estudio de la Estadística.</li> </ul>
--

- 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.
- Preparar para posteriores estudios especializados, tanto en una disciplina estadística como en cualquiera de las ciencias que requieran buenos fundamentos estadísticos.

*Específicos:*

- Comprender y manejar los conceptos y principios básicos de la Estadística Inferencial, así como sus distintos métodos y enfoques, reconociendo su aplicabilidad a problemas reales.
- Que el alumno conozca, comprenda y maneje las técnicas de tratamiento para realizar inferencias estadísticas: estimaciones puntuales y por intervalos, contrastes hipótesis sobre medias, varianzas y proporciones, etc., tanto paramétricos como no paramétricos.
- En el caso multivariante, que sepa analizar el grado de dependencia lineal entre una variable respuesta y las variables explicativas, con el fin último de seleccionar variables, hacer predicciones y conocer la fiabilidad de éstas.
- Que el alumno conozca técnicas de reducción de la dimensionalidad y sepa realizar e interpretar un Análisis Factorial.
- Que el alumno sepa realizar e interpretar un Análisis Discriminante Lineal.
- Que el alumno utilice algún programa de Estadística (SPSS) para resolver problemas de Inferencia Estadística.

## 5. Contenidos

*Contenidos Teóricos:*

- Tema 1. *Muestreo*.- Muestra y Población. Distribuciones en el muestreo. Tipos de muestreo. El Método de Montecarlo, simulación de variables aleatorias.
- Tema 2. *Estimación Puntual*.- Introducción: estimadores puntuales, funciones de decisión, verosimilitud, pérdida y riesgo. Estimadores centrados, sesgo de un estimador. Consistencia de un estimador. Eficiencia de un estimador. Estimadores de mínima varianza. Estimadores suficientes. Funciones estimables y completitud.
- Tema 3. *Construcción de Estimadores*.- Método de analogía. Método de los momentos. Método de máxima verosimilitud. Método minimax. Métodos bayesianos. Otros métodos de estimación. Estimación de los parámetros de poblaciones normales, propiedades.
- Tema 4. *Estimación por Intervalos*.- Concepto de intervalo de confianza, método de construcción. Intervalos de confianza para unas medias, varianzas y proporciones. Error de muestreo, cálculo del tamaño de muestra. Intervalo de confianza para la diferencia de medias. Intervalo de confianza para la razón de varianzas. Regiones de confianza.
- Tema 5. *Conceptos Básicos sobre Contrastes de Hipótesis*.- Tipos de hipótesis. Errores de Tipo I y II. Estadístico de contraste, regiones de aceptación y crítica. Pruebas unilaterales y bilaterales, significación muestral. Función de potencia, contrastes aleatorizados. Relación entre contrastes de hipótesis e intervalos de confianza. Contrastes con hipótesis nula y alternativa simples. Método de la razón de verosimilitudes.
- Tema 6. *Algunos Contrastes Clásicos*.- Comparación de medias, varianzas y proporciones con un valor dado. Contrastes para la comparación de dos medias. Prueba F para la homogeneidad de dos varianzas. Prueba de Bartlett para la homogeneidad de varias varianzas. Pruebas para comparar dos proporciones.
- Tema 7. *Algunas Pruebas no Paramétricas*.- Pruebas Ji-cuadrado y de Kolmogorov-Smirnov sobre ajuste a una distribución. Pruebas de normalidad. Contrastes de aleatoriedad. Tablas de contingencia. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon. Pruebas de Wilcoxon, Mann y Whitney.
- Tema 8. *Modelos Lineales*.- Conceptos generales. Tipos de modelos: Regresión, ANOVA, ANCOVA. Estimación de los parámetros por mínimos cuadrados. Modelos normales. Predicciones y residuales. Medidas de la bondad del ajuste. Redundancia de variables explicativas. Bandas de confianza.



Tema 9. *Otros Tópicos*.- Análisis Factorial. Análisis Discriminante. Regresión Logística.

*Contenidos Prácticos:*

Práctica 1. *Simulación de Variables Aleatorias*.

Práctica 2. *Contrastes sobre Medias*. Práctica 3. *Análisis de la Varianza*. Práctica 4. *Regresión Múltiple*.

Práctica 5. *Regresión por etapas*.

Práctica 6. *Modelos lineales generales*.

## 6. Competencias a adquirir

### Específicas

CE011.- Conocer y manejar generadores de valores aleatorios (con CB-1, CG-1, CE-3, CE-4).

CE021.- Manejar métodos para la construcción de estimadores (con CB-2, CG-1, CE-2, CE-4).

CE031.- Conocer las propiedades básicas de los estimadores puntuales y por intervalos (con CB-2, CG-1, CE-2).

CE041.- Plantear y resolver problemas de contraste de hipótesis en una o dos poblaciones (con CB-2, CB-3, CE-2, CE-3, CE-4, CE-6).

CE051.- Interpretar salidas de programas estadísticos para tomas de decisiones (con CB-2, CB-3, CE-3, CE-6).

CE061.- Construir y analizar modelos lineales, valorar la posible influencia entre variables, realizar predicciones de una variable a partir de otras, justificar su fiabilidad y saber seleccionar variables (con CB-1, CB-2, CB-3, CE-2, CE-3, CE-6).

### Transversales

*Instrumentales:*

CT012.- Capacidad de análisis y síntesis.

CT022.- Capacidad de organización y planificación

CT032.- Capacidad de gestión de la información.

CT042.- Resolución de problemas.

CT052.- Toma de decisiones.

*Interpersonales:*

CT062.- Trabajo en equipo.

CT072.- Razonamiento crítico.

CT082.- Compromiso ético

CT092.- Habilidades en las relaciones interpersonales.

*Sistémicas:*

CT102.- Aprendizaje autónomo

CT112.- Motivación por la calidad

## 7. Metodologías

Se expondrá el contenido teórico de los temas a través de clases presenciales, siguiendo el texto recomendado, que servirá para fijar los conocimientos ligados a las competencias previstas y dar paso a clases prácticas de resolución de problemas, en los que se aplicarán las definiciones, propiedades y teoremas expuestos en las clases teóricas, utilizando, cuando sea conveniente, medios informáticos, de modo que en las clases prácticas los estudiantes se inicien en las competencias previstas.

A partir de las clases teóricas y prácticas se propondrá a los alumnos la realización de trabajos personales sobre teoría y problemas, para cuya realización tendrán el apoyo del profesor en seminarios tutelados. En esos seminarios los estudiantes podrán compartir con sus compañeros y con el profesor las dudas que encuentren, obtener solución a las mismas y comenzar a desempeñar por sí mismos las competencias de la materia. Además, los estudiantes tendrán que desarrollar por su parte un trabajo personal de estudio y asimilación de la teoría, resolución de problemas propuestos y preparación de los trabajos propuestos, para alcanzar las competencias previstas. De ello tendrán que responder, exponiendo sus trabajos ante el profesor y el resto de compañeros y comentándolos luego en una tutoría personal entre estudiante y profesor, así como realizando exámenes de teoría y resolución de problemas.

#### 8. Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales		25			25
Prácticas	– En aula	13			13
	– En el laboratorio				
	– En aula de informática	10		15	25
	– De campo				
	– De visualización (visu)				
Seminarios		5			5
Exposiciones y debates		1			1
Tutorías		1			1
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos				20	20
Otras actividades (Estudio)				35	35
Exámenes		5		20	25
TOTAL		60		90	150

#### 9. Recursos

##### Libros de consulta para el alumno

- D. Peña Sánchez De Rivera. *Estadística Modelos y Métodos*, Vols. 1 y 2, Alianza Universidad Textos. Madrid (2000).

##### Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso

- J. L. Devore. *Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencias*. Thomson-Learning, México (2001).
- M. A. Gómez Villegas. *Inferencia Estadística*. Díaz de Santos. Madrid (2005).
- M. López Cachero. *Fundamentos y Métodos de Estadística*. Ediciones Pirámide, Madrid (1996).
- W. Navidi, *Estadística para Ingenieros y Científicos*, Mc Graw Hill, México (2006).

## Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso

- S. Ríos. *Métodos Estadísticos*. Ediciones del Castillo. Madrid (1975).
- M.R. Spiegel y L. J. Stephens, *Estadística*, Colección Schaum, Mc Graw Hill, México (2008).
- V. K. Rohatgi. *An Introduction to Probability and Statistics*. J. Wiley and Sons, West Sussex U.K (2000).
- S. S. Wilks. *Mathematical Statistics*. Wiley, New York (1962).

**10. Evaluación**

## Consideraciones Generales

Será el resultado de una ponderación basada en el desarrollo de cuestiones y ejercicios planteados a los alumnos durante el curso, las exposiciones en clase, las prácticas y de las notas obtenidas en un test y en examen escrito de teoría y problemas, en el que habrá que sacar, al menos, 3'5 puntos sobre 10.

## Criterios de evaluación

- Las cuestiones y ejercicios planteados a los alumnos durante el curso supondrán un 10% de la nota final.
- Las exposiciones en clase supondrán otro 10% de la nota final.
- La asistencia y realización de prácticas en Aula de Informática también supondrá un 10%.

La evaluación final (Primera Convocatoria) será por medio de prueba escrita que constará de una parte teórica que supondrá un 30% de la nota final, y de una parte práctica (resolución de problemas) a la que corresponderá el 30% restante. En esta evaluación final habrá que sacar, como mínimo, una nota media de 3'5 puntos sobre 10 en el promedio de la Teoría y Problemas.

Los alumnos que no superen la asignatura en la Primera Convocatoria tendrán una recuperación (Segunda Convocatoria) que también será por medio de una prueba escrita que constará de una parte teórica que supondrá un 30% de la nota final, y de una parte práctica (resolución de problemas) a la que corresponderá otro 30%; en el 40% restante se contabiliza, con los mismos porcentajes, la puntuación que se hubiera obtenido en su día en la evaluación continua del curso (cuestiones y ejercicios, exposiciones, prácticas y test). Además, para esta Segunda Convocatoria se aplicarán, las notas del examen de Teoría y Problemas que el alumno hubiera sacado en la Primera Convocatoria si le son más favorables que las que obtenga en la Segunda. Para poder superar la Asignatura en esta Segunda Convocatoria habrá que conseguir, como mínimo, una nota media de 3'5 puntos sobre 10 en el promedio de la Teoría y Problemas.

## Instrumentos de evaluación

Pruebas escritas, trabajos y exposiciones orales en clase.

## Recomendaciones para la evaluación

Estudiar la asignatura de forma regular desde el principio de curso.  
Preparar la teoría simultáneamente con la realización de problemas.  
Consultar al profesor las dudas que se tengan.

## Recomendaciones para la recuperación

Preparar la teoría simultáneamente con la realización de problemas.  
Consultar al profesor las dudas que se tengan.

## GEOMETRÍA PROYECTIVA

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100.226	Plan	2008	ECTS	6
Carácter	Optativo	Curso	3º	Periodicidad	C1
Área	Geometría y Topología				
Departamento	Matemáticas				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	<a href="http://moodle.usal.es">http://moodle.usal.es</a>			

## Datos del profesorado

Profesor	Mª Teresa Sancho de Salas	Grupo/s	1
Departamento	Matemáticas		
Área	Álgebra		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Ed. Merced, M2331.		
Horario de tutorías	Lunes 13-14, martes 13-14, jueves 13-14, viernes 13-14		
URL Web			
E-mail	sancho@usal.es	Teléfono	923294456

Profesor	Esteban Gómez González	Grupo/s	1
Departamento	Matemáticas		
Área	Geometría y Topología		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Ed. Merced, M1322		
Horario de tutorías	Lunes 13-14, martes 13-14, miércoles 13-14, viernes 13-14		
URL Web			
E-mail	esteban@usal.es	Teléfono	923294500 ext 1553

**2. Sentido de la materia en el plan de estudios****Bloque formativo al que pertenece la materia**

Esta asignatura pertenece al módulo "Ampliación de Geometría" conjuntamente con las siguientes: Geometría Diferencial II, Métodos Geométricos en Física, Ampliación de Topología y Topología Algebraica.

**Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios**

Esta asignatura se encuentra en un bloque encuadrado en los cursos tercero y cuarto y en el que todas sus asignaturas son de carácter optativo. Es un bloque diseñado para la especialización en el perfil académico (primordialmente) y técnico (secundariamente). Todo él se encuentra dentro del ámbito de la Geometría y Topología. La asignatura aborda el estudio de la Geometría Proyectiva, constituyendo una de las primeras situaciones prácticas en las que el estudiante aprenderá que un problema admite distintos lenguajes para su formulación y resolución.

**Perfil profesional**

Perfil académico y técnico.

**3. Recomendaciones previas**

Se recomienda haber superado los módulos: Álgebra Lineal y Geometría (Álgebra Lineal I, Álgebra Lineal II y Geometría) y Estructuras Algebraicas (Álgebra). Se recomienda también cursar esta asignatura simultáneamente con Álgebra Conmutativa y Computacional.

**4. Objetivos de la asignatura**

Se pretende hacer comprender al estudiante que la geometría proyectiva (como ejemplo de geometría de rectas con ciertas condiciones de relaciones entre ellas) está íntimamente relacionada con el álgebra lineal (en cuanto espacio de vectores sobre un cuerpo). Del mismo modo se desea introducir al estudiante el enfoque de Klein para el estudio de las geometrías.

En segundo lugar se aborda un problema matemático prototípico: la clasificación. En este caso, la de cónicas y cuádricas en términos del lenguaje proyectivo.

Por último, se verá la potencia de las técnicas desarrolladas para resolver problemas que involucran curvas planas que pasan por un determinado conjunto de puntos del plano proyectivo. Así se pondrá de manifiesto la posibilidad de abordar un problema con técnicas algebraicas y geométricas.

**5. Contenidos**

- Espacios proyectivos. Subvariedades lineales proyectivas. Proyectividades.
- Espacio afín. Afinidades, subvariedades y nociones afines.
- Cuádricas en espacios proyectivos. Clasificación proyectiva y afín. Elementos afines de las cuádricas.
- Elementos de Geometría euclídea. Clasificación euclídea de cuádricas. Elementos euclídeos de las cuádricas.
- Subvariedades proyectivas algebraicas: definición, la grassmanniana  $Gr(2,4)$ .

**6. Competencias a adquirir****Específicas**

- Manejar el lenguaje geométrico (puntos, rectas, planos, hiperplanos, incidencia, dimensión, radiaciones, etc.).
- Saber interpretar un enunciado en el dual y en términos de coordenadas.
- Saber dar las ecuaciones de las homografías y debe saber calcular la razón doble de 4 puntos e interpretarla en función de su posición relativa.
- Debe saber calcular en coordenadas las ecuaciones de las homologías y saber calcular geoméricamente el trasformado de cada punto conocidos el eje, vértice y el trasformado de un punto.
- Debe conocer y saber demostrar el teorema fundamental de la geometría proyectiva.
- Ser capaz de interpretar la geometría afin (espacio afin, subvariedades afines, afinidades, etc.) en el contexto de la geometría proyectiva.
- Debe saber traducir al lenguaje proyectivo los elementos de las subvariedades afines (vector posición, espacio director, ecuaciones).
- Debe saber interpretar las homologías como traslaciones u homotecias en el espacio afin.
- Debe saber interpretar geoméricamente los elementos lineales de las métricas.
- Debe saber pasar al dual las hipercuádricas y sus operaciones elementales (incidencia, vértice, tangencia, la polar, etc.).
- Saber la noción de subvariedad proyectiva algebraica y reconocer las curvas en el plano proyectivo.

**Transversales**

- Saber aplicar los conocimientos matemáticos y poseer las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas.
- Tener la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes para emitir juicios que incluyan una reflexión.
- Comprender y utilizar el lenguaje matemático. Adquirir la capacidad para enunciar proposiciones en distintos campos de la Matemática, para construir demostraciones y para transmitir los conocimientos matemáticos adquiridos.
- Conocer demostraciones rigurosas.
- Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos.
- Aprender de manera autónoma nuevos conocimientos y técnicas.
- Proponer, analizar, validar e interpretar modelos de situaciones reales sencillas, utilizando las herramientas matemáticas más adecuadas a los fines que se persigan.
- 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.
- Utilizar herramientas de búsqueda de recursos bibliográficos en Matemáticas.
- Comunicar, tanto por escrito como de forma oral, conocimientos, procedimientos, resultados e ideas matemáticas.
- Capacitar para resolver problemas de ámbito académico, técnico, financiero o social mediante métodos matemáticos.

**7. Metodologías**

Esta materia se desarrollará coordinadamente con las otras materias del módulo formativo. Se expondrá el contenido teórico de los temas a través de clases presenciales que darán paso a clases prácticas de resolución de problemas, en las que se aplicarán las definiciones, propiedades y teoremas expuestos en las clases teóricas.

Partiendo de esas clases teóricas y prácticas los profesores propondrán a los estudiantes la realización de trabajos personales sobre teoría y problemas, para cuya realización tendrán el apoyo del profesor.

Para alcanzar las competencias previstas, los estudiantes tendrán que desarrollar por su parte un trabajo personal de estudio y asimilación de la teoría, resolución de problemas y preparación de los trabajos. Bajo criterio del profesor, dichos trabajos podrán ser comentados en tutorías y/o expuestos en público. Además, se realizarán pruebas presenciales de poco peso en la nota final con el objeto de motivar al estudiante y de proporcionarle información sobre su rendimiento.

Hay que puntualizar que, para el desarrollo de las competencias referidas a la capacidad de organización así como de trabajo autónomo, debe ser el estudiante el que tome la dirección de su planificación a lo largo del curso.

#### 8. Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales		39		51	90
Prácticas	– En aula				
	– En el laboratorio				
	– En aula de informática				
	– De campo				
	– De visualización (visu)				
Seminarios		14		26	40
Exposiciones y debates		1		2	3
Tutorías		1		1	2
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos				10	10
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		5		10	15
TOTAL		60		90	150

#### 9. Recursos

##### Libros de consulta para el alumno

Tengamos en cuenta que se trata de una asignatura de un curso avanzado, en el que el estudiante ha de adquirir y demostrar una madurez a la hora de enfrentarse a ella. Por ello, se espera de él que, de modo autónomo, sepa manejar diversas fuentes para complementar las clases presenciales. En cuanto a la bibliografía, cabe citar los siguientes:

- José M. Rodríguez-Sanjurjo, Jesús M. Ruiz; *Geometría proyectiva*; Addison-Wesley Iberoamericana España, D.L. 1998.
- Samuel, Pierre; *Projective geometry*, New York: Springer, cop. 1988, Undergraduate texts in mathematics.

## Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso

Otra bibliografía recomendada:

- Alfonso Castillo, Hernando; *Lecciones de geometría proyectiva*; Universidad Pedagógica Nacional, 2006; ISBN 958-8226-86-4
- Hartshorne, Robin; *Foundations of projective geometry*; New York: W. A. Benjamin, cop. 1967
- Ayres, Frank; *Teoría y problemas de geometría proyectiva*; McGraw-Hill, cop. 1971; Serie de Compendios Schaum
- Semple, John; Kneebone, G.T.; *Algebraic projective geometry*; Oxford: Clarendon Press, c1979; Oxford science publications; ISBN 0198531729

Se utilizarán los siguientes recursos:

- Biblioteca "Abraham Zacut" de la Universidad de Salamanca. A través de la página <http://sabus.usal.es/> podrán consultar el catálogo sobre los fondos bibliográficos de la Universidad de Salamanca.
- Se usará el Campus Virtual de la USAL: <http://studium.usal.es/> para facilitar a los alumnos material didáctico, proponer trabajos, intercambiar documentación y como medio de comunicación.

## 10. Evaluación

## Consideraciones Generales

La evaluación de la adquisición de las competencias de la materia se basará en el trabajo continuado del estudiante, controlado periódicamente con diversos instrumentos de evaluación, conjuntamente con un examen final.

## Criterios de evaluación

Los criterios de evaluación serán las siguientes con el peso en la calificación definitiva que se indica a continuación:

Actividades	Peso	Mínimo sobre 10
Actividades presenciales de evaluación continua	20%	2
Actividades no presenciales de evaluación continua	20%	2
Examen de la parte teórica	30%	2,5
Examen de la parte práctica	30%	2,5

## Instrumentos de evaluación

Los instrumentos de evaluación para las actividades de evaluación continua serán:

- Actividades no presenciales de evaluación continua: el estudiante tendrá que presentar por escrito diversos trabajos propuestos por el profesor.
- Actividades presenciales de evaluación continua: el estudiante tendrá que contestar una serie de preguntas cortas así como resolver pequeños problemas.

Estas actividades podrán ser de carácter teórico y práctico y, en su programación y realización, se procurará no interferir con el normal desarrollo de las restantes asignaturas. El profesor podrá llamar a tutoría al estudiante así como solicitarle que exponga su trabajo en público. La calificación definitiva de estos trabajos tendrá en consideración la correspondiente tutorías o exposición.

Para completar la evaluación se realizará un examen final, en la fecha prevista por la Facultad de Ciencias, con una duración aproximada de 4 horas. Constará de una parte teórica y de una parte práctica.



**Recomendaciones para la evaluación**

Para la adquisición de las competencias previstas en esta materia se recomienda la asistencia y participación activa en todas las actividades programadas.

Las actividades de evaluación continua deben ser entendidas en gran medida como una autoevaluación del estudiante que le proporciona retroalimentación sobre su rendimiento para conseguir una progresión óptima a lo largo de todo el desarrollo de la asignatura. Por tanto, se recomienda hacer un uso responsable de estas actividades, especialmente de las no presenciales, así como complementarlo con la utilización de las tutorías.

**Recomendaciones para la recuperación**

Según regulan las Normas de Permanencia de la USAL, el estudiante contará con una segunda "oportunidad de calificación". Esta segunda calificación se obtendrá del siguiente modo: un 30% vendrá determinado por su rendimiento en las actividades de evaluación continua (15% para las presenciales, 15% para las no presenciales y con un mínimo conjunto de 2 sobre 10) y un 70% en un examen en la fecha que determine la Facultad de Ciencias (35% para teoría, 35% para problemas y con un mínimo de 2,5 sobre 10 en cada una).

**INTRODUCCIÓN A LAS FINANZAS****1. Datos de la Asignatura**

Código	100.227	Plan	2008	ECTS	6
Carácter	Optativa	Curso	3º	Periodicidad	C1
Área	Estadística e investigación operativa.				
Departamento	Estadística				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	<a href="http://moodle.usal.es">http://moodle.usal.es</a>			

**Datos del profesorado**

Profesor	Javier Villarroel Rodríguez	Grupo/s	
Departamento	Estadística		
Área	Estadística e investigación operativa		
Centro	Facultad Ciencias		
Despacho	Edif. Ciencias, D1511		
Horario de tutorías	Lunes, martes y miércoles 16:30-18:30		
URL Web			
E-mail	javier@usal.es	Teléfono	923294458

**2. Sentido de la materia en el plan de estudios**

Bloque formativo al que pertenece la materia

Matemáticas Financieras

Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios

Conocer técnicas de análisis de mercados, los instrumentos fundamentales en ingeniería financiera y los principales derivados y activos financieros. Entender los problemas asociados a la valoración de derivados y análisis de riesgo.

Perfil profesional

Interés preferente en Finanzas y banca, seguros y auditorías, dirección de encuestas, telecomunicaciones y teoría de la señal

**3. Recomendaciones previas**

Cálculo de probabilidades.

Análisis Matemático.

Conocimiento de lenguas (inglés) e informática aconsejables.

**4. Objetivos de la asignatura**

- Capacidad de análisis, razonamiento lógico y síntesis matemática. Capacidad operativa y de cálculo. Creatividad e iniciativa personal.
- Capacidad de organización y estructuración.
- Capacidad de planteamiento de problemas y codificación en términos de modelos matemáticos.

*Específicos*

- Adquirir conocimientos del mundo de la ingeniería financiera y comprender como las Matemáticas sirven para resolver los problemas correspondientes. Familiarizarse con la utilidad de las Matemáticas en el ámbito profesional.
- Capacidad de codificación de problemas en términos de modelos matemáticos.
- Conocer técnicas de análisis de mercados, valoración de derivados y análisis de riesgo.

**5. Contenidos**

- 1) La renta fija. Cuentas corrientes. Interés simple y compuesto. Retorno de un préstamo. Anualidades, amortizaciones y perpetuidades.
- 2) Bonos. Interés implicado por un bono. Prima de riesgo. Bonos con cupones. Tasa de interés instantánea y adelantada. La curva de tipos. Inversión de la curva de tipos. "Estructura de términos" del tipo de interés.
- 3) Derivados financieros: futuros, opciones, posiciones "cortas" y "largas". Función de beneficio. Propiedades de la aplicación beneficio  $\rightarrow$  precio. Paridad put-call. Opciones europeas, americanas, asiáticas y bermudas. Butterflys.
- 4) El modelo binomial. Propiedades. La probabilidad libre de riesgo. Carteras de inversión, hedges. Carteras autofinanciadas y que replican a un derivado. Probabilidad y esperanza neutral al riesgo. Martingalas. Teorema fundamental de la Finanza estocástica.

**6. Competencias a adquirir****Específicas**

- Conocer el interés de las Matemáticas en el ámbito profesional.
- Capacidad de planteamiento de problemas en el mundo real y su resolución en términos de modelos matemáticos.
- Familiarizar al alumno con la naturaleza de los mercados financieros y sus instrumentos. Conocer técnicas de análisis de mercados, valoración de derivados y análisis de riesgo y la necesidad de herramientas matemáticas adecuadas.
- Entender la dinámica de la curva de bonos.

**Transversales**

- Capacidad de análisis, razonamiento lógico y síntesis
- Capacidad de organización y estructuración
- Creatividad
- Iniciativa personal

**7. Metodologías**

- Fundamentalmente clase magistral y metodología basada en problemas y estudios de casos.
- Planteamiento de problemas para trabajar el alumno individualmente y en grupo.
- Ocasionalmente realizar simulaciones por ordenador y asistir a "laboratorio de probabilidad" para mejor ejemplificar ideas teóricas

**8. Previsión de distribución de las metodologías docentes**

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales		28		28	56
Prácticas	– En aula	14		32	46
	– En el laboratorio				
	– En aula de informática				
	– De campo				
	– De visualización (visu)				
Seminarios					
Exposiciones y debates		11			11
Tutorías		3			3
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos				15	15
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		4		15	19
TOTAL		60		90	150

**9. Recursos**

## Libros de consulta para el alumno

- M. Capinski, T. Zastawniak, *Mathematics for finance*, Springer.

**10. Evaluación**

## Consideraciones Generales

## Criterios de evaluación

- 70% examen asignatura. Además se requiere un mínimo de 3.0 puntos en el examen para poder aprobar.
- 30% ejercicios y exposiciones en clase.
- Se valorará la iniciativa, interés y capacidad de exposición.

## Instrumentos de evaluación

Exámenes escritos de teoría y problemas.

Trabajos individuales y en equipo.

Exposición de trabajos.

Participación en clase.

## Recomendaciones para la evaluación

Además del conocimiento académico clásico se valorará:

1. La iniciativa y capacidad de innovación,
2. El trabajo continuado y esfuerzo desplegado,
3. Participación e interés.

La asistencia a clase es recomendable.

## Recomendaciones para la recuperación

Las mismas que para la evaluación ordinaria.

## TERCER CURSO. SEGUNDO CUATRIMESTRE

## ECUACIONES EN DERIVADAS PARCIALES

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100.228	Plan	2008	ECTS	6
Carácter	Optativa	Curso	3º	Periodicidad	C2
Área	Análisis Matemático				
Departamento	Matemáticas				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	<a href="http://moodle.usal.es">http://moodle.usal.es</a>			

## Datos del profesorado

Profesor	Ricardo José Alonso Blanco	Grupo/s	Todos
Departamento	Matemáticas		
Área	Análisis Matemático		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Ed. Merced, M3304		
Horario de tutorías	Lunes y miércoles de 12 a 13 h. Jueves y viernes de 12 a 14 h.		
URL Web			
E-mail	ricardo@usal.es	Teléfono	923294460

## 2. Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia
Ampliación de Ecuaciones Diferenciales
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios
Formación optativa. Rama Ciencias.
Perfil profesional
Académico
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Docencia Universitaria e Investigación</li> <li>• Docencia no universitaria</li> </ul>

**Técnico**

- Empresas de Informática y Telecomunicaciones
- Industria

**Social**

- Administración pública
- Empresas de Banca, Finanzas y Seguros
- Consultorías

**3. Recomendaciones previas**

Los prerrequisitos que se suponen están cubiertos en las asignaturas previas del grado en Matemáticas. En concreto: Cálculo diferencial e integral en una y varias variables (Asignaturas: Análisis Matemático I, II, III y IV), Álgebra lineal básica (Asignaturas: Álgebra Lineal I y II), Fundamentos de ecuaciones diferenciales ordinarias (Asignatura: Ecuaciones Diferenciales).

**4. Objetivos de la asignatura****Generales**

- Contribuir a la formación y desarrollo del razonamiento científico.
- Proveer al alumno de capacidades de abstracción, concreción, concisión imaginación intuición razonamiento crítica, objetividad, síntesis y precisión.

**Específicos**

- Relacionar distintos problemas de la geometría, la física y otras ciencias con las ecuaciones diferenciales.
- Distinguir entre diferentes tipos de ecuaciones diferenciales y algunas de sus propiedades básicas.
- Conocer las distintas nociones de solución de una ecuación en derivadas parciales.
- Conocer y aplicar métodos para resolver algunos tipos clásicos de ecuaciones diferenciales en derivadas parciales.

**5. Contenidos**

La teoría de ecuaciones diferenciales es uno de los temas centrales de las Matemáticas tanto por sus aplicaciones como por las diferentes técnicas con las que se puede abordar. Por ello, es difícil encontrar una rama de las matemáticas con la que no tenga fuertes relaciones. El campo de sus aplicaciones es amplísimo, siendo su origen y motivación principal la Física. El contenido de este curso consiste en un primer contacto con la teoría más clásica y algunas de las ecuaciones en derivadas parciales de mayor significado.

1. *Ecuaciones en derivadas parciales de primer orden.* Sistemas de Pfaff, distribuciones y campos característicos. Solución del problema de Cauchy. Integrales completas. Integral singular.
2. *Ecuaciones en derivadas parciales de orden superior. Generalidades.* Teorema de Cauchy-Kowalevsky. Características. Clasificación de las ecuaciones de segundo orden.
3. *Ecuaciones hiperbólicas.* Ecuación de ondas. Problema de Cauchy. Problemas de contorno. El método de Fourier.
4. *Ecuaciones elípticas.* Ecuaciones de Laplace y de Poisson. Principio del máximo. Problema de Dirichlet. Problema de Neumann. Teoría del potencial.
5. *Ecuaciones parabólicas.* Ecuación del calor. Primer problema de contorno. Principio del máximo.

## 6. Competencias a adquirir

## Específicas

*Académicas*

- Comprender y utilizar el lenguaje matemático. Adquirir la capacidad para enunciar proposiciones en distintos campos de la Matemática, para construir demostraciones y para transmitir los conocimientos matemáticos adquiridos.
- Conocer la demostración rigurosa de algunos teoremas clásicos de la teoría de ecuaciones diferenciales.
- Aprender de manera autónoma nuevos conocimientos y técnicas.

*Disciplinares*

- Asimilar la noción de solución de ecuaciones en derivadas parciales y algunas de sus generalizaciones.
- Resolver el problema de Cauchy para ecuaciones en derivadas parciales de primer orden.
- Comprender y aplicar los teoremas de existencia y unicidad para ecuaciones en derivadas parciales.
- Comprender el teorema de Cauchy-Kowalevsky.
- Distinguir diferentes tipos de ecuaciones en derivadas parciales.
- Aplicar el método de Fourier para resolver algunos problemas de contorno en ecuaciones en derivadas parciales.
- Conocer algunas propiedades básicas de la ecuación de ondas.
- Conocer algunas propiedades básicas de la ecuación de Laplace.
- Conocer algunas propiedades básicas de la ecuación del calor.

*Profesionales*

- Proponer, analizar, validar e interpretar modelos de procesos dinámicos utilizando ecuaciones diferenciales.
- Capacidad para aplicar la teoría a la práctica.
- Comunicar, tanto por escrito como de forma oral, conocimientos, procedimientos, resultados e ideas matemáticas.
- Capacitar para resolver problemas de ámbito académico, técnico, financiero o social mediante métodos matemáticos.
- Saber trabajar en equipo, aportando modelos matemáticos adaptados a las necesidades colectivas.

## Transversales

*Instrumentales:*

- Capacidad de organizar y planificar.
- Identificación de problemas y planteamiento de estrategias de solución.
- Habilidades para recuperar y analizar información desde diferentes fuentes.

*Interpersonales:*

- Comunicación de conceptos abstractos.
- Argumentación racional.
- Capacidad de aprendizaje.
- Inquietud por la calidad.

*Sistémicas:*

- Creatividad.
- Habilidad para trabajar en equipos multidisciplinares.
- Planificar y dirigir.

**7. Metodologías**

- *Clases magistrales de teoría*

Mediante esta fórmula se desarrollarán los contenidos teóricos básicos.

- *Clases magistrales de resolución de problemas*

A través de clases prácticas se irán resolviendo ejercicios y problemas para aplicar y asimilar los contenidos.

- *Trabajo personal*

Los estudiantes tendrán que desarrollar un trabajo personal de estudio y asimilación de la teoría, resolución de problemas y preparación de los trabajos propuestos.

- *Seminarios tutelados*

Los profesores propondrán diferentes actividades de resolución de problemas o desarrollos de la teoría; los estudiantes podrán compartir con sus compañeros y con el profesor las dudas que encuentren para obtener solución a las mismas y exponer los resultados.

- *Entrega y exposición de trabajos personales*

A partir de esas clases teóricas y prácticas, los profesores, dependiendo del desarrollo del curso, podrán proponer a los estudiantes la realización de tareas o trabajos personales.

- *Pruebas escritas*

Se realizará una prueba escrita parcial de teoría y resolución de problemas, que será fijada con suficiente antelación.

- *Exposición de temas*

Se realizará una exposición oral de un tema, fijada con suficiente antelación y en la que se podrá disponer de material y bibliografía.

**8. Previsión de distribución de las metodologías docentes**

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales		42		60	102
Prácticas	– En aula				
	– En el laboratorio				
	– En aula de informática				
	– De campo				
	– De visualización (visu)				
Seminarios		6			6
Exposiciones y debates		6			6
Tutorías		2			2
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos				15	15
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		4		15	19
TOTAL		60		90	150



Libros de consulta para el alumno
<ul style="list-style-type: none"> <li>I. G. Petrovsky, <i>Lectures on partial differential equations</i>, Dover Publications, New York 1991.</li> </ul>
Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso
<ul style="list-style-type: none"> <li>V. I. Arnold, <i>Lectures on partial differential equations</i>, Springer-Verlag, 2004.</li> <li>F. John, <i>Partial differential equations</i>, Springer-Verlag, 1980.</li> <li>J. Muñoz, <i>Ecuaciones diferenciales I</i>, Universidad de Salamanca, 1982.</li> <li>H. F. Weinberger, <i>Ecuaciones en derivadas parciales</i>, Ed. Reverté, 1988.</li> <li>S.L. Sobolev, <i>Partial Differential Equations of Mathematical Physics</i>, Dover, 1989.</li> <li>D. Zill, R. Cullen. <i>Matemáticas avanzadas para ingeniería v. I Ecuaciones diferenciales</i>. McGraw-Hill, 2008.</li> </ul>

## 10. Evaluación

Consideraciones Generales
Se evaluará el nivel adquirido en las competencias descritas, así como el logro de los objetivos propuestos.
Criterios de evaluación
<ul style="list-style-type: none"> <li>Examen final: 60% de la nota final.</li> <li>Evaluación continua: 40% de la nota final.</li> </ul> <p>Para obtener una evaluación final positiva se exigirá una puntuación mínima de 3'5 sobre 10 en el examen escrito.</p> <p>Se valorará la exposición voluntaria de problemas y tareas en los seminarios con un máximo de un 10% extra de puntuación.</p>
Instrumentos de evaluación
<p>Entre paréntesis se indica la puntuación aportada por cada actividad (de un máximo final de 10).</p> <p><i>Actividades a evaluar</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Prueba escrita parcial (1 punto).</li> <li>Exposición oral (3 puntos).</li> <li>Examen final escrito (6 puntos).</li> </ul> <p><i>Matización de la nota.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Podrá añadirse un máximo de 1 punto, en atención a la participación voluntaria en los seminarios.</li> <li>En determinados casos, y previamente al examen final, podría considerarse la realización y exposición de un trabajo que haría media con la exposición oral.</li> </ul> <p><i>Recuperación:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Quienes no hayan superado la evaluación ordinaria, dispondrán de un examen de recuperación con el mismo valor (60% de la nota final). La puntuación obtenida en la evaluación continua (todo lo que no es examen final) se mantendrá para dicha recuperación. La evaluación continua no es recuperable.</li> <li>El resto de consideraciones es el mismo.</li> </ul>
Recomendaciones para la evaluación
<p>El trabajo personal del alumno es parte esencial para el éxito en la asimilación de la asignatura. Como puntos concretos se recomienda:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Asistir a las clases y seminarios.</li> <li>En la preparación de la parte teórica, evitar la memorización irreflexiva, siendo importante analizar y comprender los conceptos, razonamientos, etc.</li> <li>En cuanto a la preparación de problemas, ejercitarse con los problemas que aparecen en los libros de texto recomendados.</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>Analizar los errores cometidos, una vez se hayan corregido las diferentes tareas, tanto individualmente como acudiendo a las tutorías.</li> <li>Resolver las dudas mediante el manejo de bibliografía y acudiendo al profesor.</li> </ul>
Recomendaciones para la recuperación
<ul style="list-style-type: none"> <li>Trabajar en su preparación con las mismas recomendaciones realizadas para la evaluación.</li> <li>Analizar los errores cometidos en el examen, acudiendo para ello a la revisión.</li> </ul>

## ANÁLISIS ARMÓNICO

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100.229	Plan	2008	ECTS	6
Carácter	Optativa	Curso	3º	Periodicidad	C2
Área	Análisis Matemático				
Departamento	Matemáticas				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	<a href="http://moodle.usal.es">http://moodle.usal.es</a>			

## Datos del profesorado

Profesor	Julia Prada Blanco	Grupo/s	
Departamento	Matemáticas		
Área	Análisis Matemático		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Ed. Merced, M2329		
Horario de tutorías	Lunes de 17:00 a 20:00		
URL Web			
E-mail	prada@usal.es	Teléfono	923294457

## 2. Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia
Ampliación de Análisis Matemático

**Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios**

Se introducen conceptos de gran interés en diversas ramas de las Matemáticas y que serán de gran utilidad para aquellos profesionales que se interesen por la Física, la Informática y que, en general, deseen dedicarse a las Matemática Aplicada, tanto en el ámbito universitario como en la industria privada. Constituye, también, una buena base para los investigadores que deseen profundizar en la disciplina de Análisis Armónico.

**Perfil profesional**

- Docencia Universitaria o Investigación
- Docencia no universitaria
- Empresas de Informática y Telecomunicaciones

**3. Recomendaciones previas**

Haber adquirido las competencias de las asignaturas Análisis Matemático I, Análisis Matemático II, Análisis Matemático III, Análisis Matemático IV, Análisis Complejo I y Análisis Funcional.

**4. Objetivos de la asignatura****Generales**

- Comprender y utilizar el lenguaje matemático. Adquirir la capacidad para enunciar proposiciones en distintos campos de la Matemática, para construir demostraciones y para transmitir los conocimientos matemáticos adquiridos.
- Conocer demostraciones rigurosas de algunos teoremas clásicos en distintas áreas de la Matemática.
- Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos
- 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.
- Aprender de manera autónoma nuevos conocimientos y técnicas.

**Específicos**

- Entender la integral de Lebesgue y su relación con la integral de Riemann ya conocida.
- Conocer con detalle las series de Fourier y la transformada de Fourier. Saber aplicarlas para la resolución de problemas como la búsqueda de soluciones de ecuaciones diferenciales.

**5. Contenidos**

- Preliminares sobre teoría de la medida e integración. Conjuntos medibles. Funciones medibles. La integral de Lebesgue. El espacio de Banach de las funciones integrables.
- Series de Fourier. El teorema integral de Fourier. Sumabilidad de series de Fourier. Convergencia puntual y uniforme. Series de Fourier de funciones de cuadrado integrable.
- Transformada de Fourier. Fórmula de inversión. Transformadas de Fourier obtenidas por las fórmula de inversión. Transformada de Fourier compleja. Propiedades de la transformada de Fourier. Aplicación a la resolución de ecuaciones diferenciales ordinarias y en derivadas parciales.

**6. Competencias a adquirir****Específicas**

- CE-5: Utilizar herramientas de búsqueda de recursos bibliográficos en Matemáticas.
- CE-6: Comunicar, tanto por escrito como de forma oral, conocimientos, procedimientos, resultados e ideas Matemáticas.

**Transversales****Instrumentales:**

- Capacidad de organizar.
- Planteamiento de estrategias de solución de problemas.
- Habilidad para analizar información desde fuentes diversas.

**Interpersonales:**

- Comunicación de conceptos abstractos.
- Argumentación racional.
- Capacidad de aprendizaje.

**Sistémicas:**

- Creatividad.
- Habilidad para trabajar en equipos multidisciplinares.

**7. Metodologías**

- Se expondrá el contenido teórico de los temas a través de clases presenciales, siguiendo uno o dos libros de texto de referencia, que servirán para fijar los conocimientos ligados a las competencias previstas y dar paso a clases prácticas de resolución de problemas. En ellas, se aplicarán las definiciones, propiedades y teoremas expuestos en las clases teóricas, utilizando cuando sea conveniente medios informáticos, de modo que en las clases prácticas los estudiantes se inicien en las competencias previstas.
- A partir de esas clases teóricas y prácticas se propondrá a los estudiantes la realización de trabajos personales sobre teoría y problemas, para cuya realización tendrán el apoyo del profesor en seminarios tutelados. En esos seminarios los estudiantes podrán compartir con sus compañeros y con el profesor las dudas que encuentren, obtener solución a las mismas y comenzar a desempeñar por sí mismos las competencias del módulo.
- Además, los estudiantes tendrán que desarrollar por su parte un trabajo personal de estudio y asimilación de la teoría, resolución de problemas propuestos y preparación de los trabajos propuestos, para alcanzar las competencias previstas. Posteriormente expondrán sus trabajos ante el profesor y el resto de compañeros y comentándolos luego en una tutoría personal entre estudiante y profesor, así como realizando exámenes de teoría y resolución de problemas.

**8. Previsión de distribución de las metodologías docentes**

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales		15		24	39
Prácticas	– En aula	15		36	51
	– En el laboratorio				
	– En aula de informática				
	– De campo				
	– De visualización (visu)				
Seminarios		8			8
Exposiciones y debates		15			15
Tutorías		3			3
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos				15	15
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		4		15	19
TOTAL		60		90	150

**9. Recursos****Libros de consulta para el alumno**

- R. L. Wheeden, A. Zygmund. *Measure and integral. An introduction to real analysis*, Pure and Applied Mathematics, Vol. 43, Marcel Dekker, Inc., New York-Basel, 1977.
- C. Gasquet and P. Witomski. *Fourier analysis and Applications*. Texts in Applied Mathematics 30, Springer, 1998.

**Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso**

- J. W. Dettman. *Applied Complex Variables*. Dover Publications, Inc. 1965.
- Antonio Cañada Villar. *Series de Fourier y Aplicaciones*. Pirámide, 2002.
- E. M. Stein, R. Shakarchi. *Fourier analysis. An introduction*. Princeton Lectures in Analysis. Princeton University Press, 2003.
- T. W. Körner. *Fourier analysis*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1988. Recursos de internet:
- <http://www.matematicas.net>

**10. Evaluación****Consideraciones Generales**

Se evaluará el nivel adquirido en las competencias expuestas, así como el logro de los objetivos propuestos. Se exigirá un mínimo de 5 puntos sobre 10 en cada una de las actividades a evaluar y en cada bloque del temario, evitando así el desconocimiento de alguna parte de la materia.

<b>Consideraciones Generales</b>
Se evaluará el nivel adquirido en las competencias expuestas, así como el logro de los objetivos propuestos. Se exigirá un mínimo de 5 puntos sobre 10 en cada una de las actividades a evaluar y en cada bloque del temario, evitando así el desconocimiento de alguna parte de la materia.
<b>Criterios de evaluación</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabajos individuales, en equipo y exposición de trabajos: 50% de la nota final.</li> <li>• Exámenes escritos: 50% de la nota final.</li> </ul>
<b>Instrumentos de evaluación</b>
<b>Actividades a evaluar</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrega de trabajos individuales</li> <li>• Entrega de trabajos en equipo</li> <li>• Exposiciones teóricas</li> <li>• Exámenes escritos.</li> </ul>
<b>Recomendaciones para la evaluación</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La asistencia a las clases y seminarios es conveniente.</li> <li>• Ensayo previo de la exposición de los trabajos en un equipo, para detectar las posibles deficiencias en el entendimiento de los conceptos, así como en la forma de expresión.</li> <li>• En la preparación de la parte teórica es importante comprender (los conceptos, razonamientos, etc.).</li> <li>• Resolver las dudas mediante el manejo de bibliografía, discusiones con los compañeros y acudiendo al profesor.</li> </ul>
<b>Recomendaciones para la recuperación</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analizar los errores cometidos en los exámenes y en los trabajos.</li> <li>• Trabajar con las mismas recomendaciones realizadas para la evaluación.</li> </ul>

## PROCESOS ESTOCÁSTICOS

### 1. Datos de la Asignatura

Código	100.230	Plan	2008	ECTS	6
Carácter	Optativa	Curso	3º	Periodicidad	C2
Área	Estadística e investigación operativa.				
Departamento	Estadística				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	<a href="http://moodle.usal.es">http://moodle.usal.es</a>			

**Datos del profesorado**

Profesor	Javier Villarroel Rodríguez	Grupo/s	
Departamento	Estadística		
Área	Estadística e investigación operativa		
Centro	Facultad Ciencias		
Despacho	Edif. Ciencias, D1511		
Horario de tutorías	Lunes, martes y miércoles 16:30-18:30		
URL Web			
E-mail	javier@usal.es	Teléfono	923294458

**2. Sentido de la materia en el plan de estudios**

Bloque formativo al que pertenece la materia
Matemáticas Financieras.
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios
Familiarizar al alumno con la naturaleza estocástica inherente a los mercados financieros. Conocer técnicas estocásticas y de cálculo Itô de análisis de mercados, valoración de derivados y análisis de riesgo.
Perfil profesional
Interés preferente en Finanzas y banca, seguros y auditorías, dirección de encuestas, telecomunicaciones y teoría de la señal.

**3. Recomendaciones previas**

- Cálculo de probabilidades.
- Análisis Matemático.
- Ecuaciones diferenciales.

**4. Objetivos de la asignatura**

- Capacidad de análisis, razonamiento lógico y síntesis matemática. Capacidad operativa y de cálculo. Creatividad e iniciativa personal.
- Capacidad de organización y estructuración.
- Capacidad de planteamiento de problemas y codificación en términos de modelos matemáticos.

*Específicos*

- Desarrollo de intuición probabilística y modelado de fenómenos estocásticos reales.
- Comprensión y manejo operativo de técnicas de cálculo estocástico Itô.
- Comprensión profunda de la naturaleza estocástica inherente a los mercados

**5. Contenidos**

- 1) Proceso Estocástico. Tipos. Procesos Gaussianos. Procesos de Markov. Proceso de Poisson. Información generada, y sigma-álgebra del pasado. Filtraciones. Martingalas. Procesos con incrementos independientes. Recorrido aleatorio. Movimiento Browniano. Continuidad de trayectorias.
- 2) El cálculo de Ito. Procesos adaptados y  $L_2$ . Independencia de pasado y futuro dado el presente. Integral de Ito: funciones simples. Isometría de Ito. diferencial estocástica. Regla de Ito.
- 3) Ecuaciones diferenciales estocásticas de Ito. Definición. Ec. Lineal y Procesos Gaussianos. Movimiento Browniano geométrico. Martingala exponencial. Ecuación de Kolmogorov-Feller para esperanzas condicionales.
- 4) Finanzas estocásticas: cálculo de Ito. Procesos de precios y retornos. Derivados financieros y procesos adaptados. Opciones europeas, americanas y asiáticas. Modelo paradigmático de Samuelson-Black-Scholes-Merton. Principio del no arbitraje. Carteras auto financiadas y replicantes. Teorema fundamental de la Finanzas estocástica y la Ec. de Black-Scholes.
- 5) Finanzas estocásticas: Probabilidad riesgo-neutral o martingala Teorema de Girsanov y cambios de medida en espacios de probabilidad.  $L$  Probabilidad riesgo-neutral. El proceso de precios como martingala. Teorema fundamental en términos de martingalas

**6. Competencias a adquirir****Específicas**

- Manejar los procesos estocásticos y su interés para la modelización de fenómenos reales. Conocer los principales procesos y sus implicaciones en mercados financieros.
- Capacidad de planteamiento de problemas de finanzas estocásticas y su codificación en términos de modelos matemáticos.
- Conocer el cálculo de Ito y las ecuaciones diferenciales estocásticas.
- Familiarizar al alumno con la naturaleza estocástica inherente a los mercados financieros y leyes estocásticas que los rigen. Conocer técnicas estocásticas valoración de derivados.
- Entender la dinámica subyacente a modelos de tipo de interés.

**Transversales**

- Capacidad de análisis, razonamiento lógico y síntesis
- Capacidad de organización y estructuración
- Creatividad
- Iniciativa personal

**7. Metodologías**

- Fundamentalmente clase magistral y metodología basada en problemas y estudios de casos.
- Planteamiento de problemas para trabajar el alumno individualmente y en grupo.
- Ocasionalmente realizar simulaciones por ordenador y asistir a "laboratorio de probabilidad" para mejor ejemplificar ideas teóricas



**8. Previsión de distribución de las metodologías docentes**

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales		30		28	58
Prácticas	– En aula	16		32	48
	– En el laboratorio				
	– En aula de informática				
	– De campo				
	– De visualización (visu)				
Seminarios					
Exposiciones y debates		6			6
Tutorías		4			4
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos				15	15
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		4		15	19
TOTAL		60		90	150

**9. Recursos**

## Libros de consulta para el alumno

- T. Mikosch. *Elementary stochastic processes*, World Scientific, Singapore.
- U.F. Wiersema. *Brownian Motion Calculus*, John Wiley & Sons Ltd, 2008.

## Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso

- Karatzas, S. Shreve (1998). *Methods of Mathematical Finance*. New-York, Springer
- M Baxter, A Rennie, *Financial Calculus, an introduction to derivative pricing*, Cambridge Univ. Press

**10. Evaluación**

## Consideraciones Generales

## Criterios de evaluación

70% examen asignatura. Además se requiere un mínimo de 3.5 puntos para poder aprobar. 30% ejercicios y exposiciones en clase.  
Se valorará la iniciativa, interés y capacidad de exposición.

<b>Instrumentos de evaluación</b>
Exámenes escritos de teoría y problemas. Trabajos individuales y en equipo. Exposición de trabajos. Participación en clase.
<b>Recomendaciones para la evaluación</b>
Además del conocimiento académico clásico se valorarán <ul style="list-style-type: none"> <li>• la iniciativa y capacidad de innovación,</li> <li>• el trabajo continuado y esfuerzo desplegado,</li> <li>• participación e interés.</li> </ul> La asistencia a clase es recomendable.
<b>Recomendaciones para la recuperación</b>
Las mismas que para la evaluación ordinaria.

## OPTIMIZACIÓN NUMÉRICA

### 1. Datos de la Asignatura

Código	100.231	Plan	2008	ECTS	6
Carácter	Optativo	Curso	3º	Periodicidad	C2
Área	Matemática Aplicada				
Departamento	Matemáticas Aplicada				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	<a href="http://moodle.usal.es">http://moodle.usal.es</a>			

### Datos del profesorado

Profesor	Luis Ferragut Canals	Grupo/s	
Departamento	Matemática Aplicada		
Área	Matemática Aplicada		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Casas del parque nº 2, despacho 5		
Horario de tutorías	Lunes de 12 a 14h, miércoles de 11 a 13h y jueves de 12 a 14h		
URL Web	<a href="http://web.usal.es/~ferragut/">http://web.usal.es/~ferragut/</a>		
E-mail	ferragut@usal.es	Teléfono	923294400 ext 1522

**2. Sentido de la materia en el plan de estudios**

Bloque formativo al que pertenece la materia
Ampliación de Informática y Métodos Numéricos
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios
Cálculo Numérico
Perfil profesional
Es una materia optativa, fundamental en cualquier perfil profesional vinculado a la Titulación de Grado en Matemáticas.

**3. Recomendaciones previas**

Análisis Matemático I y II y Álgebra Lineal I y II Análisis Numérico I.

**4. Objetivos de la asignatura**

1. Comprender los fundamentos de la optimización numérica.
2. Analizar y aplicar los Métodos de Gradiente y Gradiente conjugado.
3. Analizar y aplicar los métodos de la Optimización no lineal sin restricciones.
4. Analizar y aplicar los métodos de la Optimización no lineal con restricciones.

**5. Contenidos**

1. Introducción a la optimización numérica.
2. Métodos de Gradiente y Gradiente conjugado.
3. Optimización no lineal sin restricciones
4. Optimización no lineal con restricciones.

**6. Competencias a adquirir**

Específicas
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Conocer los Fundamentos Matemáticos de la Optimización.</li><li>2. Conocer los métodos de relajación y de gradiente para la resolución de problemas de optimización sin restricciones.</li><li>3. Analizar el método de Gradiente Conjugado para la resolución de un sistema lineal de ecuaciones.</li><li>4. Comprender la necesidad del preconditionamiento y conocer los principales métodos de preconditionamiento.</li><li>5. Conocer los fundamentos de análisis convexo y aplicarlo a la resolución de problemas de optimización no lineal.</li><li>6. Conocer las técnicas básicas de la optimización y su traducción en algoritmos o métodos constructivos de solución de problemas.</li><li>7. Tener criterios para valorar y comparar distintos métodos en función de los problemas a resolver, el coste operativo y la presencia de errores.</li><li>8. Evaluar los resultados obtenidos y extraer conclusiones después de un proceso de cómputo.</li></ol>

## Transversales

Programación de métodos, aplicación de métodos, relación con problemas de la física e ingeniería.

## 7. Metodologías

- Clases magistrales, clases de ejercicios trabajos dirigidos en el laboratorio de informática.
- Exposición de temas y trabajos al resto de los alumnos y en presencia del profesor. Trabajos tutelados.

## 8. Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales		10		20	30
Prácticas	– En aula	8		16	24
	– En el laboratorio				
	– En aula de informática	8		16	24
	– De campo				
	– De visualización (visu)				
Seminarios					
Exposiciones y debates		8		16	24
Tutorías			10		10
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos		8	4	20	32
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		4		2	6
TOTAL		46	14	90	150

## 9. Recursos

## Libros de consulta para el alumno

- P.G. Ciarlet, *Introduction à l'analyse numérique matricielle et à l'optimisation*. Masson
- P. Lascaux, R. Théodor. *Analyse Numérique matricielle appliquée à l'art de l'ingénieur*. Masson.

## Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso

Apuntes, listas de ejercicios, enunciados de exámenes, exámenes corregidos, guías para las prácticas de programación: Todo en la página web del profesor: <http://web.usal.es/ferragut>

## Otros recursos:

- Biblioteca "Abraham Zacut" de la Universidad de Salamanca.
- Laboratorio de informática y recursos de Software asociados.

**10. Evaluación**

Consideraciones Generales
<ul style="list-style-type: none"> <li>Resolución de ejercicios propuestos en la evaluación continua: 40 % de la nota final.</li> <li>Valoración del trabajo personal sobre ordenador: 20 % de la nota final.</li> <li>Exámenes: 40% de la nota final.</li> </ul>
Criterios de evaluación
La resolución correcta de los ejercicios propuestos y preguntas realizadas en las evaluaciones y en el examen. Se valorará el correcto desarrollo de las actividades, la precisión en el lenguaje matemático, el orden en la exposición de las ideas.
Instrumentos de evaluación
Se valorarán los ejercicios propuestos en las evaluaciones, los ejercicios propuestos en el examen, y el trabajo personal de programación en ordenador.
Recomendaciones para la evaluación
Seguimiento continuado de la asignatura. Realización de los ejercicios de autoevaluación propuestos en la plataforma Studium.
Recomendaciones para la recuperación
Examinar las correcciones de los exámenes que se publicarán en la plataforma Studium.

**AMPLIACIÓN DE ÁLGEBRA CONMUTATIVA****1. Datos de la Asignatura**

Código	100.232	Plan	2008	ECTS	6
Carácter	Optativo	Curso	3º	Periodicidad	C2
Área	Álgebra				
Departamento	Matemáticas				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	<a href="http://moodle.usal.es">http://moodle.usal.es</a>			

**Datos del profesorado**

Profesor	Ana Cristina López Martín	Grupo/s	
Departamento	Matemáticas		
Área	Álgebra		
Centro	Facultad de Ciencias Químicas		
Despacho	Ed. Merced, M2324		
Horario de tutorías	Lunes, miércoles y viernes de 12 a 14 h		
URL Web	<a href="https://diarium.usal.es/anacris/">https://diarium.usal.es/anacris/</a>		
E-mail	anacris@usal.es	Teléfono	923294456

**2. Sentido de la materia en el plan de estudios**

Bloque formativo al que pertenece la materia
Esta materia pertenece al módulo formativo "Ampliación de Álgebra", el cual incluye además las materias Álgebra Conmutativa y Computacional, Ecuaciones Algebraicas y Teoría de Galois, Geometría Algebraica y Representaciones de Grupos finitos.
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios
Su carácter es optativo vinculada a la materia de Matemáticas de la Rama de Ciencias.
Perfil profesional
Como el resto de materias del módulo, está recomendada únicamente en el itinerario académico, esto es, para personas interesadas en prepararse para un perfil profesional de docencia e investigación en Matemáticas tanto universitaria como no universitaria.

**3. Recomendaciones previas**

Para seguir el curso adecuadamente es necesario que el estudiante haya cursado previamente una Introducción al Álgebra Conmutativa, similar a la asignatura "Álgebra Conmutativa y Computacional" ofertada como optativa en el primer semestre del 3º de Grado en Matemáticas.
A su vez, es muy recomendable haber cursado o estar matriculado en la materia "Ecuaciones Algebraicas y Teoría de Galois".

**4. Objetivos de la asignatura**

Esta asignatura tiene tres objetivos fundamentales:
1. Completar la introducción de conceptos y técnicas algebraicas del Álgebra Conmutativa.
2. Aprender a interpretar geoméricamente los conceptos algebraicos introducidos.
3. Presentar a los estudiantes un estudio detallado de las propiedades locales de las variedades algebraicas afines, completando de este modo las bases para el estudio de la Geometría Algebraica.

**5. Contenidos***Tema 1: Filtraciones y Completaciones.*

Topologías ádicas en anillos noetherianos: Sistemas proyectivos. Definición de filtración y filtración estable de un módulo. Topología sobre un módulo asociada a una filtración. Completaciones ádicas: definiciones topológica y algebraica. Lema de Krull. Dilatado y graduado de un anillo por un ideal y de un módulo por una filtración. Lema de Artin-Rees. Exactitud de la completación. Platitude y fielplatitude de la completación. Noetherianidad de la completación. Teorema de la función inversa.

*Tema 2: Teoría de la dimensión.*

Dimensión de Krull de un anillo: definición, caracterización de la dimensión como el supremo de las alturas de los ideales primos, teorema de Krull. Función de Hilbert y funciones de Samuel de un módulo: definiciones y demostración de que ambas son polinomios racionales. Polinomio de Samuel de un anillo local respecto de un ideal primario. Invariancia del grado con respecto al ideal primario. Variación del grado del polinomio de Samuel al hacer cociente por un elemento del anillo no divisor del cero. Sistema mínimo de parámetros de un anillo local noetheriano. Teorema de la dimensión. Consecuencias del teorema de la dimensión: igualdad de dimensión entre un anillo y su completado, dimensión del espacio afín, finitud de la dimensión de las variedades algebraicas afines.

*Tema 3: Anillos regulares y puntos no singulares.*

Anillos locales regulares: definición de anillo local regular y caracterizaciones por el anillo graduado y por la multiplicidad. Puntos no singulares: definición y caracterización por el cono tangente. Curvas afines no singulares: caracterización de sus anillos como dominios noetherianos localmente principales. Anillos regulares completos: teorema de Cohen. Caracterización diferencial de la regularidad. Criterio Jacobiano.

*Tema 4: Morfismos finitos y enteros.*

Dependencia entera: definiciones y propiedades básicas de los morfismos finitos y enteros. Morfismos inducidos entre espectros por morfismos enteros: epiyectividad y finitud de las fibras, teorema del ascenso. Cierre entero y anillos íntegramente cerrados. Métrica de la traza. Finitud del cierre entero de anillos íntegramente cerrado en extensiones separables. Dependencia entera sobre un ideal: teorema del descenso. Teoremas de Normalización de Noether y de los ceros de Hilbert. Interpretaciones geométricas.

*Tema 5: Valoraciones y anillos de valoración.*

Valoraciones y anillos de valoración: definiciones y propiedades. Anillos de valoración discreta y valoraciones en curvas afines. Valoraciones y cierre entero: morfismos dominantes, relación de orden en el conjunto de anillos locales noetherianos, maximalidad de los anillos de valoración. Construcción del cierre entero de un anillo íntegro en una extensión finita por los anillos de valoración. Anillos de Dedekind: definición y caracterización como los anillos de las curvas afines no singulares.

*Tema 6: Estudio local de los puntos singulares de las curvas algebraicas. Desingularización.*

Explosión de un anillo y sus propiedades geométricas. Espectro proyectivo de un álgebra graduada. Parámetros transversales en un punto y transformaciones cuadráticas. Explosión de curvas. Cálculo de la multiplicidad de intersección de una curva y una hipersuperficie a través de la explosión. Cálculo de la multiplicidad de un punto y del polinomio de Samuel de una curva. Ramas analíticas, Puntos cuspidales de una curva plana y contacto maximal.

**6. Competencias a adquirir****Específicas**

- Calcular los anillos completados y los anillos graduados de anillos sencillos de variedades algebraicas en sus puntos.
- Determinar los puntos en que un morfismo entre los completados de curvas algebraicas es isomorfismo utilizando el teorema de la función inversa.
- Calcular el polinomio de Hilbert de anillos graduados sencillos (cocientes de anillos de polinomios por ideales homogéneos).
- Calcular el polinomio de Samuel de anillos locales de variedades algebraicas en puntos.
- Calcular dimensiones de anillos sencillos de variedades algebraicas utilizando el teorema de la dimensión y sus consecuencias.
- Calcular la multiplicidad del anillo local de una variedad algebraica en un punto en casos sencillos.
- Calcular el cono tangente a una variedad afín en un punto. Determinar si el anillo local de una curva plana en un punto es regular.
- Estudiar si un punto no racional de una curva plana sobre los números reales es regular utilizando el criterio jacobiano.
- Calcular el módulo de diferenciales relativas de un morfismo finito.
- Calcular los ceros y polos de una función algebraica sobre una curva plana no singular.
- Determinar si una extensión finita de los números enteros es íntegramente cerrada, calculando sus puntos singulares.
- Calcular los puntos singulares y árbol de explosión de una curva.
- Calcular la multiplicidad de intersección de una curva y una hipersuperficie.
- Determinar el contacto maximal de un punto cuspidal de una curva plana.

**Transversales**

Junto con las demás materias de este módulo, los estudiantes adquirirán las competencias generales CB-1, CB-2, CB-3, CG-1, CE-1, CE-2, CE-3, CE-4, CE-5 y CE-6 del Título.

**7. Metodologías docentes**

Esta materia se desarrollará coordinadamente con las otras materias del módulo formativo. Se expondrá el contenido teórico de los temas a través de clases presenciales, que servirán para fijar los conocimientos ligados a las competencias previstas y dar paso a clases prácticas de resolución de problemas, en los que se aplicarán las definiciones, propiedades y teoremas expuestos en las clases teóricas.

A partir de esas clases teóricas y prácticas los profesores propondrán a los estudiantes la realización de trabajos personales sobre teoría y problemas.

Además, los estudiantes tendrán que desarrollar por su parte un trabajo personal de estudio y asimilación de la teoría, resolución de problemas propuestos y preparación de los trabajos o prácticas propuestos, para alcanzar las competencias previstas. De ello tendrán que responder, exponiendo sus trabajos ante el profesor y el resto de compañeros y comentándolos previamente en una tutoría personal entre estudiante y profesor, así como realizando exámenes de teoría y resolución de problemas.



## 8. Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales		45		60	105
Prácticas	– En aula				
	– En el laboratorio				
	– En aula de informática				
	– De campo				
	– De visualización (visu)				
Seminarios		10		5	15
Exposiciones y debates					
Tutorías		1			1
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos				10	10
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		4		15	19
TOTAL		60		90	150

## 9. Recursos

## Libros de consulta para el alumno

- M. Atiyah, J. M. Macdonall, *Introducción al álgebra Conmutativa*. Ed. Reverte (1989).
- J. A. Navarro, *Álgebra Conmutativa Básica*. Manuales de la UNEX, 19.
- M. Reid, *Undergraduate algebraic geometry*. London Mathematical Society Texts, 12. Cambridge University Press, Cambridge, 1988.

## Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso

- D. Eisenbud, *Commutative algebra. With a view toward algebraic geometry*. Graduate Texts in Mathematics, 150. Springer-Verlag, New York, (1995).
- E. Kunz, *Introduction to commutative algebra and algebraic geometry*. Translated from the German by Michael Ackerman. With a preface by David Mumford. Birkhäuser Boston, Inc., Boston, MA, (1985).
- J. Harris, *Algebraic Geometry, A first course*. Corrected reprint of the 1992 original. Graduate Texts in Mathematics, 133. Springer-Verlag, New York, 1995.
- Material proporcionado a través del Campus on-line de la Facultad de Ciencias.

**10. Evaluación****Consideraciones Generales**

La evaluación de la adquisición de las competencias de la materia se basará principalmente en el trabajo continuado del estudiante, controlado periódicamente con diversos instrumentos de evaluación, conjuntamente con un examen final.

**Criterios de evaluación**

Los criterios de evaluación serán las siguientes con el peso en la calificación definitiva que se indica a continuación:

Actividades	Peso en la calificación definitiva	Mínimo sobre 10 que hay que obtener para poder superar la materia
Actividades Presenciales de evaluación continua	30%	2
Actividades no presenciales de la evaluación continua	20%	2
Examen	50%	3

**Instrumentos de evaluación**

Los instrumentos de evaluación se llevarán a cabo a través de diferentes actividades:

*Actividades No Presenciales de evaluación continua:*

- Se propondrán uno o dos trabajos a lo largo del cuatrimestre. En la parte de corrección de cada trabajo, el profesor puede llamar a tutoría la estudiante, y la asistencia será obligatoria para que dicho trabajo sea finalmente calificado.
- En caso en el que este estime oportuno, se realizará una exposición oral de los trabajos presentados. Dicha exposición oral servirá para matizar la nota del trabajo y para valorar otros aspectos distintos al trabajo escrito, como por ejemplo la claridad en la explicación, el modo de dirigirse al público, etc.

*Actividades Presenciales de evaluación continua:*

- Eventualmente, los estudiantes realizarán por escrito la resolución de dos problemas o de prácticas similares a los trabajados anteriormente en clase, que serán recogidos por el profesor
- En el horario lectivo de la materia, se realizarán 2 pruebas esencialmente de tipo test, uno a mitad del cuatrimestre y otro al final.

De todas las actividades se comunicará la nota al estudiante en el tablón del aula o por el campus virtual, facilitando una hora para la revisión (en caso de no ser llamados a tutorías).

*Examen:*

- Se realizará en la fecha prevista en la planificación docente y tendrá una duración aproximada de 4 horas.

**Recomendaciones para la evaluación**

Para la adquisición de las competencias previstas en esta materia se recomienda la asistencia y participación activa en todas las actividades programadas y el uso de las tutorías, especialmente aquellas referentes a la revisión de los trabajos.

Las actividades de la evaluación continua no presenciales deben ser entendidas en cierta medida como una autoevaluación del estudiante que le indica más su evolución en la adquisición de competencias y auto aprendizaje y, no tanto, como una nota importante en su calificación definitiva.

**Recomendaciones para la recuperación**

Para las personas que suspendan la materia, su segunda calificación se obtendrá a partir de las actividades de evaluación continua desarrolladas durante el semestre y de la prueba escrita que está prevista en la programación docente después del final de las actividades docentes ordinarias. Esta segunda calificación se obtendrá de la siguiente forma:

- Actividades Presenciales de evaluación continua, realizada a lo largo del curso: 15%
- Actividades no presenciales de la evaluación continua realizada a lo largo del curso: 20%
- Nota del examen de recuperación: 65%

Para poder obtener una segunda calificación positiva será necesario cumplir los siguientes mínimos:

- Segundo Examen: 3 sobre 10.
- Actividades no presenciales de evaluación continua: 2 sobre 10.

**ECUACIONES ALGEBRAICAS Y TEORÍA DE GALOIS****1. Datos de la Asignatura**

Código	100.233	Plan	2008	ECTS	6
Carácter	Optativa	Curso	3º	Periodicidad	C2
Área	Geometría y Topología				
Departamento	Matemáticas				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	<a href="http://moodle.usal.es/">http://moodle.usal.es/</a>			

**Datos del profesorado**

Profesor	Francisco José Plaza Martín	Grupo/s	
Departamento	Matemáticas		
Área	Geometría y Topología		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Ed. Merced, M1320		
Horario de tutorías	Lunes, martes y miércoles de 12:00 a 14:00		
URL Web	<a href="http://mat.usal.es/~fplaza/">http://mat.usal.es/~fplaza/</a>		
E-mail	fplaza@usal.es	Teléfono	923 294500 ext 1553

**2. Sentido de la materia en el plan de estudios**

Bloque formativo al que pertenece la materia
Módulo de Ampliación de Álgebra. Materia de Ecuaciones y grupos.
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios
Es una asignatura optativa que se podría considerar fundamental para seguir en la línea de especialización de Matemáticas fundamentales e investigación en Álgebra y Geometría.
Perfil profesional
Académico.

**3. Recomendaciones previas**

Haber cursado las asignaturas de Álgebra y Álgebra Conmutativa y Computacional.
---

**4. Objetivos de la asignatura**

En esta materia se amplían los conocimientos de la asignatura de Álgebra de 2º curso. Se estudiarán las estructuras algebraicas relacionadas con la teoría clásica de ecuaciones algebraicas. Se introducirá la noción de extensión de Galois y se demostrará el Teorema de Galois. Se explicarán las aplicaciones de la teoría de Galois a problemas clásicos como las construcciones con regla y compás y a la teoría de números.
---

**5. Contenidos**

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Acciones de grupos. Teoremas de Sylow.</li> <li>2. <math>k</math>-álgebras finitas.</li> <li>3. Separabilidad.</li> <li>4. Extensiones de cuerpos. Teorema de Galois.</li> <li>5. Resolución de ecuaciones algebraicas y problemas de constructibilidad.</li> <li>6. Cuerpos finitos. Aplicaciones aritméticas.</li> </ol>
--

**6. Competencias a adquirir**

CB-1, CB-2, CB-5, CG-1, CG-2, CG-3, CG-4, CG-5, CE-1, CE-2, CE-6, CE-7.
<b>Específicas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer la noción de extensión de Galois.</li> <li>• Saber calcular el grupo de Galois en casos elementales.</li> <li>• Conocer la conexión entre la teoría de Galois y problemas clásicos de Álgebra y Geometría.</li> </ul>

## Transversales

- Comprender la relación entre problemas algebraicos, geométricos y analíticos.
- Experimentar la conexión entre la Teoría de Números y la Geometría.

## 7. Metodologías

Esta materia se desarrollará coordinadamente con las otras materias del módulo formativo. Se expondrá el contenido de la asignatura a través de las clases presenciales tanto magistrales como de problemas.

A través del campo virtual también se indicará la parte teórica y problemas que se irán realizando, así como la bibliografía seguida para que el alumno pueda seguir de modo activo las clases presenciales.

## 8. Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales		20		20	40
Prácticas	– En aula	20		30	50
	– En el laboratorio				
	– En aula de informática				
	– De campo				
	– De visualización (visu)				
Seminarios		15		12	27
Exposiciones y debates					
Tutorías		2			2
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos				12	12
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		3		16	19
TOTAL		60		90	150

## 9. Recursos

## Libros de consulta para el alumno

- E. Artin. *Galois Theory*. University of Notre Dame Press, South Bend, Ind. 1959.
- J. A. Navarro González. *Álgebra conmutativa básica*. Manuales UNEX, nº 19.

Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso

- S. Lang. *Algebra*. Aguilar 1965.
- Kaplansky. *Fields and rings*. The University of Chicago Press. 1972.
- G. Kempf. *Algebraic Structures*. Vieweg Textbook Mathematics. 1995.

## 10. Evaluación

### Consideraciones Generales

La evaluación del alumno se hará de modo continuo junto con un examen final.

### Criterios de evaluación

El examen final contará un máximo de un 50%.

Los trabajos, exposiciones y ejercicios en clase contarán al menos un 50%.

### Instrumentos de evaluación

Se propondrán periódicamente trabajos tanto de teoría como de problemas, que los alumnos entregarán por escrito.

### Recomendaciones para la evaluación

Se recomienda la asistencia a las clases y la participación activa en las actividades programadas.

### Recomendaciones para la recuperación

Según regulan las Normas de Permanencia de la USAL, el estudiante contará con una segunda "oportunidad de calificación". Se considerará de modo individual la mejor forma de realizar esta recuperación en función del estudiante y de las calificaciones obtenidas en la primera.

## CÓDIGOS Y CRIPTOGRAFÍA

### 1. Datos de la Asignatura

Código	100.234	Plan	2008	ECTS	6
Carácter	Optativa	Curso	3º	Periodicidad	C2
Área	Álgebra - Geometría y Topología				
Departamento	Matemáticas				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	<a href="http://moodle.usal.es/">http://moodle.usal.es/</a>			

**Datos del profesorado**

Profesor	José María Muñoz Porras	Grupo / s	
Departamento	Matemáticas		
Área	Álgebra		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Ed. Merced, M1321		
Horario de tutorías	Martes, miércoles y jueves de 17:00 a 19:00.		
URL Web			
E-mail	jmp@usal.es	Teléfono	923294500-Ext 1553

Profesor	José Ignacio Iglesias Curto	Grupo / s	
Departamento	Matemáticas		
Área	Geometría y Topología		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Ed. Merced, M3302		
Horario de tutorías	Martes, miércoles y jueves de 17:00 a 20:00.		
URL Web			
E-mail	joseig@usal.es	Teléfono	923294500 - Ext 1534

**2. Sentido de la materia en el plan de estudios**

Bloque formativo al que pertenece la materia
Esta materia pertenece al módulo formativo de Ampliación de Informática y Métodos Numéricos
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios
Su carácter es optativo y relacionado con los itinerarios Académico y Técnico
Perfil profesional
Está relacionada tanto con un perfil académico como uno profesional.

**3. Recomendaciones previas**

Es recomendable haber adquirido la mayoría de las competencias de las materias Álgebra Lineal I, Álgebra Lineal II y Álgebra.
---

**4. Objetivos de la asignatura**

<ul style="list-style-type: none"> <li>Asimilar los conceptos básicos de la teoría de la información.</li> <li>Comprender la noción de corrección de errores en un flujo de información.</li> </ul>
---

- Familiarizarse con algunos esquemas básicos de codificación.
- Comprender y saber usar la noción de sistema criptográfico.
- Asimilar las bases de los criptosistemas de clave privada y de clave pública.
- Saber aplicar las nociones de Álgebra y Geometría al desarrollo de sistemas de codificación y de sistemas criptográficos.

## 5. Contenidos

- Cuerpos finitos
- Teoría de la información
- Códigos lineales
- Códigos cíclicos
- Códigos de Goppa
- Teoría elemental de números
- Criptosistemas de clave privada
- Criptosistemas de clave pública
- Curvas elípticas

## 6. Competencias a adquirir

### Específicas

- Conocer la noción de código y saberla utilizar.
- Conocer y saber utilizar la noción de códigos correctores de errores.
- Saber desarrollar sistemas de encriptación a partir de la teoría de números y del álgebra.

### Transversales

- Saber aplicar los conocimientos matemáticos y poseer las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas.
- Tener la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes para emitir juicios que incluyan una reflexión.
- Comprender y utilizar el lenguaje matemático. Adquirir la capacidad para enunciar proposiciones en distintos campos de la Matemática, para construir demostraciones y para transmitir los conocimientos matemáticos adquiridos.
- Conocer demostraciones rigurosas.
- Asimilar la definición de un nuevo objeto matemático, en términos de otros ya conocidos, y ser capaz de utilizar este objeto en diferentes contextos.
- Aprender de manera autónoma nuevos conocimientos y técnicas.
- Saber trabajar en equipo y exponer en público.

## 7. Metodologías

Se expondrá el contenido de los temas fundamentalmente a través de clases presenciales, tanto la parte más teórica como la eminentemente práctica.  
En las clases teóricas se desarrollarán los aspectos que fundamentan las distintas construcciones de códigos y criptosistemas.



En las clases prácticas se desarrollarán distintos ejemplos de la utilización de unos u otros algoritmos de codificación/decodificación y de encriptado/desencriptado, haciendo referencias a los casos reales donde éstos se utilizan o se han utilizado.

En la última parte del curso se podrán trabajar los casos prácticos con la ayuda de ordenador para observar el funcionamiento de los algoritmos más complejos, mediante prácticas en el aula de informática.

### 8. Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales		28		30	58
Prácticas	– En aula	13		19	32
	– En laboratorio				
	– En aula de informática	15		15	30
	– De campo				
	– De visualización (visu)				
Seminarios					
Exposiciones y debates					
Tutorías		1			1
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos				15	15
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		3		11	14
TOTAL		60		90	150

### 9. Recursos

Libros de consulta para el alumno	
<ul style="list-style-type: none"> <li>J. H. van Lint: <i>Introduction to Coding Theory</i>. Springer. 1992</li> <li>N. Koblitz: <i>A Course in Number Theory and Cryptography</i>. Springer 1994</li> </ul>	
Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso	
<ul style="list-style-type: none"> <li>O. Pretzel: <i>Error-correcting codes and finite fields</i>. Clarendon Press, 1996</li> <li>S. L., D. J. Costello. <i>Error control coding: fundamentals and applications</i>. Pearson-Prentice Hall, 2004</li> <li>L. Young. <i>Mathematical ciphers: from Caesar to RSA</i>. American Mathematical Society, 2006.</li> <li>J. A. Buchmann: <i>Introduction to cryptography</i>. Springer, 2001.</li> <li>A. J. Menezes, P. C. van Oorschot, S. A. Vanstone. <i>Handbook of applied cryptography</i>. CRC Press, 1997.</li> </ul>	

**10. Evaluación****Consideraciones Generales**

La evaluación de la adquisición de las competencias de la materia se basará principalmente en el trabajo continuado del estudiante, controlado periódicamente con diversos instrumentos de evaluación y mediante un examen final..

**Criterios de evaluación**

Los criterios de evaluación serán las siguientes con el peso en la calificación definitiva que se indica a continuación:

Actividades	Peso en la calificación
Actividades Presenciales de evaluación continua	10%
Actividades no presenciales de la parte teórica de la evaluación continua	30%
Actividades no presenciales de la parte práctica de la evaluación	20%
Examen final	40%

**Instrumentos de evaluación**

Los instrumentos de evaluación se llevarán a cabo a través de diferentes actividades:

*Actividades No Presenciales de evaluación continua:*

- Aproximadamente cada dos semanas se propondrán 2 ejercicios para resolver o un pequeño trabajo de teoría. Estas propuestas finalizarán dos semanas antes del final del cuatrimestre. En total se propondrán un máximo de 5-6 trabajos.
- Se realizarán exposiciones orales de los trabajos presentados y dicha exposición oral servirá para matizar la nota del trabajo y para valorar otros aspectos distintos al trabajo escrito, como por ejemplo la claridad en la explicación, el modo de dirigirse al público, etc.
- Se presentará un trabajo relacionado con el temario del curso.

*Actividades Presenciales de evaluación continua:* se realizarán trabajos en el aula de Informática.

*Examen final:* se realizará un examen en la fecha indicada en la Guía Académica que comprenderá todos los contenidos del curso.

Además, en la parte de teoría, se irán proponiendo ciertas actividades que serán voluntarias, pero que su calificación será cualitativa y servirá únicamente para subir la nota final. Estas actividades serán revisadas por el profesor y comentadas en tutorías con los estudiantes para que así puedan conocer su evolución en la adquisición de competencias.

**Recomendaciones para la evaluación**

Para la adquisición de las competencias previstas en esta materia se recomienda la asistencia y participación activa en todas las actividades programadas y el uso de las tutorías, especialmente aquellas referentes a la revisión de los trabajos.

**Recomendaciones para la recuperación**

Se realizará un examen de recuperación en la fecha prevista en la planificación docente.

Además, para la recuperación de las partes de evaluación continua que el profesor estime recuperables, se establecerá un proceso personalizado

**MÉTODOS NUMÉRICOS EN FINANZAS****1. Datos de la Asignatura**

Código	100.235	Plan	2008	ECTS	6
Carácter	Básico	Curso	3º	Periodicidad	C2
Área	Matemática Aplicada				
Departamento	Matemática Aplicada				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	<a href="http://moodle.usal.es">http://moodle.usal.es</a>			

**Datos del profesorado**

Profesor	Jesús Vigo Aguiar	Grupo/s	
Departamento	Matemática Aplicada		
Área	Matemática Aplicada		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Nº 4, Casa del Parque 2.		
Horario de tutorías	Martes, miércoles y jueves 11-12h.		
URL Web			
E-mail	<a href="mailto:jvigo@usal.es">jvigo@usal.es</a>	Teléfono	1537

**2. Sentido de la materia en el plan de estudios**

Bloque formativo al que pertenece la materia
Matemáticas financieras
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios
Tratamiento numérico de problemas de finanzas.
Perfil profesional
Banca, finanzas, seguros y consultoría.

**3. Recomendaciones previas**

Asignaturas previas de Análisis Matemático. Análisis Numérico II y III
--

**4. Objetivos de la asignatura**

- A. Solucionar numéricamente la ecuación de Black-Scholes de valoración de derivados (Valoración neutral al riesgo) utilizando métodos de Montecarlo.
- B. Conocer las griegas y calcularlas.
- C. Utilizar y desarrollar los métodos de Análisis Numérico III para valorar opciones europeas y futuros del IBEX.
- D. Reconocer problemas para los que un enfoque numérico es apropiado. Comprender cómo y por qué los algoritmos

**5. Contenidos***Bloque I*

- Métodos Montecarlo para opciones y futuros.
- Valoración de opciones a través de los métodos anteriores
- Programación de algoritmos

*Bloque II*

- Métodos de Ecuaciones diferenciales aplicados a B&S
- Valoración de opciones a través de los métodos anteriores
- Programación de algoritmos

**6. Competencias a adquirir****Específicas**

- Reconocer un proceso de Weiner.
- Conocer los distintos algoritmos para la resolución de ecuaciones diferenciales estocásticas
- Manejar las expresiones de error de dichos algoritmos.
- Saber deducir la ecuación de BS.
- Saber valorar opciones sencillas.
- Distinguir los tipos de problemas que pueden aparecer.
- Conocer algoritmos para cada tipo de problema.
- Ser capaz de construir nuevos algoritmos adaptados a los datos que tenemos
- Ser capaz de dar expresiones de error válidas.
- Conocer la estabilidad y convergencia de los algoritmos propuestos y sus expresiones de error.
- Ser capaz de programar todos los algoritmos del curso con soltura.

**Transversales**

- Conocer las técnicas básicas del Cálculo Numérico de EDS y su traducción en algoritmos o métodos constructivos de solución de problemas.
- Tener criterios para valorar y comparar distintos métodos en función de los problemas a resolver, el coste operativo y la presencia de errores.
- Evaluar los resultados obtenidos y extraer conclusiones después de un proceso de cómputo

**7. Metodologías**

- Clases magistrales, clases de ejercicios y trabajos dirigidos en el laboratorio de informática.
- Exposición.
- Trabajos tutelados en el aula informática que cada grupo de alumnos deberá realizar con éxito para superar la asignatura.

**8. Previsión de distribución de las metodologías docentes**

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales		30		20	50
Prácticas	– En aula				
	– En el laboratorio				
	– En aula de informática	20			20
	– De campo				
	– De visualización (visu)				
Seminarios					
Exposiciones y debates					
Tutorías		6			6
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos				30	30
Otras actividades (preparación prácticas)				40	40
Exámenes		4			4
TOTAL		60		90	150

**9. Recursos****Libros de consulta para el alumno**

- B. Oksendal, *Stochastic Differential Equation: an introduction with applications*, Springer Verlag, 1998.
- J. Hull, *Option, Futures and other Derivatives*, Prentice Hall, 6ª edición, 2006.

**Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso**

- S. R. Pliska, *Introduction to Mathematical Finance. Discrete Time Models*, Blackwell Publishers, 1997.
- T. Bjork, *Arbitrage Theory in Continuous Time*, Oxford University Press, 2004.
- T. Mikosch, *Elementary Stochastic Calculus: with finance in view*, World Scientific, 2000.
- F.C. Klebaner, *Introduction to Stochastic Calculus with Applications*, Imperial College Press, 2006.
- I. Karatzas y S. Shreve, *Brownian Motion and Stochastic Calculus*, Springer Verlag, 1991.
- D. Lamberton y B. Lapeire, *Introduction Stochastic Calculus Applied to Finance*, Chapman and Hall, 1996.

**10. Evaluación****Consideraciones Generales**

Será el resultado de una ponderación basada en el desarrollo de programas de ordenador y ejercicios planteados a los alumnos durante el curso, las exposiciones en clase, y de la nota obtenida en un examen escrito de teoría y problemas.

**Criterios de evaluación**

Examen final: 40%

Pruebas escritas parciales: 30%

Prácticas: 30%

Se exigirá una nota mínima en cada apartado.

**Instrumentos de evaluación**

Pruebas escritas y programas de ordenador.

**Recomendaciones para la evaluación**

Estudiar la asignatura de forma regular desde el principio de curso.

Preparar la teoría simultáneamente con la realización de problemas.

Consultar al profesor las dudas que se tengan.

**Recomendaciones para la recuperación**

Preparar la teoría simultáneamente con la realización de problemas.

Asistir a clase especialmente a las lecciones de pizarra.

Consultar al profesor las dudas que se tengan.

## CUARTO CURSO. PRIMER CUATRIMESTRE

## MÉTODOS GEOMÉTRICOS EN ECUACIONES DIFERENCIALES

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100.236	Plan	2008	ECTS	6
Carácter	Optativa	Curso	4º	Periodicidad	C1
Área	Análisis Matemático				
Departamento	Matemáticas				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Stadium (Campus virtual de la USAL)			
	URL de Acceso:	<a href="http://moodle.usal.es">http://moodle.usal.es</a>			

## Datos del profesorado

Profesor	Jesús Rodríguez Lombardero	Grupo/s	
Departamento	Matemáticas		
Área	Análisis Matemático		
Centro	Facultad de Ciencias Químicas		
Despacho	Ed. Merced, M2327		
Horario de tutorías	Lunes, miércoles y jueves: 9-11, previa cita con el profesor		
URL Web	<a href="http://mat.usal.es/~jrl/">http://mat.usal.es/~jrl/</a>		
E-mail	jrl@usal.es	Teléfono	923294457

## 2. Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia
Ampliación de Ecuaciones Diferenciales.
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios
Optativa. Es continuación natural de la asignatura Ecuaciones Diferenciales, de segundo curso. En esta asignatura se estudian los sistemas dinámicos continuos, relacionándolos con los campos tangentes a una variedad, y la noción de estabilidad. También se estudian las distribuciones de campos tangentes y los sistemas diferenciales exteriores, así como su relación con las ecuaciones diferenciales ordinarias y con las ecuaciones en derivadas parciales. Dada la relación existente entre el contenido de esta asignatura y la Mecánica, los conceptos estudiados aquí resultarán útiles a los alumnos que estudien Métodos Geométricos en Física.

**Perfil profesional****Académico**

- Docencia Universitaria e Investigación
- Docencia no

**universitaria Técnico**

- Empresas de Informática y Telecomunicaciones
- Industri

**a Social**

- Administración pública
- Empresas de Banca, Finanzas y Seguros
- Consultorías

**3. Recomendaciones previas**

Haber cursado las asignaturas de los cursos anteriores, principalmente Análisis Matemático III, Análisis Matemático IV, Ecuaciones Diferenciales y Geometría Diferencial I. Es conveniente, aunque no imprescindible, haber cursado también Geometría Diferencial II y Ecuaciones en Derivadas Parciales.

**4. Objetivos de la asignatura****Generales**

- Contribuir a la formación y desarrollo del razonamiento científico.
- Proveer al alumno de capacidades de abstracción, concreción, concisión, imaginación, intuición, razonamiento, crítica, objetividad, síntesis y precisión.
- Formular y resolver problemas utilizando el lenguaje matemático.

**Específicos**

- Conocer las nociones básicas sobre sistemas dinámicos.
- Conocer la relación entre campos tangentes y ecuaciones diferenciales.
- Saber integrar campos tangentes.
- Entender el comportamiento de las ecuaciones diferenciales en el entorno de un punto regular o singular, y la noción de estabilidad en los puntos de equilibrio.
- Saber integrar sistemas diferenciales exteriores.
- Comprender la relación entre sistemas diferenciales exteriores y ecuaciones en derivadas parciales.
- Aplicar los conocimientos adquiridos a la resolución de problemas.

**5. Contenidos**

- Procesos de evolución y sistemas dinámicos. Espacio de fases. Sistemas dinámicos continuos. Grupos de transformaciones de una variedad diferenciable. Grupos uniparamétricos de automorfismos. Generador infinitesimal. Teorema de existencia y dependencia continua respecto de las condiciones iniciales. Dependencia diferenciable de las condiciones iniciales. Reconstrucción de un grupo uniparamétrico de automorfismos a partir de su generador infinitesimal. Reducción local de un campo tangente a forma canónica.



- Estabilidad de los sistemas dinámicos. Trayectorias y conjuntos invariantes. Puntos singulares. Clasificación geométrica y topológica. Puntos límite. Función de Lyapunov. Estabilidad en los puntos de equilibrio. Estabilidad de Lyapunov. Estabilidad asintótica.
- Transformación de un campo tensorial por un grupo uniparamétrico de automorfismos. Derivada de Lie. Relación entre la invarianza de un campo tensorial por un grupo uniparamétrico y la derivada de Lie con su generador infinitesimal. Ecuaciones diferenciales que admiten un grupo. Teoría de Lie sobre la reducción del orden.
- Invarianza de una distribución de tensores finito-generada.
- Distribuciones de tensores. Distribuciones de campos tangentes. Teorema de Frobenius para campos tangentes. Sistemas de Pfaff. Teorema de Frobenius para sistemas de Pfaff. Sistemas diferenciales exteriores. Sistema característico. Teorema de Cartan sobre la reducción de un sistema diferencial exterior a un número mínimo de variables. Interpretación geométrica del sistema característico. Teorema de Darboux sobre la clasificación local de 1-formas.
- Espacio de elementos de contacto. El sistema de contacto. Las ecuaciones en derivadas parciales como sistemas diferenciales exteriores. Características. Cálculo de distintos tipos de soluciones usando el lenguaje de sistemas diferenciales exteriores.

## 6. Competencias a adquirir

### Básicas/Generales

- CB-1: Demostrar poseer y comprender conocimientos en el área de las Matemáticas a partir de la base de la educación secundaria general, a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia en el estudio de las Matemáticas.
- CB-2: Saber aplicar los conocimientos matemáticos a su trabajo o vocación de una forma profesional y poseer las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro del área de las Matemáticas.
- CG-1: Comprender y utilizar el lenguaje matemático. Adquirir la capacidad para enunciar proposiciones en distintos campos de la Matemática, para construir demostraciones y para transmitir los conocimientos matemáticos adquiridos.
- CG-2: Conocer demostraciones rigurosas de algunos teoremas clásicos en distintas áreas de la Matemática.
- CG-5: Aprender de manera autónoma nuevos conocimientos y técnicas.

### Transversales

#### *Instrumentales:*

- Capacidad de organizar y planificar.
- Identificación de problemas y planteamiento de estrategias de solución.
- Habilidades para recuperar y analizar información desde diferentes fuentes.

#### *Interpersonales:*

- Comunicación de conceptos abstractos.
- Argumentación racional.
- Capacidad de aprendizaje.
- Inquietud por la calidad.

#### *Sistémicas:*

- Creatividad.
- Habilidad para trabajar en equipos multidisciplinares.
- Planificar y dirigir.

**Específicas**

- CE-1: Proponer, analizar, validar e interpretar modelos de situaciones reales sencillas, utilizando las herramientas matemáticas más adecuadas a los fines que se persigan.
- 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-4: Desarrollar programas que resuelvan problemas matemáticos utilizando para cada caso el entorno computacional adecuado.
- CE-5: Utilizar herramientas de búsqueda de recursos bibliográficos en Matemáticas.
- CE-6: Comunicar, tanto por escrito como de forma oral, conocimientos, procedimientos, resultados e ideas Matemáticas

**7. Metodologías docentes**Clases magistrales

Mediante esta fórmula se desarrollarán los contenidos teóricos, siguiendo uno o dos libros de referencia, en los que se incluyen las definiciones de los diferentes conceptos y su comprensión a partir de ejemplos, así como las propiedades formuladas como teoremas y corolarios, argumentando su demostración en los casos más notables. Se fijan así los conocimientos ligados a las competencias previstas y se da paso a clases prácticas de resolución de problemas.

Resolución de problemas

A través de clases prácticas se irán resolviendo los ejercicios y problemas planteados para aplicar y asimilar los contenidos, utilizando cuando sea conveniente medios informáticos, de modo que en las clases prácticas los estudiantes se inicien en las competencias previstas.

Entrega de trabajos personales y seminarios tutelados

A partir de esas clases teóricas y prácticas se propondrá a los estudiantes la realización de trabajos personales, contando con el apoyo del profesor en seminarios tutelados. En esos seminarios los estudiantes podrán compartir con sus compañeros y con el profesor las dudas que encuentren, obtener solución a las mismas y comenzar a desempeñar por sí mismos las competencias del módulo.

Los trabajos entregados serán corregidos por el profesor y comentados posteriormente en las tutorías personales, con el fin de que puedan detectar sus posibles deficiencias, tanto de comprensión como de redacción.

Trabajo personal

Además, los estudiantes tendrán que desarrollar por su parte un trabajo personal de estudio y asimilación de la teoría, resolución de problemas propuestos y preparación de los trabajos propuestos.

Exposición de trabajos

Se podrán realizar exposiciones de partes de la teoría ya explicada por el profesor, o de algún enunciado cuya demostración hubiera quedado pendiente para: o bien, en casos sencillos, ser obtenida por los propios alumnos o bien ser consultada en alguno de los textos de la bibliografía. Se expondrán, además, los trabajos ante el profesor y el resto de compañeros, comentándolos luego en una tutoría personal entre estudiante y profesor.

Realización de exámenes

Exámenes de teoría y resolución de problemas.

## 8. Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales		24		24	48
Prácticas	– En aula	18		36	54
	– En el laboratorio				
	– En aula de informática				
	– De campo				
	– De visualización (visu)				
Seminarios		6			6
Exposiciones y debates		5			5
Tutorías		3			3
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos				15	15
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		4		15	19
TOTAL		60		90	150

## 9. Recursos

## Libros de consulta para el alumno

- Arnold, V. I.: *Ecuaciones Diferenciales Ordinarias*. Rubiños, Madrid, 1995.
- Elsgoltz, L.: *Ecuaciones Diferenciales y Cálculo Variacional*, MIR, Moscú, 1994.
- Muñoz Díaz, J.: *Ecuaciones Diferenciales I*. Ediciones Universidad de Salamanca, 1982.

## Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso

- Anosov, D. V., Arnold, V. I. *Dynamical systems I*, Springer Verlag.
- Cartan, É.: *Leçons sur les invariants intégraux*, Hermann, París, 1921.
- Faro, R.: *Apuntes de Ecuaciones Diferenciales*, Universidad de Extremadura.
- Nemytskii, V. V.: Stepanov, V. V.: *Quantitative theory of differential equations*, Dover, 1989.
- Stormark, O.: *Lie's Structural Approach to PDE Systems*. Cambridge University Press, 2000.

## Recursos de internet:

- En la página web del curso, dentro del campus virtual de la Universidad de Salamanca, <http://studium.usal.es>, se incluirán apuntes, enunciados de problemas y enlaces a otros recursos bibliográficos, entre ellos artículos relacionados con los temas de estudio disponibles a través de internet.

**10. Evaluación****Consideraciones Generales**

Se evaluará el nivel adquirido en las competencias y destrezas expuestas, así como el logro de los objetivos propuestos. Se exigirá una nota mínima en cada grupo de actividades a evaluar y en cada bloque del temario, evitando así el desconocimiento absoluto de alguna parte de la materia y la no realización de las actividades.

**Criterios de evaluación**

- Trabajos individuales: 20% de la nota final.
- Exposición de temas: 30% de la nota final.
- Examen final: Habrá un examen escrito de teoría y problemas cuya calificación constituirá el 50% de la nota final.
- Examen de recuperación: Para aquellos alumnos que no hayan aprobado la asignatura habrá un segundo examen escrito de teoría y problemas con el que podrán mejorar la nota obtenida en el examen final.
- La parte de la nota correspondiente a la evaluación continua (trabajos y exposiciones realizados a lo largo del curso) no será objeto de recuperación.

**Instrumentos de evaluación****Actividades a evaluar**

- Entrega de trabajos individuales periódicamente
- Exposiciones teóricas
- Resolución de problemas en los seminarios
- Exámenes escritos:
  - o de teoría (conocimiento de conceptos, enunciados y razonamientos expuestos en las clases magistrales)
  - o de problemas (resolución de enunciados análogos a los explicados en las clases prácticas y de cuestiones breves)

**Recomendaciones para la evaluación**

- En todo momento la asistencia a las clases y seminarios es altamente recomendable.
- Una vez que el profesor entrega los trabajos corregidos, analizar los errores cometidos, tanto individualmente, como acudiendo a las tutorías.
- Ensayo previo de la exposición de los trabajos, para detectar las posibles deficiencias en el entendimiento de los conceptos, así como en la forma de expresión.
- En la preparación de la parte teórica es importante comprender (los conceptos, razonamientos, etc.) y evitar la memorización automática.
- En cuanto a la parte práctica, es necesario ejercitarse con los problemas que aparecen en los libros recomendados o en la colección de enunciados que se facilita a los alumnos.
- Resolver las dudas mediante el manejo de bibliografía, discusiones con los compañeros o acudiendo al profesor.

**Recomendaciones para la recuperación**

- Analizar los errores cometidos en los exámenes y en los trabajos (acudiendo para ello a la revisión).
- Trabajar en su preparación con las mismas recomendaciones realizadas para la evaluación.

## ANÁLISIS COMPLEJO II

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100.237	Plan	2008	ECTS	6
Carácter	Optativo	Curso	4º	Periodicidad	C1
Área	Análisis Matemático				
Departamento	Matemáticas				
Plataforma Virtual	Plataforma:				
	URL de Acceso:				

## Datos del profesorado

Profesor	Pascual Cutillas Ripoll	Grupo/s	
Departamento	Matemáticas		
Área	Análisis Matemático		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Ed. Merced, M2330		
Horario de tutorías	Lunes de 13 a 14, viernes de 12 a 14		
URL Web			
E-mail	pcr@usal.es	Teléfono	923294457

## 2. Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia
Ampliación de Análisis Matemático.
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios
Optativa.
Perfil profesional
Docencia universitaria e Investigación.

## 3. Recomendaciones previas

Conocimiento de las asignaturas de Análisis Matemático de cursos anteriores.
--

**4. Objetivos de la asignatura**

Alcanzar un conocimiento razonable de:

- Parte básica de la teoría de las variedades complejas de dimensión 1 ó superficies de Riemann.
- Conceptos y resultados fundamentales sobre funciones armónicas en abiertos del plano complejo (o en una superficie de Riemann).
- Problema de Dirichlet, su resolución y algunas de las más importantes consecuencias de la existencia de solución.
- Teoremas de aproximación de funciones holomorfas en compactos de un abierto de  $\mathbb{C}$ , y algunas de sus consecuencias y aplicaciones.

**5. Contenidos**

*Tema 1. Introducción a las superficies de Riemann.*

Atlas holomorfos en una superficie topológica. Estructuras holomorfas. Superficies de Riemann. Ejemplos. Funciones holomorfas en una superficie de Riemann. Aplicaciones holomorfas. Abiertos coordenados en una superficie de Riemann. Generalizaciones de algunos teoremas sobre funciones holomorfas en abiertos de  $\mathbb{C}$ . Singularidades. Funciones meromorfas. Diferenciales holomorfas y meromorfas. Teorema de los residuos. Las funciones meromorfas en una superficie de Riemann como aplicaciones holomorfas con valores en el plano complejo ampliado  $P^1$ . Funciones meromorfas en  $P^1$ . Determinación de los automorfismos holomorfos de  $P^1$ , de  $\mathbb{C}$ , y del disco unidad.

*Tema 2. Funciones armónicas.*

Funciones armónicas en abiertos del plano complejo. Relación entre funciones armónicas y funciones holomorfas. Funciones armónicas en superficies de Riemann. Formula de Poisson para la recuperación de una función continua en un disco cerrado y armónica en el correspondiente disco abierto a partir de sus valores en la circunferencia frontera. Equivalencia para una función continua entre ser armónica y verificar la propiedad de la media. Principios del valor máximo y del valor mínimo. Convergencia de sucesiones y series de funciones armónicas; primer y segundo teoremas de Harnack. Supremo de una familia filtrante creciente de funciones armónicas.

*Tema 3. Problema de Dirichlet.*

Problema de Dirichlet. Solución para un disco. Funciones superarmónicas. Modificación de Poisson de una función subarmónica. Obtención de la función que resuelve el problema de Dirichlet bajo ciertas condiciones. Concepto de barrera en un punto de la frontera de un abierto en una superficie de Riemann. Una condición topológica sencilla para la existencia de una barrera. Teorema general de existencia de solución.

Existencia de una función armónica no constante en el complementario de un disco coordenado en una superficie de Riemann.

Teorema de Radón sobre la existencia de una base numerable en una superficie de Riemann conexa. Aplicación de la existencia de solución para el problema de Dirichlet en un abierto simplemente conexo del plano complejo a la demostración del teorema de representación conforme de Riemann.

*Tema 4. Aproximación de funciones holomorfas.*

Teorema de aproximación de Runge para subconjuntos compactos de un abierto de  $\mathbb{C}$ . Existencia de ciertas sucesiones exhaustivas de compactos en un abierto de  $\mathbb{C}$ . Teorema de aproximación de Runge para subconjuntos abiertos del plano complejo ampliado. Desplazamiento de los polos de una función meromorfa y segunda versión del Teorema de Runge para abiertos. Caso particular de los abiertos simplemente conexos en  $\mathbb{C}$ .

**6. Competencias a adquirir**

Básicas/Generales
CB1, CB2, CB3, CG1
Específicas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocimiento de las nociones básicas sobre superficies de Riemann y los ejemplos importantes.</li> <li>• Conocimiento de las caracterizaciones de los automorfismos holomorfos de <math>P^1</math>, de <math>C</math>, y del disco unidad.</li> <li>• Conocimiento de la relación existente entre las funciones armónicas y las funciones holomorfas.</li> <li>• Saber manejar y demostrar las propiedades básicas de las funciones armónicas.</li> <li>• Saber que, en el caso particular de un disco, el problema de Dirichlet puede resolverse mediante la fórmula de Poisson.</li> <li>• Entender y saber demostrar que hay una condición topológica sencilla que garantiza la resolución del problema de Dirichlet, y algunas de las consecuencias importantes de la existencia de solución.</li> <li>• Algunas de las condiciones equivalentes a la posibilidad de aproximar gérmenes de funciones holomorfas en un subconjunto compacto de un abierto de <math>C</math> por funciones holomorfas.</li> </ul>
Transversales
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Saber aplicar los conocimientos matemáticos a la resolución de problemas.</li> <li>• Desarrollar habilidades de aprendizaje para emprender estudios posteriores.</li> <li>• Saber comunicar conocimientos, tanto por escrito como de forma oral.</li> </ul>

**7. Metodologías docentes**Clases magistrales

Mediante esta fórmula se desarrollarán los contenidos teóricos, siguiendo uno o dos libros de referencia, en los que se incluyen las definiciones de los diferentes conceptos y su comprensión a partir de ejemplos, así como las propiedades formuladas como teoremas y corolarios, argumentando su demostración en los casos más notables. Se fijan así los conocimientos ligados a las competencias previstas y se da paso a clases prácticas de resolución de problemas.

Resolución de problemas

A través de clases prácticas se irán resolviendo los ejercicios y problemas planteados para aplicar y asimilar los contenidos, utilizando cuando sea conveniente medios informáticos, de modo que en las clases prácticas los estudiantes se inicien en las competencias previstas.

Entrega de trabajos personales y seminarios tutelados

A partir de esas clases teóricas y prácticas se propondrá a los estudiantes la realización de trabajos personales, contando con el apoyo del profesor en seminarios tutelados. En esos seminarios los estudiantes podrán compartir con sus compañeros y con el profesor las dudas que encuentren, obtener solución a las mismas y comenzar a desempeñar por sí mismos las competencias del módulo.

Los trabajos entregados serán corregidos por el profesor y comentados posteriormente en las tutorías personales, con el fin de que puedan detectar sus posibles deficiencias, tanto de comprensión como de redacción.

Trabajo personal

Además, los estudiantes tendrán que desarrollar por su parte un trabajo personal de estudio y asimilación de la teoría, resolución de problemas propuestos y preparación de los trabajos propuestos.

Exposición de trabajos

Se podrán realizar exposiciones de partes de la teoría ya explicada por el profesor, o de algún enunciado cuya demostración hubiera quedado pendiente para: o bien, en casos sencillos, ser obtenida por los propios alumnos o bien ser consultada en alguno de los textos de la bibliografía. Se expondrán, además, los trabajos ante el profesor y el resto de compañeros, comentándolos luego en una tutoría personal entre estudiante y profesor.

Realización de exámenes

Exámenes de teoría y resolución de problemas.

**8. Previsión de distribución de las metodologías docentes**

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales		21		24	45
Prácticas	– En aula	21		36	57
	– En el laboratorio				
	– En aula de informática				
	– De campo				
	– De visualización (visu)				
Seminarios		6		15	21
Exposiciones y debates		5		15	20
Tutorías		3			3
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos					
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		4			4
TOTAL		60		90	150

**9. Recursos****Libros de consulta para el alumno**

- *Análisis de variable compleja*, por L. Ahlfors. Aguilar, 1971.



## Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso

- *Análisis real y complejo*, por W. Rudin. Alhambra, 1979.
- *Funciones de variable compleja*, apuntes del prof. J. Muñoz Díaz. Univ. Salamanca.
- *Functions of One Complex Variable*, por J. Conway. Springer. 1978.
- *Riemann Surfaces*, por L. Ahlfors y L. Sario. Princeton Univ. Press, 1960.
- *Teoría elemental de las funciones analíticas de una y varias variables complejas*, por H. Cartan. Selecciones Científicas, 1968.
- *Teoría de funciones I*, por J. Muñoz Díaz. Tecnos, 1978.
- *Teoría de las funciones analíticas I y II*, por A. Markhusevich. Mir, 1978.

## 10. Evaluación

## Consideraciones Generales

Se evaluará el nivel de conocimientos teóricos y prácticos adquirido. Se exigirá un mínimo en cada una de las actividades a evaluar y en cada bloque del temario, evitando así el desconocimiento absoluto de alguna parte de la materia y la no realización de las actividades.

## Criterios de evaluación

La evaluación final constará de una parte teórica que supondrá un 40% de la nota final, y de una parte práctica (resolución de problemas) a la que corresponderá el 60% restante. La evaluación del examen final será de hasta un 70 % de la calificación definitiva.

Los alumnos podrán superar *la parte teórica* de dos modos diferentes:

- (1) Mediante *exposiciones* por escrito de una parte, a elegir por el alumno, de cada uno de los temas explicados por el profesor (o de algún enunciado cuya demostración hubiera quedado pendiente para: o bien, en casos sencillos, ser obtenida por los propios alumnos o bien ser consultada en alguno de los textos de la bibliografía indicado) podrán conseguir un *máximo de 6 puntos* (sobre 10). La valoración máxima de cada exposición según la complejidad de lo expuesto será de 2 puntos. Los alumnos que obtengan una suma total de 5 puntos o más no tendrán que presentarse al examen final de teoría, salvo que quieran subir nota o conseguir una calificación mayor de 6 puntos.
- (2) Mediante *examen por escrito* consiguiendo 5 o más puntos sobre un máximo de 10, salvo que en la parte práctica del examen parcial (problemas) consigan una puntuación suficientemente alta para compensar una calificación más baja de la teoría, que nunca podrá ser inferior a 3 puntos.

*La parte práctica* solo podrá ser superada consiguiendo un mínimo de 5 puntos sobre 10 mediante la suma de la puntuación obtenida en el correspondiente examen y de hasta un máximo de 3 puntos correspondientes a posibles exposiciones en clase, salvo que en la parte teórica del examen se alcance una puntuación suficientemente alta para compensar una calificación más baja del examen escrito de problemas, que nunca podrá ser inferior a 2 puntos.

## Instrumentos de evaluación

- Exposiciones teóricas
- Exposición de problemas
- Exámenes escritos:
  - o de teoría (conocimiento de conceptos, enunciados y razonamientos expuestos en las clases magistrales)
  - o de problemas (resolución de enunciados análogos a los explicados en las clases prácticas y de cuestiones breves).

Recomendaciones para la evaluación
En la preparación de la parte teórica es importante comprender (los conceptos, razonamientos, etc.) y evitar la memorización automática.
En cuanto a la preparación de problemas, es necesario ejercitarse con los problemas que aparecen en las listas entregadas por el profesor y en la bibliografía.
Resolver las dudas mediante el manejo de la bibliografía y acudiendo al profesor.
Recomendaciones para la recuperación
Analizar los errores cometidos en las exposiciones por escrito y en los exámenes (acudiendo para ello a la revisión). Trabajar en su preparación con las mismas recomendaciones realizadas para la evaluación.

## TEORÍA DE LA PROBABILIDAD

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100.238	Plan	2008	ECTS	6
Carácter	Optativa	Curso	4º	Periodicidad	C1
Área	Estadística e Investigación Operativa				
Departamento	Estadística				
Plataforma Virtual	Plataforma:				
	URL de Acceso:				

## Datos del profesorado

Profesor	Javier Villarroel Rodríguez	Grupo/s	
Departamento	Estadística		
Área	Estadística e Investigación Operativa		
Centro	Facultad Ciencias		
Despacho	Edif. Ciencias, D1511		
Horario de tutorías	Lunes, martes, miércoles 4.30-6.30 h.		
URL Web			
E-mail	javier@usal.es	Teléfono	923294458

Profesor	M <sup>a</sup> Jesús Rivas López	Grupo/s	
Departamento	Estadística		
Área	Estadística e Investigación Operativa		
Centro	Facultad Ciencias		
Despacho	Edif. Ciencias, D1509		
Horario de tutorías	Lunes y Martes 12-14 h.		
URL Web			
E-mail	chusrl@usal.es	Teléfono	923294458

## 2. Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia
Ampliación de Estadística y Probabilidad.
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios
Familiarizar al alumno con las técnicas matemáticas (teoría de la medida) que subyacen en Probabilidad.
Culminación y rigorización de estudios previos.
Perfil profesional
Interés preferente en Finanzas, seguros y auditorías, dirección de encuestas, telecomunicaciones y teoría de la señal

## 3. Recomendaciones previas

Cálculo de probabilidades.  
Análisis Matemático.  
Conocimiento de lenguas (inglés) e informática aconsejables.

## 4. Objetivos de la asignatura

- Capacidad de análisis, razonamiento lógico y síntesis matemática. Capacidad operativa y de cálculo. Creatividad e iniciativa personal.
  - Capacidad de organización y estructuración.
  - Capacidad de planteamiento de problemas y codificación en términos de modelos matemáticos.
- Específicos*
- Conocimientos íntimos de las técnicas matemáticas y de teoría de la medida, subyacentes en planteamientos probabilísticos.
  - Construcción de variables aleatorias y funciones de distribución y sus tipos.

**5. Contenidos**

- (1) Sigma-álgebras de conjuntos. Espacios de medida. Definición axiomática de Kolmogorov de probabilidad. El Teorema de continuidad. Extensión de medidas. Medidas discretas y absolutamente continuas.
- (2) Funciones medibles y variables aleatorias. Propiedades y caracterización.
- (3) Construcción de la integral de Lebesgue en espacios de medida. Integración respecto de medidas discretas. Teorema de Radon-Nikodym y densidad de una medida. Equivalencia de medidas. El Teorema de la convergencia dominada y paso al límite en la integral. Aplicación: probabilidad neutral al riesgo y teorema fundamental de valoración de opciones.
- (4) Funciones de distribución y construcción de probabilidades. Clasificación de Funciones de distribución y variables aleatorias.
- (5) Transformación de densidades bajo difeomorfismos. Transformación Girsanov de densidades.

**6. Competencias a adquirir****Específicas**

Familiarizarse con las estructuras matemáticas subyacentes en los planteamientos probabilísticos.

**Transversales**

Capacidad de análisis, razonamiento lógico y síntesis.

Capacidad de organización y estructuración.

Creatividad.

Iniciativa personal.

**7. Metodologías**

Fundamentalmente clase magistral y metodología basada en problemas y estudios de casos.

Planteamiento de problemas para trabajar el alumno individualmente y en grupo.

**8. Previsión de distribución de las metodologías docentes**

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales		28		28	56
Prácticas	– En aula	14		32	46
	– En el laboratorio				
	– En aula de informática				
	– De campo				
	– De visualización (visu)				
Seminarios					
Exposiciones y debates		11			11
Tutorías		3			3

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales	Horas no presenciales		
Actividades de seguimiento online				
Preparación de trabajos			15	15
Otras actividades (detallar)				
Exámenes	4		15	19
TOTAL	60		90	150

## 9. Recursos

### Libros de consulta para el alumno

- *Teoría de la probabilidad y medida*, J. Villarroel, M.J. Rivas, R. Ardanuy, Ed. Hespérides

### Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso

- Ash, R. *Probability and Measure Theory*. Academic Press, 2000.

## 10. Evaluación

<b>Criterios de evaluación</b>
70% examen asignatura. 30% ejercicios y exposiciones en clase. Se valorará la iniciativa, interés y capacidad de exposición.
<b>Instrumentos de evaluación</b>
Exámenes escritos de teoría y problemas. Trabajos individuales y en equipo. Exposición de trabajos. Participación en clase.
<b>Recomendaciones para la evaluación</b>
Además del conocimiento académico clásico, se valorará: (1) la iniciativa y capacidad de innovación. (2) el trabajo continuado y esfuerzo desplegado. (3) participación e interés. La asistencia a clase es recomendable.
<b>Recomendaciones para la recuperación</b>
Las mismas que para la evaluación ordinaria.

**CÁLCULO CIENTÍFICO****1. Datos de la Asignatura**

Código	100.239	Plan	2008	ECTS	6
Carácter	Optativa	Curso	4	Periodicidad	C1
Área	Matemática Aplicada				
Departamento	Matemática Aplicada				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	<a href="http://moodle.usal.es">http://moodle.usal.es</a>			

**Datos del profesorado**

Profesor	Luis Ferragut Canals	Grupo/s	
Departamento	Matemática Aplicada		
Área	Matemática Aplicada		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Calle del parque, casa nº 2, despacho nº 5.		
Horario de tutorías	Martes, miércoles, jueves, 12h a 14h		
URL Web	<a href="http://web.usal.es/ferragut">http://web.usal.es/ferragut</a>		
E-mail	ferragut@usal.es	Teléfono	1522

**2. Sentido de la materia en el plan de estudios**

Bloque formativo al que pertenece la materia
Ampliación de Ecuaciones Diferenciales
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios
Aplicaciones a la resolución de problemas de Física e Ingeniería.
Perfil profesional
Aplicación de las Matemáticas en la Industria, Investigación en Matemática Aplicada

**3. Recomendaciones previas**

Ecuaciones Diferenciales, Análisis Numérico.

**4. Objetivos de la asignatura**

1. Conocer el marco funcional abstracto para la formulación de problemas de contorno asociados a Ecuaciones en Derivadas Parciales para modelizar problemas físicos y de la Ingeniería.
2. Aplicar el anterior marco abstracto a la modelización de problemas de física e ingeniería.
3. Aplicar el Método de Elementos Finitos a la resolución numérica de problemas anteriores.

**5. Contenidos**

1. Formulación débil de problemas elípticos.
2. El método de Elementos Finitos.
3. Extensión a problemas de evolución.
4. Resolución de problemas de física e ingeniería.

**6. Competencias a adquirir****Transversales**

CT-1-1 Construir modelos matemáticos de problemas de la física, ingeniería e industria.  
CT-1-2 Resolver numéricamente con las herramientas informáticas adecuadas interpretar los problemas e interpretar los resultados desde el punto de vista de la física e ingeniería.

**Específicas**

CE-2-1. Obtener la formulación débil de problemas de contorno y valor inicial asociados a E.D.P.  
CE-2-2. Determinar las propiedades de existencia y unicidad de solución de problemas de E.D.P. y sus propiedades de continuidad.  
CE-3-1 Formular y elegir la aproximación numérica adecuada en cada caso.  
CE-3-2. Resolver mediante la utilización de programas informáticos problemas propios de la física, ingeniería e industria.  
CE-4-1 Desarrollar pequeños programas informáticos o partes de un programa informático que implementan los métodos numéricos adecuados para la resolución de problemas específicos.

**7. Metodologías**

Clases magistrales, clases de ejercicios, trabajos dirigidos en el laboratorio de informática.  
Exposición de temas y trabajos al resto de los alumnos y en presencia del profesor.  
Trabajos tutelados.

**8. Previsión de distribución de las metodologías docentes**

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales		10		20	30
Prácticas	– En aula	8		16	24
	– En el laboratorio				
	– En aula de informática	8		16	24
	– De campo				
	– De visualización (visu)				
Seminarios					
Exposiciones y debates		8		16	24
Tutorías			10		10
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos		8	4	22	34
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		4			4
TOTAL		46	14	90	150

**9. Recursos**

## Libros de consulta para el alumno

- Johnson C. *Numerical solutions of partial differential equations by the Finite Element Method*. Ed. Cambridge University Press, 1990.

## Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso

- Raviart P.A., Thomas, J.M. *Introduction a l'analyse numérique des equations aux dérivées partielles*. Ed Masson, 1985.
- Ciarlet P.G. *The Finite Element Method for elliptic problems*. Ed. North Holland, 1980.

**10. Evaluación**

## Consideraciones Generales

1. Valoración de la exposición de temas: 10% de la nota final.
2. Evaluaciones periódicas: 30% de la nota final.
3. Trabajo práctico: 20% de la nota final.
4. Examen final: 40% de la nota final.



Criterios de evaluación
La resolución correcta de los ejercicios propuestos y preguntas realizadas en los exámenes. Se valorará el correcto desarrollo de las actividades, la precisión en el lenguaje matemático, el orden en la exposición de las ideas.
Instrumentos de evaluación
Se valorarán los exámenes, los ejercicios propuestos, la exposición de temas y el trabajo personal de programación en ordenador.
Recomendaciones para la evaluación
Seguimiento continuado de la asignatura.
Recomendaciones para la recuperación
Examinar las correcciones de los exámenes que se publicarán en la plataforma Studium.

## REPRESENTACIONES DE GRUPOS

### 1. Datos de la Asignatura

Código	100.240	Plan	2008	ECTS	6
Carácter	Optativa	Curso	4	Periodicidad	C1
Área	Álgebra				
Departamento	Matemáticas				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	<a href="http://moodle.usal.es">http://moodle.usal.es</a>			

### Datos del profesorado

Profesor	Carlos Sancho de Salas	Grupo/s	
Departamento	Matemáticas		
Área	Álgebra		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Ed. Merced, M3315		
Horario de tutorías	Lunes, martes y miércoles de 17 a 18.		
URL Web			
E-mail	mplu@usal.es	Teléfono	923294456

**2. Sentido de la materia en el plan de estudios**

Bloque formativo al que pertenece la materia
Módulo de Ampliación de Álgebra.
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios
Es una asignatura optativa fundamental para seguir en la línea de especialización de Matemáticas fundamentales e investigación en Álgebra y Geometría.
Perfil profesional
Académico.

**3. Recomendaciones previas**

Habercursado las asignaturas de Álgebra y Topología.

**4. Objetivos de la asignatura**

En esta asignatura se introduce al alumno en la teoría general de representaciones, hasta obtener el total conocimiento al menos de la de los grupos clásicos, así como la de los grupos finitos más relevantes, como son los abelianos y el de las permutaciones.

**5. Contenidos**

1. Noción de representación lineal. Representación regular.
2. Álgebra envolvente de un grupo.
3. Introducción a las álgebras finitas no conmutativas. Teorema de Wedderburn.
4. Caracteres de las representaciones. Ortogonalidad de los caracteres de las representaciones irreducibles.
5. Representaciones de los grupos finitos abelianos.
6. Vectores y caracteres dominantes.
7. Representaciones de los grupos clásicos. Aplicación al cómputo de las representaciones del grupo simétrico: diagramas de Young.

**6. Competencias a adquirir**

CB-1, CB-2, CB-3, CG-1, CE-1, CE-2, CE-3, CE-4, CE-5 y CE-6.
Específicas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer la noción de representación lineal.</li> <li>• Conocer explícitamente las representaciones irreducibles de los grupos clásicos así como las del grupo simétrico y de los grupos finitos abelianos.</li> </ul>
Transversales
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprender la relación entre la teoría general de grupos con la teoría de sus representaciones.</li> <li>• Experimentar la necesidad de la teoría de representaciones para un mejor entendimiento del resto de disciplinas científicas.</li> </ul>

**7. Metodologías**

Esta materia se desarrollará coordinadamente con las otras materias del módulo formativo. Se expondrá el contenido de la asignatura a través de las clases presenciales tanto magistrales como de problemas. A través del campo virtual también se indicará la parte teórica y problemas que se irán realizando así como la bibliografía seguida para que el alumno pueda seguir de modo activo las clases presenciales.

**8. Previsión de distribución de las metodologías docentes**

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales		26		30	56
Prácticas	– En aula	17		22	39
	– En el laboratorio				
	– En aula de informática				
	– De campo				
	– De visualización (visu)				
Seminarios		12		10	22
Exposiciones y debates					
Tutorías		2			2
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos				12	12
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		3		16	19
TOTAL		60		90	150

**9. Recursos****Libros de consulta para el alumno**

- William Fulton, Joe Harris. *Representation theory: A first course*, tomo 129 de Graduate Texts in Mathematics. Springer-Verlag, New York, 1991.
- Serre, J.P. *Linear Representations of Finite Groups*, Springer, New York, 1977.

**10. Evaluación****Consideraciones Generales**

La evaluación del alumno se hará de modo continuo junto con un examen final.

Criterios de evaluación
El examen final contará al menos un 50%.
Los trabajos, exposiciones y ejercicios en clase contarán como máximo un 50%.
Instrumentos de evaluación
Se propondrán periódicamente trabajos tanto de teoría como de problemas, que los alumnos entregarán por escrito.
Recomendaciones para la evaluación
Se recomienda la asistencia a las clases y la participación activa en las actividades programadas.
Recomendaciones para la recuperación
Cada entrega tendrá una recuperación, así como el examen final.

## GEOMETRÍA ALGEBRAICA

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100.241	Plan	2008	ECTS	6
Carácter	Optativo	Curso	4	Periodicidad	C1
Área	Álgebra				
Departamento	Matemáticas				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	<a href="https://moodle.usal.es">https://moodle.usal.es</a>			

## Datos del profesorado

Profesor	José M <sup>a</sup> Muñoz Porras	Grupo / s	
Departamento	Matemáticas		
Área	Álgebra		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Ed Merced, M1321		
Horario de tutorías	Lunes a Jueves de 10 a 13		
URL Web			
E-mail	jmp@usal.es	Teléfono	923294500- Ext.1553

**2. Sentido de la materia en el plan de estudios****Bloque formativo al que pertenece la materia**

Esta asignatura pertenece al módulo "Ampliación de Álgebra" conjuntamente con las siguientes: Álgebra Conmutativa y Computacional, Ampliación de Álgebra Conmutativa, Ecuaciones Algebraicas y Teoría de Galois, y Representaciones de Grupos.

**Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios**

Esta asignatura se encuentra en un bloque encuadrado en los cursos tercero y cuarto y en el que todas sus asignaturas son de carácter optativo. Es un bloque diseñado para la especialización en el perfil académico (primordialmente) y técnico (secundariamente). Todo él se encuentra dentro del ámbito del Álgebra. La asignatura aborda el estudio de la Geometría Algebraica.

**Perfil profesional**

Como el resto de materias del módulo, está recomendada únicamente en el itinerario académico, esto es, para personas interesadas en prepararse para un perfil profesional de docencia e investigación en Matemáticas tanto universitaria como no universitaria.

**3. Recomendaciones previas**

Se recomienda haber superado las asignaturas: Álgebra Conmutativa y Computacional, Ampliación de Álgebra Conmutativa.

**4. Objetivos de la asignatura**

Introducir a los alumnos en los métodos de la Geometría Algebraica moderna a través de la Geometría de la Curva.

**5. Contenidos**

- Introducción a las variedades algebraicas. Espacios proyectivos. Haces coherentes sobre variedades algebraicas. Haces de línea.
- Curvas algebraicas completas. Variedades de Riemann asociadas a cuerpos de funciones. Curvas no singulares.
- Divisores sobre curvas algebraicas. Haz de línea asociado a un divisor. Series lineales. Cohomología de haces coherentes sobre curvas algebraicas.
- Teorema de Riemann Roch sobre curva algebraica. Haz canónico sobre una curva algebraica. Teorema de Riemann-Roch fuerte. Inmersiones proyectivas de las curvas algebraicas.

**6. Competencias a adquirir****Básicas/Generales**

Junto con las demás materias de este módulo, los estudiantes adquirirán las competencias generales CB-1, CB-2, CB-3, CG-1 del Título.

Específicas
1. Saber reconocer los haces coherentes sobre variedades proyectivas y operar con ellos. 2. Saber construir el modelo no singular de una curva completa. 3. Ser capaz de reconocer cuándo dos divisores son linealmente equivalentes. 4. Operar con la cohomología y con las series lineales asociadas. 5. Saber calcular las dimensiones de los grupos de cohomología de haces de línea sobre curvas.
Transversales
CE-1, CE-2, CE-3, CE-4, CE-5 y CE-6 del Título.

## 7. Metodologías docentes

Esta materia se desarrollará coordinadamente con las otras materias del módulo formativo. Se expondrá el contenido teórico de los temas a través de clases presenciales que darán paso a clases prácticas de resolución de problemas, en las que se aplicarán las definiciones, propiedades y teoremas expuestos en las clases teóricas.

Partiendo de esas clases teóricas y prácticas los profesores propondrán a los estudiantes la realización de trabajos personales sobre teoría y problemas, para cuya realización tendrán el apoyo del profesor.

Para alcanzar las competencias previstas, los estudiantes tendrán que desarrollar por su parte un trabajo personal de estudio y asimilación de la teoría, resolución de problemas y preparación de los trabajos. Estos trabajos podrán ser presenciales o no, y dichos trabajos podrán ser comentados en tutorías y/o expuestos en público.

## 8. Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales		25		40	65
Prácticas	– En aula	12		30	42
	– En el laboratorio				
	– En aula de informática				
	– De campo				
	– De visualización (visu)				
Seminarios		10			10
Exposiciones y debates		3			3
Tutorías		1			1
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos			5	10	15
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		4		10	14
TOTAL		55	5	90	150

**9. Recursos****Libros de consulta para el alumno**

Tengamos en cuenta que se trata de una asignatura de un curso avanzado, en el que el estudiante ha de adquirir y demostrar una madurez a la hora de enfrentarse a ella. Por ello, se espera de él que, de modo autónomo, sepa manejar diversas fuentes para complementar las clases presenciales.

En cuanto a la bibliografía, cabe citar los siguientes:

- Hartshorne, Robin; *Algebraic Geometry* (Graduate Texts in Mathematics) Springer, New York 1977, ISBN-13: 978-0387902449
- Fulton, William; *Algebraic Curves: An Introduction to Algebraic Geometry*, W.A. Benjamin, New York 1981.

**Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso**

Otra bibliografía complementaria:

- Itaka, S. (1982): *Algebraic Geometry*, Grad. Texts in Math., 76, Springer.
- Harris, J. (1992): *Algebraic Geometry*, Grad. Texts in Math., 133, Springer.
- Miranda, R. (1995): *Algebraic Curves and Riemann Surfaces*. Grad. Studies in Math., 5, Ed. AMS.

Se utilizarán los siguientes recursos:

- Biblioteca "Abraham Zacut" de la Universidad de Salamanca. A través de la página <http://sabus.usal.es/> podrán consultar el catálogo sobre los fondos bibliográficos de la Universidad de Salamanca.
- Se usará el Campus Virtual de la USAL: <http://studium.usal.es/> para facilitar a los alumnos material didáctico, proponer trabajos, intercambiar documentación y como medio de comunicación.
- En la página web de la Facultad de Ciencias <http://www.usal.es/~ciencias/> existe información sobre la Guía Académica, Programas de Intercambio, Espacio Europeo en Educación Superior y servicios de la Facultad.

**10. Evaluación****Consideraciones Generales**

La evaluación de la adquisición de las competencias de la materia se basará en el trabajo continuado del estudiante, controlado periódicamente con diversos instrumentos de evaluación, conjuntamente con un examen final.

**Criterios de evaluación**

Los criterios de evaluación serán las siguientes con el peso en la calificación definitiva que se indica a continuación:

Actividades	Peso
Actividades de evaluación continua	40%
Examen de la parte teórica	60%

<b>Instrumentos de evaluación</b>
<p>Los instrumentos de evaluación para las actividades de evaluación continua serán:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Actividades no presenciales de evaluación continua: el estudiante tendrá que presentar por escrito diversos trabajos propuestos por el profesor.</li> <li>• Actividades presenciales de evaluación continua: el estudiante tendrá que contestar una serie de preguntas cortas así como resolver pequeños problemas.</li> </ul> <p>Estas actividades podrán ser de carácter teórico y práctico y, en su programación y realización, se procurará no interferir con el normal desarrollo de las restantes asignaturas. El profesor podrá llamar a tutoría al estudiante así como solicitarle que exponga su trabajo en público. La calificación definitiva de estos trabajos tendrá en consideración la correspondiente tutoría o exposición. Para completar la evaluación se realizará un examen final, en la fecha prevista por la Facultad de Ciencias, con una duración aproximada de 4 horas. Constará de una parte teórica y de una parte práctica.</p>
<b>Recomendaciones para la evaluación</b>
<p>Para la adquisición de las competencias previstas en esta materia se recomienda la asistencia y participación activa en todas las actividades programadas.</p> <p>Las actividades de evaluación continua deben ser entendidas en gran medida como una autoevaluación del estudiante que le proporciona retroalimentación sobre su rendimiento para conseguir una progresión óptima a lo largo de todo el desarrollo de la asignatura. Por tanto, se recomienda hacer un uso responsable de estas actividades, especialmente de las no presenciales, así como complementarlo con la utilización de las tutorías</p>
<b>Recomendaciones para la recuperación</b>
<p>Se realizará un examen de recuperación en la fecha prevista en la planificación docente.</p> <p>Además, para la recuperación de las partes de evaluación continua que el profesor estime recuperables, se establecerá un proceso personalizado a cada estudiante.</p>

## TOPOLOGÍA ALGEBRAICA

### 1. Datos de la Asignatura

Código	100.242	Plan	2008	ECTS	6
Carácter	Optativa	Curso	4	Periodicidad	C1
Área	Álgebra				
Departamento	Matemáticas				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	<a href="http://moodle.usal.es/">http://moodle.usal.es/</a>			



**Datos del profesorado**

Profesor	María Teresa Sancho de Salas	Grupo / s	
Departamento	Matemáticas		
Área	Álgebra		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Ed. Merced, M2331		
Horario de tutorías	De 1 a 1:45 h. los lunes, miércoles, jueves y viernes.		
URL Web			
E-mail	sancho@usal.es	Teléfono	923294456

**2. Sentido de la materia en el plan de estudios**

Bloque formativo al que pertenece la materia
Módulo de Ampliación de Geometría.
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios
Es una asignatura optativa que se podría considerar fundamental para seguir en la línea de especialización de Matemáticas fundamentales e investigación en Álgebra y Geometría.
Perfil profesional
Académico.

**3. Recomendaciones previas**

Haber cursado la asignatura de Geometría Diferencial II.

**4. Objetivos de la asignatura**

El objetivo de esta materia es introducir las técnicas de homología y cohomología y sus aplicaciones a la geometría, proporcionando métodos algebraicos para el estudio de las variedades topológicas y diferenciables.

**5. Contenidos**

1. Introducción a la homología y cohomología.
2. Cohomología de De Rham.
3. Dualidad de Poincaré.
4. Teorema de Lefschetz.
5. Introducción a las clases características.

**6. Competencias a adquirir**

CB-1, CB-2, CB-5, CG-1, CG-2, CG-3, CG-4, CG-5, CE-1, CE-2, CE-6, CE-7.

**Específicas**

- Conocer la cohomología de De Rham como ejemplo de cohomología y saber sus propiedades elementales.
- Manejar la dualidad de Poincaré en ejemplos concretos.
- Utilizar el teorema de Lefschetz en ejemplos concretos.
- Conocer las clases características y sus propiedades en ejemplos básicos.

**Transversales**

- Comprender la relación entre problemas algebraicos y geométrico-topológicos.
- Experimentar la conexión entre el Álgebra y la Topología y Geometría.

**7. Metodologías**

Esta materia se desarrollará coordinadamente con las otras materias del módulo formativo. Se expondrá el contenido de la asignatura a través de las clases presenciales tanto magistrales como de problemas. A través del campo virtual también se indicará la parte teórica y problemas que se irán realizando así como la bibliografía seguida para que el alumno pueda seguir de modo activo las clases presenciales.

**8. Previsión de distribución de las metodologías docentes**

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales		26		30	56
Prácticas	– En aula	17		22	39
	– En el laboratorio				
	– En aula de informática				
	– De campo				
	– De visualización (visu)				
Seminarios		12		10	22
Exposiciones y debates					
Tutorías		2			2
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos				12	12
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		3		16	19
TOTAL		60		90	150

**9. Recursos**

## Libros de consulta para el alumno

- Godement, R.: *Topologie Algebraique et theorie des faisceaux*. Hermann.
- Spanier, E.H.: *Algebraic Topology*. McGraw-Hill, Book Company.

## Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso

- Bredon, G.E.: *Sheaf theory*. McGraw-Hill, Book Company.
- Karoubi, M.; Lerus, C.: *Algebraic Topology via Differential Geometry*. Cambridge Univ. Press.
- Milnor, J.W.; Stasheff (1974): *Characteristic Classes*. Annals of Math. Studies.
- Greub, W.; Halperin, S.; Vanstone, R. (1973): *Connections, Curvature and Cohology, I y II*. Academic Press.

**10. Evaluación**

## Consideraciones Generales

La evaluación del alumno se hará de modo continuo junto con un examen final.

## Criterios de evaluación

El examen final contará un máximo de un 50%.

Los trabajos, exposiciones y ejercicios en clase contarán al menos un 50%.

## Instrumentos de evaluación

Se propondrán periódicamente trabajos tanto de teoría como de problemas, que los alumnos entregarán por escrito.

## Recomendaciones para la evaluación

Se recomienda la asistencia a las clases y la participación activa en las actividades programadas.

## Recomendaciones para la recuperación

Cada entrega tendrá una recuperación, así como el examen final.

**MÉTODOS GEOMÉTRICOS EN FÍSICA****1. Datos de la Asignatura**

Código	100.243	Plan	2008	ECTS	6
Carácter	Optativo	Curso	4º	Periodicidad	C1
Área	Geometría y Topología				
Departamento	Matemáticas				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	<a href="http://moodle.usal.es">http://moodle.usal.es</a>			

**Datos del profesorado**

Profesor	Antonio López Almorox	Grupo / s	todos
Departamento	Matemáticas		
Área	Geometría y Topología		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Ed. Merced, M3317		
Horario de tutorías	Lunes y martes de 16:00 a 17:00 horas, miércoles, jueves y viernes de 13:00 a 14:00 horas		
URL Web			
E-mail	alm@usal.es	Teléfono	923294459

**2. Sentido de la materia en el plan de estudios****Bloque formativo al que pertenece la materia**

Esta asignatura pertenece al módulo formativo "Ampliación de Geometría" el cual incluye además las asignaturas "Geometría Proyectiva", "Geometría Diferencial II" y "Topología Algebraica".

**Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios**

Su carácter es optativo y su docencia está programada en el primer semestre del 4º curso una vez que el estudiante haya cursado, en particular, las materias básicas del módulo "Física" y las del módulo "Topología y Geometría Diferencial" así como algunas de las materias (básicas y optativas) de los módulos "Cálculo Diferencial e Integral y Funciones de variable Compleja" y "Ecuaciones Diferenciales y Resolución Numérica". Es altamente recomendable que se haya cursado la materia Geometría Diferencial II del mismo módulo impartida en el curso anterior. La asignatura se desarrollará coordinadamente con las otras materias del curso. El contenido de la materia no solo sirve de ampliación de las asignaturas Geometría Diferencial I y Geometría Diferencial II sino que principalmente conecta con la formulación matemática subyacente en la Mecánica y Teoría de Campos de la Física. Por su posterior aplicación en casos prácticos reales de interés, esta materia es importante para complementar la formación de los estudiantes del grado.

**Perfil profesional**

Es una materia optativa que tiene interés en los perfiles profesionales vinculados a la Titulación de este Grado en Matemáticas: Académico, Técnico y Social.

**3. Recomendaciones previas**

Haber cursado las siguientes asignaturas del Grado: Álgebra Lineal I, Álgebra Lineal II, Análisis Matemático I, Análisis Matemático II, Análisis Matemático III, Física I, Física II, Álgebra, Topología, Ecuaciones Diferenciales, Geometría Diferencial I y Geometría

#### 4. Objetivos de la asignatura

Objetivo General:

Comprender los aspectos geométricos (riemannianos, variacionales y simplécticos) fundamentales subyacentes a la Mecánica Lagrangiana y Hamiltoniana, o a casos concretos (sencillos) de las denominadas Teorías de Campos Físicos como es el campo electromagnético o el campo gravitatorio. Dar una visión introductoria a otros métodos de Geometría Diferencial, no tratados en los cursos anteriores, a través de sus aplicaciones en Física.

Objetivo específico:

Dar una introducción a las técnicas de Geometría Diferencial Simpléctica habituales en los desarrollos modernos de la formulación Hamiltoniana de la Mecánica. Basándose en sus conocimientos de variedades diferenciables y Geometría Riemanniana adquiridos en cursos anteriores, el estudiante deberá comprender y utilizar los conceptos geométricos y otros aspectos matemáticos básicos que aparecen en las diferentes formulaciones de la Mecánica Clásica o de otros modelos de la Física. Mediante un breve desarrollo teórico y de adecuados y suficientes ejemplos elementales y prácticos, el estudiante deberá saber manejar tanto el lenguaje como las técnicas propias (locales y globales) de estas teorías. Ello también le permitirá apreciar cómo los conocimientos y técnicas de Geometría que ha adquirido, le permiten saber abordar, plantear y resolver distintos problemas de estos modelos. El énfasis de estas aplicaciones físicas permitirá desarrollar y ampliar la formación del estudiante en Geometría Diferencial.

#### 5. Contenidos

*TEMA I: Estructura geométrica de los sistemas dinámicos newtonianos.*

- Fundamentos matemáticos de la Mecánica Newtoniana: Estructura y conexión euclídea. Formulación covariante de la ley de Newton y del Principio de D'Alambert. Energía y sistemas conservativos. Expresión geométrica de los trabajos virtuales. Sistemas con ligaduras holónomas, subvariedades riemannianas y fórmula de Gauss. Ejemplos: partícula libre, sistemas de partículas, fuerzas conservativas y movimiento de partículas sobre subvariedades. Planteamiento de los problemas de sistemas con ligaduras no holónomas. Formulación geométrica de los sistemas newtonianos dependientes del tiempo.

*TEMA II: Aspectos geométricos de la formulación Lagrangiana de la Mecánica.*

- Estructura geométrica del fibrado tangente. El subfibrado vertical y el levantamiento vertical. Levantamientos canónicos al fibrado tangente. Ecuaciones diferenciales de segundo orden. El fibrado cotangente. Forma de Liouville y estructura simpléctica canónica del fibrado cotangente. Levantamientos canónicos al fibrado cotangente.
- Formalismo lagrangiano de los sistemas mecánicos. Estructuras geométricas inducidas por la dinámica. Formulación variacional de la Mecánica. Ecuaciones de Euler-Lagrange y forma de Cartan. Nociones geométricas sobre los invariantes Noether. Ejemplos.

*TEMA III: Aspectos simplécticos de la formulación Hamiltoniana de la Mecánica.*

- Estructuras lineales simplécticas. Variedades simplécticas. Ejemplos: el fibrado cotangente. Campos hamiltonianos y localmente hamiltonianos. Paréntesis de Poisson. Transformaciones canónicas y symplectomorfismos. Sistemas dinámicos hamiltonianos. Ecuaciones de Hamilton. Relación con la formulación Lagrangiana.
- Introducción a las simetrías en Mecánica Hamiltoniana. Constantes de movimiento y leyes de conservación. Introducción a la aplicación momentos y significado geométrico de la reducción simpléctica.

*TEMA IV: Introducción al cálculo de variaciones y su aplicación en Física.*

- Nociones elementales del cálculo de variaciones en variedades fibradas. Estudios de algunos ejemplos geométricos clásicos. Aplicación a la formulación lagrangiana de la teoría de campos sobre variedades (pseudo)-riemannianas. Aspectos geométricos del campo electromagnético y del campo gravitatorio.
- Introducción al cálculo variacional discreto e integradores geométricos en Mecánica.

**6. Competencias a adquirir****Básicas/Generales**

Todas la competencias básicas del grado: CB1, CB2, CB3, CB4 y CB5.

**Específicas**

- Comprender que la Geometría Diferencial es una buena aproximación a algunos de los problemas de la realidad, que la hacen una herramienta útil en diversas aplicaciones de las Matemáticas.
- Aplicar los métodos de la Geometría Diferencial para formular matemáticamente a la mecánica, el electromagnetismo y la gravitación.

**Transversales**

Con las materias de este módulo, los estudiantes adquirirán las competencias CE-1, CE-2, CE-3, CE-4, CE-5 y CE-6 del Título.

- Capacidad de análisis y síntesis.
- Capacidad de modelización de problemas reales.
- Resolución de problemas.
- Razonamiento crítico.
- Habilidades en las relaciones interpersonales.
- Aprendizaje autónomo.
- Motivación por la calidad.
- Capacidad de organización y planificación
- Trabajo en equipo.
- Adaptación a nuevas situaciones.

**7. Metodologías docentes**

Se expondrá un breve contenido teórico de los temas a través de clases presenciales, utilizando los libros de texto de referencia y el uso de medios informáticos, que servirán para fijar los conocimientos necesarios para desarrollar las competencias previstas.

Las clases presenciales de problemas permitirán a los estudiantes profundizar en los conceptos desarrollados. Por ello un buen aprendizaje de las técnicas en las clases prácticas presenciales establecidas será un objetivo esencial de la asignatura. Para alcanzar tal fin, los estudiantes dispondrán, vía la plataforma Moodle-Studium o en fotocopias, de aquel material docente que se estime oportuno y en particular de los correspondientes enunciados de problemas con objeto de poder trabajar en ellos con antelación.

Con objeto de conseguir una mayor comprensión de los conceptos y destreza en las técnicas expuestas, se propondrán diferentes problemas y/o cuestiones teóricas a los estudiantes para cuya realización contarán con el apoyo del profesor en seminarios tutelados. Estos seminarios se tratarán de clases prácticas muy participativas en las que se fomentará la discusión y donde los estudiantes podrán compartir con sus compañeros las dudas que encuentren, estudiar diferentes alternativas para obtener solución a las mismas, compararlas y comenzar a desempeñar por sí mismos las competencias de la asignatura. Durante el desarrollo de estos seminarios, el profesor responderá a las dudas que surjan y propondrán, para su consideración y debate entre los estudiantes, las diferentes propuestas que hayan aparecido en la resolución de los ejercicios propuestos. Se entregará con suficiente antelación todo el material necesario (enunciados de problemas, cuestiones teóricas, etc.) que será debatido en dichos seminarios, con objeto que los estudiantes lo hayan analizado previamente.

Cada estudiante deberá también resolver y entregar, en el plazo indicado, varias hojas de ejercicios prácticos y/o cuestiones relativas a los temas de estudio. Dicho trabajo será de carácter individual y será evaluable según las directrices que se indican más abajo. Previo a su entrega, cada estudiante tendrá la posibilidad de consultar y discutir sus observaciones sobre cómo enfocar la resolución de estos ejercicios con el profesor de prácticas en los horarios de tutoría. Se fomentará siempre el rigor científico durante el desarrollo del trabajo. Algunos de estos trabajos podrán ser expuestos por los estudiantes en clase ante sus compañeros.

Los estudiantes tendrán que desarrollar por su parte un trabajo personal de estudio y asimilación de la teoría y práctica de la asignatura con la resolución de otros problemas y con la preparación de sus trabajos, para alcanzar con éxito las competencias previstas.

Se establecerán grupos de trabajo, formados por varios estudiantes, para desarrollar también un tema teórico-práctico fomentando con ello la colaboración en equipo. Antes de su exposición y defensa del trabajo realizado, cada grupo deberá presentar al profesor un breve informe donde se comente el enfoque tomado en equipo para la elaboración del mismo (reparto de tareas, debates, etc.) así como los resultados más importantes, la bibliografía y referencias empleadas. Se valorará el trabajo desarrollado en equipo así como el rigor y la claridad en la exposición y defensa final del trabajo.

Al finalizar cada parte del programa, se establecerán pruebas de evaluación y/o controles de seguimiento con las que tanto el profesorado como los propios estudiantes podrán valorar la adquisición de las competencias parciales alcanzadas.

#### 8. Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo	HORAS TOTALES
		Horas	Horas no		
Sesiones magistrales		26		28	54
Prácticas	– En aula	13		26	39
	– En el laboratorio				
	– En aula de				
	– De campo				
	– De visualización				
Seminarios		10		5	15
Exposiciones y debates		1		2	3
Tutorías		2			2

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo	HORAS TOTALES
	Horas	Horas no		
Actividades de seguimiento online				
Preparación de trabajos			12	12
Otras actividades: Controles y pruebas	4		5	9
Exámenes	4		12	16
TOTAL	60		90	150

## 9. Recursos

### Libros de consulta para el alumno

#### Manuales para teoría:

- R. Abraham y J.E. Marsden: *Foundations of Mechanics*. The Benjamin/Cummings Publishing Company. 2ª Edición. 1978.
- V. I. Arnold: *Mathematical Methods of Classical Mechanics*. Graduate Texts in Mathematics 60, Springer-Verlag, 1987.
- V. Guillemin y S. Sternberg: *Symplectic Techniques in Physics*. Cambridge University Press. 1986.
- J.E. Marsden y T.S. Ratiu: *Introduction to Mechanics and Symmetry*.

#### Springer. 1996. Manuales para problemas:

- R.H. Cushman y L.M. Bates: *Global Aspects of Classical Integrable Systems*. Birkhäuser. 1997.

## 10. Evaluación

### Consideraciones Generales

La evaluación de la adquisición de las competencias de la materia se basará fundamentalmente en el trabajo continuado del estudiante, controlado periódicamente mediante los diferentes controles de seguimiento, los trabajos propuestos o la participación activa en las clases y seminarios del curso, así como con un examen final.

### Criterios de evaluación

#### Pruebas de evaluación continua y controles de seguimiento (30 %):

- Se establecerá un calendario de pruebas de evaluación y/o controles de seguimiento escritos al finalizar grupo temático con las que se valorará la adquisición de competencias parciales alcanzadas por el estudiante. Estas pruebas de evaluación continua constituirán el 30 % de la calificación final de la asignatura.
- Se exigirá obtener un mínimo del 20 % de esta parte evaluación para poder aprobar la asignatura en la convocatoria ordinaria.

#### Trabajos individuales (hojas de problemas y cuestiones teóricas, 20 %):

- Se valorará la correcta elaboración de los trabajos realizados (hojas de problemas), su rigor científico y claridad, así como su correcta exposición en clase. También se valorarán otras actividades de evaluación continua de carácter no presencial que se propongan (como completar demostraciones). La valoración de este tipo de trabajo individual será del 20 % en la calificación final de la asignatura.

#### Seminarios tutelados (5 %):

- Se valorará la participación activa en los Seminarios tutelados. La evaluación de estos Seminarios tutelados constituirá el 5 % de la calificación final de la asignatura.



*Desarrollo y exposición de un trabajo en equipo (5 %):*

- Antes de su exposición y defensa del trabajo realizado, cada grupo deberá presentar al profesor un breve informe donde se comente el enfoque tomado en equipo para la elaboración del mismo (reparto de tareas, debates, etc.) así como los resultados más importantes, la bibliografía y referencias empleadas. Se valorará el trabajo desarrollado en equipo así como el rigor y la claridad en la exposición y defensa final del trabajo. La valoración de este tipo de trabajo y su exposición será del 5 % en la calificación final de la asignatura.

*Examen final (40 %):*

- Se hará una evaluación global escrita final de la asignatura donde se valorará y comprobará la adquisición de las competencias de carácter teórico y práctico.
- El examen final constará de una parte teórica y otra de problemas cuyos pesos respectivos en el examen serán del 50% y 50 %.

Este examen contará un 40% de la calificación final de la asignatura y se exigirá un mínimo del 30% de la nota, tanto en la parte teórica como en la práctica, para aprobar.

**Instrumentos de evaluación**

Los instrumentos de evaluación se llevarán a cabo a través de diferentes actividades.

Actividades no presenciales de evaluación continua:

- A lo largo del curso se propondrán unas hojas de prácticas con varios ejercicios y/o cuestiones teóricas que deberá ser entregada a los profesores. El estudiante dispondrá de 10 días para su resolución y podrá resolver sus dudas consultando al profesor en horario de tutorías. El profesor podrá llamar al estudiante para cualquier aclaración sobre el trabajo realizado antes de la evaluación final del mismo.
- Se irán proponiendo a los estudiantes ciertas actividades de carácter teórico para ser debatidas en los seminarios posteriormente. Estas actividades serán tuteladas por el profesor y podrán ser comentadas en tutorías con los estudiantes que lo deseen para que así puedan conocer su evolución en la adquisición de competencias.

Actividades presenciales de evaluación continua:

- En el horario lectivo de la materia y al acabar cada grupo temático se realizarán controles de seguimiento escritos evaluables con problemas prácticos (similares a los trabajados por el estudiante en los seminarios tutelados y hojas de prácticas) y algunas cuestiones teóricas breves sobre los temas en cuestión.
- Se realizará una breve exposición oral del trabajo realizado en grupo. Esta exposición servirá también para valorar la adquisición de competencias del estudiante. Se valorará la claridad y concreción de la exposición, el rigor científico, la aclaración por parte del estudiante de cualquier pregunta del profesor o de sus compañeros, etc.

Examen final escrito que se realizará en la fecha establecida en la programación docente y cuya duración aproximada será de 4 horas.

**Recomendaciones para la evaluación**

Para la adquisición de las competencias previstas en esta materia se recomienda la asistencia y participación activa en todas las actividades programadas, especialmente la revisión de los trabajos con los profesores en las tutorías.

En cierto sentido, las actividades de evaluación continua de carácter no presencial deben ser entendidas como una auto-evaluación de cada estudiante permitiéndole analizar su propia evolución en el aprendizaje y la adquisición de competencias.

**Recomendaciones para la recuperación**

Los estudiantes que no superen la evaluación continua anterior o alguno de los requisitos mínimos establecidos en los controles de seguimiento y/o en el examen final deberán realizar un examen de recuperación de la parte teórica y/o práctica no superada en la fecha establecida en la programación docente. Este examen de recuperación será de características similares a las del examen final.

Con carácter general, la calificación en esta fase de recuperación se obtendrá mediante las calificaciones del examen de recuperación y las de la evaluación continua desarrollada que hayan sido superadas, utilizando la misma ponderación que en la calificación ordinaria. Sin embargo, detectadas las carencias de aprendizaje, esta ponderación podrá variar aumentando la ponderación del examen de recuperación en detrimento de la evaluación continua.

**TEORÍA DE JUEGOS E INVESTIGACIÓN OPERATIVA****1. Datos de la Asignatura**

Código	100.245	Plan	2008	ECTS	6
Carácter	Optativa	Curso	4º	Periodicidad	C1
Área	Estadística e Investigación Operativa				
Departamento	Estadística				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Stadium			
	URL de Acceso:	<a href="http://moodle.usal.es">http://moodle.usal.es</a>			

**Datos del profesorado**

Profesor	Mª Teresa Santos Martín	Grupo/s	
Departamento	Estadística		
Área	Estadística e Investigación Operativa		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Ed. Ciencias, D1104		
Horario de tutorías	Lunes de 12:00 a 14:00, martes y miércoles de 10:00 a 11:00. Jueves de 12:00 a 13:00		
URL Web			
E-mail	maysam@usal.es	Teléfono	923294458

**2. Sentido de la materia en el plan de estudios**

Bloque formativo al que pertenece la materia
Esta asignatura pertenece al módulo: "Ampliación de Estadística y Probabilidad" junto con las asignaturas: Estadística Matemática (tercer curso, primer semestre) y Teoría de la Probabilidad (cuarto curso, primer semestre)
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios
Asignatura optativa fundamental para completar los conocimientos estadísticos con aplicaciones en mercados, toma de decisiones, sistemas de espera en cola y técnicas de optimización para la resolución de modelos mediante grafos.
Perfil profesional
Cualquier perfil profesional vinculado a la Titulación de Grado en Matemáticas.

**3. Recomendaciones previas**

La asignatura se encuentra en 4º curso, por lo que se supone que los estudiantes tienen conocimientos de Estadística, Cálculo de Probabilidades, Análisis Matemático y Álgebra Lineal.

#### 4. Objetivos de la asignatura

*Objetivos generales:*

- Conseguir que los estudiantes puedan identificar, modelizar y sintetizar los problemas de Grafos, Juegos, Teoría de la Decisión y Colas. Que sepan interpretar las soluciones proporcionadas por los modelos, que puedan comunicarlos de forma inteligible para que sean aceptadas e implementadas por los responsables de la toma de decisiones. Así como conocer y utilizar diferentes herramientas informáticas de uso común en el ámbito de la Investigación Operativa.

*Objetivos Específicos:*

- Proponer, analizar, validar e interpretar modelos de situaciones reales utilizando las técnicas de Investigación Operativa más adecuadas a los fines que se persigan.
- Identificar, diferenciar y modelizar problemas reales mediante la toma de decisiones, teoría de juegos y colas.
- Resolver los problemas planteados según la técnica más adecuada, usando cuando sea necesario el programa informático correspondiente.
- Investigar los resultados, analizando si la solución es la óptima en cada caso.

#### 5. Contenidos

Tema 1. Grafos orientados. Algoritmos de búsqueda de caminos óptimos. Teoría de Flujos

Tema 2. Teoría de la Decisión. Utilidad. Decisión en ambiente de certeza y riesgo. Toma de decisiones en ambiente de incertidumbre.

Tema 3. Teoría de Juegos. Juegos con información completa. Juegos cooperativos. Mercados y Juegos Bi-criterio.

Tema 4. Teoría de Colas. Cola Determinística. Cola Estocástica. Medidas de rendimiento en Procesos de Poisson

#### 6. Competencias a adquirir

**Específicas**

- Adquirir la capacidad de comunicación con equipos multidisciplinares en los que el uso de la Investigación Operativa juega un papel relevante a la hora de tomar decisiones.
- 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.
- Adquirir la capacidad de adaptación a nuevas situaciones que puedan requerir la mejora o modificación de las técnicas usadas.

**Transversales****COMPETENCIAS INSTRUMENTALES:**

- Capacidad de análisis y síntesis.
- Capacidad de organización y planificación.
- Capacidad de gestión de la información.
- Resolución de problemas.
- Toma de decisiones.

## COMPETENCIAS INTERPERSONALES:

- Trabajo en equipo.
- Razonamiento crítico.
- Compromiso ético.
- Habilidades en las relaciones interpersonales.

## COMPETENCIAS SISTÉMICAS:

- Aprendizaje autónomo.
- Motivación por la calidad.

**7. Metodologías**

Se expondrá el contenido teórico de los temas a través de clases presenciales, siguiendo el material que se les proporcionará, que servirán para fijar los contenidos y dar paso a clases prácticas de resolución de problemas y de ordenador usando los programas informáticos adecuados en cada caso. Utilizando la plataforma virtual Studium para apoyar los contenidos teóricos desarrollados y comprobar los conocimientos adquiridos. A partir de las clases teóricas y prácticas se propondrá a los estudiantes la realización de trabajos personales sobre teoría, problemas y prácticas de ordenador, para cuya realización tendrán el apoyo del profesor en seminarios tutelados. En esos seminarios los estudiantes podrán compartir con sus compañeros y con el profesor las dudas que encuentren, obtener solución a las mismas y comenzar a desempeñar por sí mismos las competencias de la materia.

Además, los estudiantes tendrán que desarrollar por su parte un trabajo personal de estudio y asimilación de la teoría, resolución de problemas, prácticas y preparación de trabajos propuestos, para alcanzar los objetivos previstos. De ello tendrán que responder, exponiendo sus trabajos ante el profesor y el resto de compañeros y comentándolos luego en una tutoría personal entre estudiante y profesor, así como realizando exámenes de teoría y resolución de problemas y prácticas.

**8. Previsión de distribución de las metodologías docentes**

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales		15			15
Prácticas	– En aula	20			20
	– En el laboratorio				
	– En aula de informática	4			4
	– De campo				
	– De visualización (visu)				
Seminarios		10		10	20
Exposiciones y debates		3		5	8
Tutorías		5			5
Actividades de seguimiento online					

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales	Horas no presenciales		
Preparación de trabajos			25	25
Otras actividades (Estudio)			35	35
Exámenes	3		15	18
<b>TOTAL</b>	<b>60</b>		<b>90</b>	<b>150</b>

## 9. Recursos

### Libros de consulta para el alumno

- "Investigación de Operaciones. Aplicaciones y Algoritmos". Winston W.L. (2004). Thomson.
- "Introducción a la Investigación Operativa". Hillier Lieberman. (2010) Mc Graw Hill.

### Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso

- "Game Theory for Applied Economists" Gibbons R. (1992). Princeton University Press.
- "Investigación Operativa. Problemas y ejercicios resueltos". Martín Q., Santos M. T., Paz, Y.R. (2005) Pearson Education.

## 10. Evaluación

### Consideraciones Generales

La evaluación será el resultado de una ponderación basada en el desarrollo de cuestiones y ejercicios planteados a los alumnos durante el curso, las exposiciones en clase, las prácticas y la nota obtenida en el examen escrito de teoría, problemas y prácticas.

### Criterios de evaluación

Las cuestiones, ejercicios resueltos, asistencia, exposición de trabajos y realización de prácticas por los alumnos durante el curso supondrán un 30% de la nota final.

La evaluación final se realizará por medio de una prueba escrita que constará de una parte teórica que supondrá un 20% y de una parte práctica (resolución de problemas) a la que corresponderá el 50% restante de la nota final, siendo necesario alcanzar un mínimo de 3 puntos sobre 10 en dicha prueba, para que se pueda promediar con las otras notas obtenidas.

### Instrumentos de evaluación

Pruebas escritas y exposiciones orales en clase:

- Se propondrán problemas y prácticas para resolver que el alumno debe entregar al profesor para su evaluación continua, realizando exposiciones orales de los trabajos presentados.
- La prueba escrita final se realizará en la fecha prevista en la planificación docente.

### Recomendaciones para la evaluación

Se recomienda la asistencia y participación activa en todas las actividades programadas y el uso de las tutorías, así como estudiar la asignatura de forma regular desde el principio de curso y consultar al profesor las dudas que se planteen en cada momento.

### Recomendaciones para la recuperación

Se realizará un examen de recuperación en la fecha prevista en la planificación docente.

Para la recuperación de la evaluación continua se establecerá un proceso personalizado a cada estudiante.

## CUARTO CURSO. SEGUNDO CUATRIMESTRE

## TALLER DE VALORACIÓN DE DERIVADOS

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100.249	Plan	2008	ECTS	6
Carácter	Optativo	Curso	4º	Periodicidad	C2
Área					
Departamento	Matemáticas				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	<a href="http://moodle.usal.es">http://moodle.usal.es</a>			

## Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Tomás Carlos Tejero Prieto	Grupo/s	
Departamento	Matemáticas		
Área	Geometría y Topología		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Ed. Merced, M0107		
Horario de tutorías	Lunes de 12:00 a 14:00, martes, miércoles, jueves y viernes de 13:00 a 14:00		
URL Web			
E-mail	<a href="mailto:carlost@usal.es">carlost@usal.es</a>	Teléfono	923 294456

## 2. Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia
Talleres
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.
Optativa
Perfil profesional.
Social

## 3. Recomendaciones previas

Es necesario haber cursado las materias del módulo formativo Matemáticas Financieras: Introducción a las Finanzas, Procesos Estocásticos y Métodos numéricos en Finanzas y muy recomendable la materia Ecuaciones en Derivadas Parciales.

#### 4. Objetivos de la asignatura

En esta materia se estudiarán los diferentes productos del mercado de derivados existentes en la actualidad, así como su valoración, dando a conocer las diferentes herramientas existentes y su implementación en diferentes programas informáticos.

#### 5. Contenidos

- Aplicación de las diferentes técnicas a la valoración de opciones europeas (call y put). Implementación en hoja de cálculo/programa matemático. Análisis de convergencia/comparación con fórmulas analíticas.
- Aplicación de las técnicas para la valoración de opciones con posibilidad de ejercicio anticipado (americanas y bermudas). Implementación en hoja de cálculo/programa matemático.
- Aplicación de las técnicas de valoración a las opciones exóticas sobre un subyacente. Implementación en hoja de cálculo/programa matemático.
- Valoración por Montecarlo de derivados sobre cestas de subyacentes. Implementación en hoja de cálculo/programa matemático.
- Análisis de sensibilidad del precio de los diferentes derivados a los principales parámetros del modelo (comportamiento de las griegas).
- Concepto de smile de volatilidad. Implementación de un modelo para recoger el smile de volatilidad.

#### 6. Competencias a adquirir

##### Específicas.

- Saber aplicar los conceptos y métodos adquiridos en el módulo formativo Matemáticas Financieras en la resolución de problemas concretos del mercado de derivados.
- Conocer los principales productos del mercado de derivados y las técnicas de valoración de dichos productos.
- Manejar las diferentes herramientas y programas informáticos necesarios para la resolución de cada problema.

##### Transversales.

CB-3: Tener la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes, dentro del área de las Matemáticas, para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética;

CB-4: Poder transmitir información, ideas, problemas y soluciones del ámbito matemático a un público tanto especializado como no especializado; CE-6: Comunicar, tanto por escrito como de forma oral, conocimientos, procedimientos, resultados e ideas matemáticas.

CE-7: Capacitar para resolver problemas de ámbito académico matemático.

CE-8: Saber trabajar en equipo, aportando modelos matemáticos adaptados a las necesidades colectivas.

#### 7. Metodologías

Se desarrollará a través de seminarios prácticos dedicados a proponer, analizar, validar e interpretar modelos en situaciones reales sencillas, utilizando las herramientas matemáticas más adecuadas a los fines que se persigan.

El trabajo personal de los estudiantes estará también centrado en la resolución de problemas planteados.

Además, los estudiantes tendrán que desarrollar por su parte trabajos personales, con los que alcanzarán las competencias del módulo. De ello tendrán que responder, exponiendo sus trabajos ante el profesor y el resto de compañeros.

## 8. Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales					
Prácticas	- En aula	15		20	35
	- En laboratorio				
	- En aula de informática	15		25	40
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios					
Exposiciones y debates		25		25	50
Tutorías		5			5
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos				20	20
Otras actividades (detallar)					
Exámenes					
TOTAL		60		90	150

## 9. Recursos

## Libros de consulta para el alumno

- K. Back, *A course in derivative securities*, Springer Verlag, 2005.
- N. H. Bingham, R. Kiesel, *Risk-neutral valuation. Pricing and hedging of financial derivatives*. Segunda edición. Springer Finance. Springer-Verlag London, Ltd., London, 2004.
- F. Espen Benth, *Option theory with stochastic analysis*, Springer Verlag, 2004.
- M. Jackson, M. Staunton, *Advanced modeling in finance using Excel and VBA*, John Wiley & Sons, 2007.
- D. Lamberton, B. Lapeyre, *Introduction to stochastic calculus applied to finance*. Segunda edición. Chapman & Hall/CRC Financial Mathematics Series. Chapman & Hall/CRC, Boca Raton, FL, 2008.

## Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

- C. Sengupta, *Financial modeling using Excel and VBA*, John Wiley & Sons, 2004.
- P. Wilmott, S. Howison, J. Dewynne: *Option Pricing. Mathematical Models and Computation*. Oxford Financial Press. 1993
- P. Wilmott, S. Howison, J. Dewynne: *The Mathematics of Financial Derivatives*. Cambridge University Press. 1995.



**10. Evaluación**

Consideraciones Generales
Se evaluará el nivel de conocimientos prácticos adquirido y la adquisición de las competencias previstas en la materia.
Criterios de evaluación
La evaluación se realizará a partir de la realización y exposición de los trabajos con las que los estudiantes tendrán que demostrar la adquisición de las competencias previstas. La elaboración de trabajos constituirá el 60% de la nota y las exposiciones de los mismos el 40%.
Instrumentos de evaluación
<ul style="list-style-type: none"> <li>· Elaboración de trabajos</li> <li>· Exposiciones de los trabajos realizados</li> </ul>
Recomendaciones para la evaluación.
Realizar las tareas propuestas por el profesor.
Recomendaciones para la recuperación.
Analizar los errores cometidos en las exposiciones y trabajos realizados. Se podrá recuperar hasta un 25% de los trabajos asignados mediante la realización de trabajos de características similares. Se podrá recuperar hasta un 15% de las exposiciones mediante una nueva exposición de los resultados obtenidos en los trabajos.

**TALLER DE PROGRAMACIÓN Y COMPUTACIÓN****1. Datos de la Asignatura**

Código	100250	Plan	2008	ECTS	6
Carácter	Optativa	Curso	4º	Periodicidad	C2
Área	Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial				
Departamento	Informática y Automática				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	<a href="http://moodle.usal.es">http://moodle.usal.es</a>			

**Datos del profesorado**

Profesor	Juan M. Corchado Rodríguez	Grupo/s	
Departamento	Informática y Automática		
Área	Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Ed. Ciencias, F3010		
Horario de tutorías			
URL Web	<a href="http://bisite.usal.es">http://bisite.usal.es</a>		
E-mail	corchado@usal.es	Teléfono	923294430

Profesor	Fernando Dela Prieta	Grupo/s	
Departamento	Informática y Automática		
Área	Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Ed. Ciencias, F3010		
Horario de tutorías			
URL Web	<a href="http://bisite.usal.es">http://bisite.usal.es</a>		
E-mail	fer@usal.es	Teléfono	923294400, ext 1504

**2. Sentido de la materia en el plan de estudios**

Bloque formativo al que pertenece la materia
Talleres.
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios
La asignatura capacitará al alumno/a para desarrollar e implementar aplicaciones informáticas que resuelvan problemas matemáticos y, en general de computación, mediante los adecuados lenguajes y entornos de programación.
Perfil profesional
Empresas de Informática y Telecomunicaciones Docencia Universitaria e Investigación Docencia no Universitaria Industria

**3. Recomendaciones previas**

Tener superadas las asignaturas básicas de Informática.

**4. Objetivos de la asignatura**

- Saber aplicar los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos en la definición y planteamiento de problemas y la búsqueda de soluciones tanto en contextos académicos como profesionales.
- Desarrollar la capacidad de identificar y describir matemáticamente problemas reales, estructurar la información disponible, seleccionar el modelo adecuado y saber exponerlo tanto ante otros profesionales como ante un público no especializado.
- Planificar la resolución de un problema en función de las herramientas de que se disponga y de las restricciones de tiempo y recursos.
- Contrastar la solución obtenida, tras la resolución del modelo, en términos de su ajuste al fenómeno real.

**5. Contenidos**

- Bloque I – Computadores
  - Conceptos básicos
  - Computadores
  - Electrónica básica
  - Rendimiento y Arquitecturas
  - CPU
  - Otros componentes
- Bloque II – Programación
  - Introducción
  - Conceptos básicos
  - Sentencias de Control y Funciones de Biblioteca
  - Arrays
  - Punteros
  - Funciones
  - Tipos de datos definidos por el usuario
  - Ficheros
  - Programación orientada a objetos
  - Uso de bibliotecas en el marco de las matemáticas
- Bloque III – Bases de Datos
  - Bases de datos en los sistemas de información
  - Modelo de datos. Modelo relación
  - Utilización de los lenguajes de consulta

**6. Competencias a adquirir****Específicas**

- CE01. Capacidad para implementar y utilizar sistemas informáticos básicos mediante lenguajes, entornos y métodos apropiados [relación con las competencias CB-4, CE-6, CE-7 y CE-8 del título]

- CE02. Conocimiento de diversos problemas informáticos, así como de sus posibles soluciones, relativos a gestión y procesamiento de datos, algoritmos de programación, programación concurrente y otros [relación con las competencias CE-7 y CE-8 del título]
- CE03. Capacidad para resolver problemas informáticos relativos a gestión y procesamiento de datos, algoritmos de programación, programación concurrente y otros [relación con las competencias CE-7 y CE-8 del título]
- CE04. Capacidad para seleccionar y utilizar sistemas informáticos de gestión de datos, empleando los lenguajes y los procedimientos apropiados [relación con las competencias CE-7 y CE-8 del título]
- CE05. Capacidad para utilizar sistemas informáticos de gestión de datos para obtener resultados y conclusiones útiles, tanto en el ámbito científico, como en otros ámbitos sociales [relación con las competencias CB-3, CB-4, CE-7 y CE-8 del título]
- CE06. Capacidad para transmitir y difundir mediante tecnologías modernas resultados obtenidos tras el procesamiento informático de la adecuada información [relación con las competencias CB-3, CB-4, CE-6, CE-7 y CE-8 del título]

**Transversales**

- CT01. Capacidad de presentar y transmitir mediante técnicas y dispositivos modernos los conocimientos adquiridos.
- CT02. Capacidad de análisis y síntesis.
- CT03. Aprendizaje autónomo.

**7. Metodologías**

Esta asignatura se desarrollará a través de seminarios prácticos dedicados a proponer, analizar, validar e interpretar modelos en situaciones reales sencillas, utilizando las herramientas matemáticas más adecuadas a los fines que se persigan.

El trabajo personal de los estudiantes estará también centrado en la resolución de problemas y el desarrollo de las competencias previstas. Además, los estudiantes tendrán que desarrollar por su parte trabajos personales de resolución de problemas, con los que alcanzar las competencias del módulo. De ello tendrán que responder, exponiendo sus trabajos ante el profesor y el resto de compañeros.

**8. Previsión de distribución de las metodologías docentes**

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales		16		16	32
Prácticas	– En aula				
	– En el laboratorio				
	– En aula de informática	24		40	64
	– De campo				
	– De visualización (visu)				
Seminarios					
Exposiciones y debates		4			4

Tutorías	4			4
Actividades de seguimiento online		10		10
Preparación de trabajos			19	19
Otras actividades (detallar)				
Exámenes	2		15	17
<b>TOTAL</b>	<b>50</b>	<b>10</b>	<b>90</b>	<b>150</b>

**9. Recursos**

<b>Libros de consulta para el alumno</b>
Varios asociados a cada bloque de los contenidos.
<b>Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso</b>
Material didáctico, científico y técnico accesible a través de Internet.

**10. Evaluación**

<b>Consideraciones Generales</b>
La evaluación se realizará a partir de la realización y exposición de los trabajos con las que los estudiantes tendrán que demostrar las competencias previstas.
<b>Criterios de evaluación</b>
Nota final: valoración trabajos expuestos y posible prueba escrita, todo ello ponderado con un 60% y evaluación continua ponderada con un 40%. Recuperación: posible prueba escrita y/o posible revisión de aspectos parciales prácticos insuficientes.
<b>Instrumentos de evaluación</b>
Las pruebas especificadas en las consideraciones generales.
<b>Recomendaciones para la evaluación</b>
Seguimiento continuado de las explicaciones expuestas en las clases y exposiciones y participación activa y continua en el tiempo.
<b>Recomendaciones para la recuperación</b>
Revisión de las materias expuestas en las clases y exposiciones y planteamiento de dudas en tutorías.

## TALLER DE INICIACIÓN A LA INVESTIGACIÓN Y LA DOCENCIA

## 1. Datos de la Asignatura

Código	100.251	Plan	2008	ECTS	6
Carácter	Optativo	Curso	4º	Periodicidad	C2
Área	Álgebra, Análisis Matemático, Didáctica de las Matemáticas, Estadística e Investigación Operativa, Geometría y Topología, Matemática Aplicada.				
Departamento	Didáctica de las Matemáticas y de las Ciencias Experimentales, Estadística, Matemáticas, Matemática Aplicada.				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium-Campus Virtual Universidad de Salamanca			
	URL de Acceso:	<a href="http://moodle.usal.es">http://moodle.usal.es</a>			

## Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Ángel Tocino García	Grupo / s	
Departamento	Matemáticas		
Área	Análisis Matemático		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Ed. Merced. M3307		
Horario de tutorías	Martes, miércoles y jueves de 12 a 14 h		
URL Web			
E-mail	bacon@usal.es	Teléfono	923294500-Ext 1538

Profesor	Mª Jesús Rivas López	Grupo / s	
Departamento	Estadística		
Área	Estadística e Investigación Operativa		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Ed. Ciencias, D1509		
Horario de tutorías	Lunes y Martes de 12-14 h.		
URL Web			
E-mail	chusrl@usal.es	Teléfono	923294458

Profesor	María Teresa González Astudillo	Grupo / s	
Departamento	Didáctica de las Matemáticas y de las Ciencias Experimentales		
Área	Didáctica de la Matemática		
Centro	Facultad de Educación		
Despacho	Facultad de Educación Ed. Europa, Despacho 62,		
Horario de tutorías	Martes, miércoles y jueves de 10 h. a 12 h.		
URL Web			
E-mail	maite@usal.es	Teléfono	923294500 ext 3468

Profesor	Jesús Vigo Aguiar	Grupo / s	
Departamento	Matemática Aplicada		
Área	Matemática Aplicada		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Nº 4, Casa del Parque 2		
Horario de tutorías	Martes, miércoles y jueves 13-14h (llegar antes de 13:45 para realizar la consulta)		
URL Web			
E-mail	jvigo@usal.es	Teléfono	923294500-Ext 1537

Profesor	María Teresa de Bustos Muñoz	Grupo / s	
Departamento	Matemática Aplicada		
Área	Matemática Aplicada		
Centro	Facultad de Ciencias		
Despacho	Nº 7. Casa del Parque nº 2		
Horario de tutorías	Lunes de 9h a 10h. miércoles de 9h a 10h y de 11h a 13h.		
URL Web			
E-mail	tbustos@usal.es	Teléfono	923294500-Ext 1527

## 2. Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia
Talleres.
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios
Optativa.
Perfil profesional
Docencia e investigación

**3. Recomendaciones previas**

Haber cursado una gran parte de las siguientes materias que figuran en la memoria del grado: Ampliación de Ecuaciones Diferenciales, Ampliación de Análisis Matemático, Ampliación de Álgebra, Ampliación de Geometría, Ampliación de Estadística y Probabilidad, Análisis Numérico, Métodos Numéricos en Finanzas.

**4. Objetivos de la asignatura**

En esta materia se desarrollará un primer contacto con los métodos de investigación o docencia en el área de las matemáticas elegida por el estudiante. Se pretende que el estudiante sea capaz de recopilar, manejar, expresar y comunicar con precisión y claridad la información necesaria para resolver un problema planteado.

**5. Contenidos**

- Antecedentes y estado actual de un problema matemático, sistemas de búsqueda bibliográfica: bases de datos, Mathematical Review.
- Planteamiento de estrategias para la solución de un problema.
- Desarrollo, exposición escrita y presentación oral de la solución de un problema: precedentes, estructura, resultados, conclusiones.
- Presentación y exposición oral de contenidos académicos.
- Métodos didácticos en la docencia de las Matemáticas.

**6. Competencias a adquirir****Específicas**

CB-3: Tener la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes, dentro del área de las Matemáticas, para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética;

CB-4: Poder transmitir información, ideas, problemas y soluciones del ámbito matemático a un público tanto especializado como no especializado;

CE-6: Comunicar, tanto por escrito como de forma oral, conocimientos, procedimientos, resultados e ideas matemáticas.

CE-7: Capacitar para resolver problemas de ámbito académico matemático.

CE-8: Saber trabajar en equipo, aportando modelos matemáticos adaptados a las necesidades colectivas.

**Transversales**

- Saber aplicar los conocimientos matemáticos a la resolución de problemas.
- Desarrollar habilidades de aprendizaje para emprender estudios posteriores.
- Saber comunicar conocimientos con precisión y claridad, tanto por escrito como de forma oral.



## 7. Metodologías

En la primera semana del periodo docente los estudiantes se distribuirán entre los cuatro departamentos responsables de la asignatura (Estadística e Investigación Operativa, Matemáticas y Matemática Aplicada para los que opten por iniciarse en la investigación; Didáctica de las Matemáticas, si quieren iniciarse en el área de la docencia).

La distribución se hará atendiendo las preferencias de los alumnos siempre no haya desproporción entre el tamaño de los distintos grupos. Desde ese momento el desarrollo del taller será llevado a cabo de forma independiente y coordinada por diferentes profesores de cada departamento.

Las metodologías serán las siguientes dependiendo del departamento que se elija.

- *Departamento de Didáctica de las Matemáticas y de las Ciencias Experimentales:*  
Se realizarán actividades para que el estudiante aprenda a buscar, obtener, procesar y comunicar información (oral, impresa, audiovisual, digital o multimedia), la transforme en conocimiento y pueda aplicarla en un futuro en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en la enseñanza secundaria obligatoria y en el bachillerato.  
El horario será flexible de acuerdo con los estudiantes. Habrá dos sesiones semanales de dos horas.
- *Departamento de Estadística:*  
La primera semana de docencia se dedicará a la presentación de sistemas de búsqueda bibliográfica, antecedentes de un problema, bases de datos procedentes de organismos oficiales, ... En la segunda semana se tratará el tema de la organización de una asignatura diferenciando el tipo de sistema a utilizar en su enseñanza dependiendo de si el contenido es más estadístico o más probabilista.  
Las siguientes semanas se utilizarán para plantear un problema (ya resuelto) y estudiar detalladamente su resolución, utilizando para ello los conocimientos adquiridos la primera semana sobre búsquedas bibliográficas. El objetivo será escribir un artículo basado en el problema estudiado, de manera que cada alumno tendrá a su cargo la redacción de una parte del artículo (se valorará la conveniencia de escribirlo en inglés). Cuando el cuerpo del artículo esté terminado se redactará el resumen, introducción conclusiones y bibliografía del mismo de forma común. Una vez que el artículo esté terminado se abordará el tema de su exposición oral. Cada alumno preparará la exposición de la parte trabajada en el artículo, exponiéndose secuencialmente cuando todos hayan concluido su parte.  
El horario será flexible y se procurará impartir 6 horas presenciales a la semana durante las 10 primeras semanas
- *Departamento de Matemáticas:*  
Las tres primeras semanas se dedicarán a la docencia y práctica relativa a los sistemas de búsqueda bibliográfica y elementos de LaTeX avanzados. A continuación los estudiantes elegirán según sus intereses el área y el tema en el que desarrollarán su trabajo el resto del curso. El horario y modo de trabajo será consensuado entre profesor y estudiantes. Las actividades se llevarán a cabo en función del tema elegido y consistirán, bien en seminarios prácticos dedicados a algún tema de la especialidad, bien en la reproducción del proceso de elaboración y redacción de un artículo de investigación.
- *Departamento de Matemática Aplicada:*  
Se dividirán a los alumnos en grupos a poder ser de no más de dos personas por grupo. Cada grupo se reunirá con el profesor al menos una vez por semana. En la primera parte del taller el profesor expondrá aquellas revistas y temáticas de más actualidad en el área de Matemática Aplicada. Sobre ellas cada grupo hará una elección de 3/4 revistas. La primera parte del taller tendrá una búsqueda bibliográfica por parte del alumno y la elección de un tema. En la segunda parte se trabajará sobre un artículo concreto publicado en los dos últimos años de tipo "review" o propiamente de investigación.  
Horario: Lunes-Jueves de 13:00 - 14:00

**8. Previsión de distribución de las metodologías docentes**

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales		10		10	20
Prácticas	– En aula/aula informática	15		30	45
	– En el laboratorio				
	– De campo				
	– De visualización (visu)				
Seminarios		15		10	25
Exposiciones y debates		15		10	25
Tutorías		5			
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos				30	30
Otras actividades (detallar)					
Exámenes					
TOTAL		60		90	150

**9. Recursos**

## Libros de consulta para el alumno

- Bases de datos, Mathematical Review.
- Revistas científicas.

## Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso

**10. Evaluación**

## Consideraciones Generales

Se evaluará el nivel de conocimientos prácticos adquirido y la adquisición de las competencias previstas en la materia.

Criterios de evaluación
La evaluación se realizará dependiendo del departamento elegido para desarrollar el taller.
Departamento de Didáctica de las Matemáticas y de las Ciencias Experimentales: La evaluación será continua con una prueba final consistente en un trabajo escrito en el que el estudiante sintetice los aspectos más importantes de un artículo o capítulo de un libro de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas.
Departamento de Estadística: Las últimas semanas se utilizarán para que cada estudiante desarrolle un problema de su elección, lo redacte en forma de artículo, prepare su exposición oral y la defienda ante la clase. Así los alumnos alcanzarán las competencias del módulo.
Departamento de Matemáticas: El estudiante elaborará un artículo, en el formato que se ha introducido en las primeras semanas del taller, sobre los precedentes de un tema de su interés en el que se haya trabajado durante la docencia del taller y reflejará las consecuencias que dicho tema ha tenido con posteridad. Posteriormente realizará una exposición oral de dicho artículo.
Departamento de Matemática Aplicada: Sobre la búsqueda bibliográfica el alumno entregará un fichero con información de las búsquedas realizadas. Sobre el artículo seleccionado deberá responder a una serie de preguntas así como analizar las implicaciones de la investigación tratada. Se podrá exigir la programación de algún algoritmo tratado en el artículo de investigación.
Instrumentos de evaluación
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaboración de trabajos</li> <li>• Exposiciones de los trabajos realizados</li> <li>• Software desarrollado.</li> </ul>
Recomendaciones para la evaluación
Realizar las tareas propuestas por el profesor.
Recomendaciones para la recuperación
Analizar los errores cometidos en las exposiciones y trabajos realizados.

## TRABAJO FIN DE GRADO

### 1. Datos de la Asignatura

Código	100.252	Plan	2008	ECTS	24
Carácter	Obligatorio	Curso	4º	Periodicidad	C2
Área	Todas las implicadas en la docencia del grado				
Departamento	Todos los implicados en la docencia				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Stodium			
	URL de Acceso:	<a href="http://moodle.usal.es">http://moodle.usal.es</a>			

**Datos del profesorado**

Todos los que tienen docencia en la titulación.

**2. Sentido de la materia en el plan de estudios**

Bloque formativo al que pertenece la materia

Trabajo de fin de grado.

Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios

Es una asignatura obligatoria en la que el estudiante debe demostrar las competencias adquiridas a lo largo de sus estudios.

Perfil profesional

- Docencia e Investigación
- Empresas de Informática y Telecomunicaciones
- Industria
- Administración pública
- Empresas de Banca, Finanzas y Seguros
- Consultorías

**3. Recomendaciones previas**

Haber superado los 60 ECTS de formación básica, los 60 ECTS de formación obligatoria y 96 ECTS optativos de la titulación.

**4. Objetivos de la asignatura**

- Mostrar de forma integrada los contenidos formativos recibidos y las competencias adquiridas asociadas al título de Grado.
- Elaborar una memoria que recoja el trabajo realizado.
- Defender la memoria realizada.

**5. Contenidos**

Según los temas ofertados cada año.

**6. Competencias a adquirir****Básicas/Generales**

- CB-4: Poder transmitir información, ideas, problemas y soluciones del ámbito matemático a un público tanto especializado como no especializado.
- CB-5: Haber desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores en Matemáticas con un alto grado de autonomía.
- CG-5: Aprender de manera autónoma nuevos conocimientos y técnicas.
- CE-6: Comunicar, tanto por escrito como de forma oral, conocimientos, procedimientos, resultados e ideas Matemáticas.
- CE-7: Capacitar para resolver problemas de ámbito académico, técnico, financiero o social mediante métodos matemáticos.

**Transversales**

- Capacidad de organizar, planificar y dirigir.
- Identificación de problemas y planteamiento de estrategias de solución.
- Habilidades para recuperar y analizar información desde diferentes fuentes.
- Comunicación de conceptos abstractos.
- Argumentación racional.
- Capacidad de aprendizaje individual.
- Inquietud por la calidad.

**Específicas**

- Demostrar la adquisición de competencias ligadas a la búsqueda y organización de documentación y a la presentación de su trabajo de una manera adecuada a la audiencia.

**7. Metodologías docentes**

Cada curso académico se ofertará un catálogo de temas sobre los que realizar el Trabajo Fin de Grado, cada uno de los cuales contará con un tutor asignado. Los estudiantes también podrán presentar propuestas propias, con el visto bueno de algún tutor. Para la elección por parte de los estudiantes de uno de los temas ofertados, se realizará una reunión en la primera quincena del mes de diciembre. En esta reunión, y usando como criterio de prioridad la nota media de expediente, los estudiantes podrán elegir un tema de su interés entre los que estén disponibles en su turno de elección.

El tutor se encargará de orientar al estudiante en la elaboración del trabajo y en su redacción, así como en la preparación de su exposición oral.

La Comisión de Trabajos de Fin de Grado en Matemáticas determinará y hará públicas las normas de estilo, extensión y estructura de las memorias de Trabajo de Fin de Grado, así como la forma y tiempo de la defensa del trabajo presentado por los estudiantes.

Se pueden consultar las "Normas complementarias al Reglamento de Trabajo de Fin de Grado de la Facultad de Ciencias" en la página web: <http://fciencias.usal.es/?q=es/node/694>

En cada curso académico se publicará una temporización de los distintos procedimientos y actuaciones a desarrollar.

Actividades presenciales:

- Sesiones de tutorías y seguimiento individuales

## Actividades no presenciales:

- Estudio autónomo por parte del estudiante
- Revisión bibliográfica y búsqueda de información
- Preparación de documentación
- Presentación del trabajo realizado

## 8. Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales	Horas no presenciales		
Sesiones magistrales				200	200
Prácticas	– En aula				
	– En el laboratorio				
	– En aula de				
	– De campo				
	– De visualización				
Seminarios					
Exposiciones y debates		30		100	130
Tutorías		30		120	150
Actividades de seguimiento online			30		30
Preparación de trabajos		8		60	68
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		2		20	22
TOTAL		70	30	500	600

## 9. Recursos

Libros de consulta para el alumno
Cada tutor recomendará el material correspondiente en función del trabajo de fin de grado.
Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso

**10. Evaluación****Consideraciones Generales**

Será necesario presentar una memoria en la forma establecida por la Comisión de Trabajo de Fin de Grado de Matemáticas (CTFGM). El Trabajo de Fin de Grado se defenderá oralmente ante la Comisión de Evaluación en la forma establecida por la CTFGM.

Las fechas para la defensa del Trabajo de Fin de Grado se establecerán en el calendario académico.

**Criterios de evaluación**

Cada Comisión de Evaluación calificará los trabajos presentados teniendo en cuenta la calidad científica y técnica, la calidad del material entregado, la claridad expositiva, la capacidad de debate y la defensa argumental. También se tendrá en cuenta el informe emitido por el tutor o tutora del Trabajo de Fin de Grado.

**Instrumentos de evaluación**

La evaluación se realizará sobre la exposición pública del trabajo por parte del estudiante, previo informe del tutor.

Se valorará positivamente que esta exposición se realice en inglés, siempre y cuando la nota final sea de al menos aprobado.