



Universidad
Politécnica
de Cartagena



Centro
Universitario
de la Defensa

Guía docente de la asignatura: CÁLCULO

Titulación:

Grado en Ingeniería de Organización Industrial

Curso: 2014/2015

Huella Digital: QDNdUH5k/CTpKPeaei3v9dlaSmY=

Código seguro
de verificación

0tVXUAlSzfpQKxUYik1IHdfZ3



1. Datos de la asignatura

Nombre	Cálculo				
Materia*	Cálculo				
Módulo*	Materias básicas				
Código	511101004				
Titulación	Grado en Ingeniería de Organización Industrial (GIOI)				
Plan de estudios	2009 (Decreto 269/2009 de 31 de julio)				
Centro	Centro Universitario de la Defensa en la Academia General del Aire				
Tipo	Obligatoria				
Periodo lectivo	Octubre '14-Enero '15	Cuatrimestre	2º	Curso	1º
Idioma	Castellano				
ECTS	7.5	Horas / ECTS	25	Carga total de trabajo (horas)	187.5

* Todos los términos marcados con un asterisco están definidos en *Referencias para la actividad docente en la UPCT y Glosario de términos*:

<http://repositorio.bib.upct.es/dspace/bitstream/10317/3330/1/isbn8469531360.pdf>



2. Datos del profesorado

Profesor responsable	Dr. D. Juan Antonio Vera López		
Departamento	Ciencias Básicas e Informática		
Área de conocimiento	Matemáticas		
Ubicación del despacho	Centro Universitario de la Defensa (CUD) de San Javier, despacho nº 13		
Teléfono	968189901, ext.: 2901	Fax	968189970
Correo electrónico	juanantonio.vera@cud.upct.es		
URL / WEB	Web personal CUD		
Horario de atención / Tutorías	7:30-15/Lunes a viernes, según reglamento oficial		
Ubicación durante las tutorías	Despacho nº 13. Opcionalmente: seminarios (A B) CUD		

Perfil Docente e investigador	Matemática Aplicada y Estadística
Experiencia docente	Matemáticas I, Matemáticas II, Álgebra y Cálculo.
Líneas de Investigación	Matemática Aplicada
Experiencia profesional	20 años
Otros temas de interés	



Profesor	Dr. D. Manuel Fernández Martínez		
Departamento	Ciencias Básicas e Informática		
Área de conocimiento	Matemáticas		
Ubicación del despacho	Centro Universitario de la Defensa (CUD) de San Javier, despacho nº 6		
Teléfono	968189913, ext.: 2913	Fax	968189970
Correo electrónico	manuel.fernandez-martinez@cud.upct.es		
URL / WEB	Web docente e investigadora de Manuel Fernández-Martínez		
Horario de atención / Tutorías	7:30-15/Lunes a viernes, según reglamento oficial		
Ubicación durante las tutorías	Despacho nº 13. Opcionalmente: seminarios (A B) CUD		

Perfil Docente e investigador	doctor internacional en Matemáticas por University of California at Los Angeles (UCLA). Profesor Ayudante Doctor acreditado por ANECA (rama de conocimiento: Ciencias Experimentales; Campo: Matemáticas y Física).
Experiencia docente	2010-11: Licenciaturas en Matemáticas (Plan 1999) y Ciencias Ambientales (Plan 2000). 2011-14: Grado en Matemáticas (Plan 2010). Desde 2014: Grado en Ingeniería de Organización Industrial (Plan 2009).
Líneas de Investigación	Fractals, fractal structures, fractal dimension & computer applications
Experiencia profesional	2008-12: Doctor internacional (UCLA) en Matemáticas. 2013-14: Contratado postdoctoral. Desde 2014: Profesor Ayudante Doctor en CUD.
Otros temas de interés	Finance, portfolio selection, Hurst exponent



3. Descripción de la asignatura

3.1. Descripción general de la asignatura

Esta materia constituye uno de los pilares básicos sobre los que se sustentan asignaturas más específicas incluidas en este programa de Grado en Ingeniería de Organización Industrial. Su rango de contenidos abarca elementos matemáticos procedentes del cálculo diferencial e integral de varias variables, así como de métodos numéricos para la resolución de ecuaciones diferenciales.

3.2. Aportación de la asignatura al ejercicio profesional

La asignatura Cálculo ofrece al alumnado la posibilidad de desarrollar competencias básicas de aplicación en una gran variedad de contextos y situaciones. Ello incluye esquematización y ordenación de procesos mentales, localización de dificultades y toma de decisiones. Asimismo, permite que el alumno disponga de una versátil colección de técnicas y herramientas aplicables para hacer frente a nuevos problemas y situaciones que podrá atacar desde un punto de vista riguroso, objetivo y eficaz.

3.3. Relación con otras asignaturas del plan de estudios

Cálculo es una asignatura que pretende aportar al alumnado una sólida base matemática que resultará fundamental a lo largo de sus estudios en GIOI, en especial en lo concerniente al análisis matemático de una y varias variables reales. Además, dicha materia pretende potenciar en los alumnos algunas competencias instrumentales básicas de gran importancia en su formación, como son las capacidades de análisis y síntesis, de organización y planificación, de gestión de la información y resolución de problemas, así como la toma de decisiones y el desarrollo de habilidades computacionales. Todas ellas resultarán de gran utilidad debido a su interrelación con otras asignaturas de primer curso de GIOI, tales como Física, Química, Cálculo, Informática y Estadística.

3.4. Incompatibilidades de la asignatura definidas en el plan de estudios

No existen incompatibilidades de la asignatura Cálculo con ninguna otra materia impartida en GIOI.

3.5. Recomendaciones para cursar la asignatura

No se requieren conocimientos (matemáticos) previos específicos para afrontar esta asignatura. Se recomienda al alumnado realizar un repaso (tanto preliminar como durante el curso) de los contenidos básicos estudiados en secundaria, tales como representación analítica de funciones (estudiando propiedades matemáticas esenciales de las mismas), técnicas básicas de derivación e integración, así como resolución de problemas basados en técnicas analíticas básicas. La experiencia nos indica que la mejor forma de interiorizar los conocimientos y resultados matemáticos esenciales consiste en la resolución de ejercicios por parte del alumnado, por lo que les animamos a intentar su resolución por sus propios medios. También pretendemos despertar su espíritu investigador, consultando fuentes adicionales para profundizar en contenidos tanto teóricos como prácticos. Finalmente, recomendamos encarecidamente al alumnado que traten de llevar el estudio de la asignatura al día, puesto que ello permitirá una mayor comprensión del objetivo global de la misma.



3.6. Medidas especiales previstas

El equipo docente de la asignatura Cálculo es consciente de la diversa procedencia del potencial alumnado de dicha materia. De esta forma, se pretenderá apoyar su labor docente en sesiones de tutorías para equilibrar el nivel matemático esencial de los alumnos. Estas medidas especiales tienen como principal objetivo nivelar las destrezas y competencias matemáticas básicas tanto para los alumnos de promoción interna, como para el alumnado de nuevo ingreso en la Academia General del Aire, siempre y cuando su formación militar y aeronáutica lo permita. En concreto, se formarán grupos de trabajo y aprendizaje cooperativo de alumnos con disponibilidad limitada, fomentándose el seguimiento del aprendizaje alcanzado mediante la programación de tutorías de grupo, así como la planificación y entrega de actividades a través de la plataforma "Aula Virtual", que permitirá al equipo docente apoyar la formación del alumnado, facilitando a los estudiantes resúmenes teóricos y relaciones de ejercicios resueltos. Asimismo, uno de los objetivos del equipo docente de Cálculo para este curso académico, consiste en la elaboración de un manual específico de apoyo al alumnado, que formará parte de la colección de textos docentes del CUD. Por otra parte, en caso de alumnos con necesidades educativas especiales, se solicitará ayuda a los órganos competentes.



4. Competencias y resultados del aprendizaje

4.1. Competencias básicas* del plan de estudios asociadas a la asignatura

CB1 - Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio.

CB2 - Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.

CB3 - Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.

CB4 - Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.

CB5 - Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

4.2. Competencias generales del plan de estudios asociadas a la asignatura

4.3. Competencias específicas* del plan de estudios asociadas a la asignatura

E1.1.a - Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría; geometría diferencial; cálculo diferencial e integral; ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales; métodos numéricos; algorítmica numérica; estadística y optimización.

E2.3 - Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas.

4.4. Competencias transversales del plan de estudios asociadas a la asignatura

T1.1 - Capacidad de análisis y síntesis.

T1.2 - Capacidad de organización y planificación.

T1.3 - Comunicación oral y escrita en lengua propia.

T1.5 - Habilidades básicas computacionales.

T1.6 - Capacidad de gestión de la información.

T1.7 - Resolución de problemas.

T2.3 - Habilidades en las relaciones interpersonales.

T3.1 - Capacidad para aplicar los conocimientos a la práctica.

T3.2 - Capacidad de aprender.

T3.3 - Adaptación a nuevas situaciones.

T3.4 - Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad).

T3.7 - Habilidad de realizar trabajo autónomo.



4.5. Resultados** del aprendizaje de la asignatura

Al finalizar la asignatura, el alumnado deberá ser capaz de:

1. Analizar el comportamiento analítico de funciones de varias variables mediante las derivadas direccionales en cada punto y sus derivadas sucesivas.
2. Obtener desarrollos de Taylor y extremos relativos.
3. Aplicar el método de los multiplicadores de Lagrange.
4. Realizar cambios de variable y operar con funciones compuestas, inversas e implícitas.
5. Calcular integrales dobles y curvilíneas.
6. Representar los correspondientes dominios y saber transformarlos mediante los cambios de variable más adecuados.
7. Aplicar el Teorema de Green.
8. Resolver ecuaciones diferenciales de primer orden y los consiguientes problemas de valores iniciales.
9. Obtener la solución general de las ecuaciones diferenciales lineales de orden superior y una solución particular de la ecuación completa aplicando los distintos métodos expuestos.
10. Obtener soluciones aproximadas aplicando métodos numéricos.
11. Resolver los sistemas de ecuaciones diferenciales lineales de primer orden y poder transformarlos en una ecuación diferencial lineal de orden superior.
12. Identificar las ecuaciones diferenciales en derivadas parciales y su resolución en ciertos casos concretos.
13. Operar con números complejos y calcular integrales y series de números complejos.
14. Resolver ciertas integrales impropias en el campo real transformándolas en integrales complejas y aplicando el teorema de los residuos.

Las actividades de enseñanza/aprendizaje diseñadas permitirán al alumno desarrollar las competencias instrumentales, personales y sistémicas que tiene asignadas en la asignatura de Cálculo en la memoria de este título.

**** Véase también la *Guía de apoyo para la redacción, puesta en práctica y evaluación de los resultados del aprendizaje*, de ANECA:**

http://www.aneca.es/content/download/12765/158329/file/learningoutcomes_v02.pdf



5. Contenidos

5.1. Contenidos del plan de estudios asociados a la asignatura

Cálculo diferencial e integral de funciones de varias variables. Ecuaciones diferenciales ordinarias. Introducción a los métodos numéricos. Introducción a las Ecuaciones en Derivadas Parciales. Métodos numéricos para resolución de Ecuaciones en Derivadas Parciales mediante diferencias finitas. Transformadas de Laplace y Fourier. Funciones de variable compleja. Integración compleja. Series de potencias. Transformada Z. Residuos.

Los contenidos de la asignatura Cálculo se han agrupado en tres bloques.

Bloque 1. Cálculo diferencial e integral de funciones de varias variables.

Se extienden de forma natural los conceptos del cálculo de una variable al estudio de funciones de varias variables. Para ello, se comienza introduciendo los conceptos de límite y continuidad para funciones de varias variables. Nos centraremos de manera especial en las funciones escalares, estudiando en ellas la derivada según un vector y el concepto de diferencial, lo que nos permitirá extender los teoremas del valor medio de una variable a varias variables. Se estudiará la expresión que adopta la fórmula de Taylor y la obtención de los extremos relativos y condicionados. Concluiremos esta parte analizando las funciones vectoriales mediante el estudio de las funciones escalares que nos determinan sus funciones componentes, dando su expresión matricialmente.

Extenderemos el concepto de integral de una función de una variable a funciones de dos variables, siguiendo el mismo esquema de trabajo que en una variable: estudiaremos las funciones acotadas sobre un rectángulo, extendiéndola a diversos dominios y transformándolas en iteración de integrales simples. Veremos que en ciertos dominios es aconsejable realizar ciertos cambios de variable. Concluiremos introduciendo las integrales triples y las aplicaciones del cálculo integral, fundamentalmente al estudio de cálculo de áreas y volúmenes.

Por último, veremos las integrales curvilíneas y su relación con las integrales dobles para ciertas curvas cerradas, mediante el Teorema de Green.

Bloque 2. Ecuaciones diferenciales ordinarias. Introducción a las Ecuaciones en Derivadas Parciales. Introducción a los métodos numéricos.

Se estudian diversos tipos de ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden, para centrarnos en las lineales, procediendo de manera especial a estudiar tanto las ecuaciones diferenciales lineales de orden superior como los sistemas de ecuaciones diferenciales lineales de primer orden. Observaremos como resolver problemas de valores iniciales y en determinados casos veremos su aproximación por métodos numéricos.

Asimismo, se introducen las ecuaciones diferenciales en derivadas parciales y de forma muy sucinta se analizarán algunas ecuaciones y la aproximación de soluciones por el método de diferencias finitas.

Es un bloque muy importante de cara al alumno, pues en el ámbito de las ingenierías cualquier estudio conlleva la resolución de ecuaciones diferenciales.

Bloque 3. Variable compleja.

Identificaremos el plano euclídeo como el cuerpo "C" de los números complejos, lo que nos va a llevar a estudiar las propiedades y operaciones con números complejos, para pasar a estudiar las funciones vectoriales de dos variables reales como funciones de una variable compleja, estudiaremos de manera especial su derivabilidad, obteniendo las ecuaciones de Cauchy-Riemann, lo que nos llevará a analizar las condiciones suficientes de derivabilidad, dando pie a definir el concepto de función analítica. Analizaremos ciertas funciones analíticas, las funciones elementales: función exponencial, logarítmico,



trigonométricas,... que serán las funciones de uso cotidiano en variable compleja. De forma natural y con los conocimientos sobre funciones reales, pasaremos a definir la integración de funciones de una variable compleja, primero sobre un camino y después cuando dicha curva sea cerrada, estudiando dicha integral en función de la analiticidad de la función y de las singularidades que presente en su interior, lo que nos conducirá al Teorema integral de Cauchy-Goursat y, como aplicación más práctica, a la Fórmula integral de Cauchy.

Al igual que en funciones reales se vieron los desarrollos de Taylor, estudiaremos la convergencia de series de potencias y su aplicación al desarrollo en serie de potencias de funciones de variable compleja, obteniendo así los desarrollos de Taylor y Laurent, en función de que el punto sobre el que hagamos el desarrollo sea una singularidad o no de la función objeto de estudio. Por medio de las propiedades de la convergencia uniforme de estas series de potencias calcularemos la derivación e integración de las mismas de forma inmediata. Terminaremos el bloque aplicando los conceptos expuestos de variable compleja al cálculo de ciertas integrales impropias mediante el uso del Teorema de los residuos.

5.2. Programa de teoría (unidades didácticas y temas)

BLOQUE 1. CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL DE FUNCIONES DE VARIAS VARIABLES

Tema 1. Funciones de varias variables:

1. El espacio \mathbb{R}^n . Producto escalar. Norma de un vector. Distancia entre dos puntos. Conjuntos acotados.
2. Conjuntos abiertos, cerrados. Interior, exterior y frontera de un conjunto.
3. Sucesiones de \mathbb{R}^n .
4. Funciones de varias variables. Límites y continuidad.

Tema 2. Derivabilidad y diferenciabilidad de funciones escalares:

1. Derivada según un vector. Derivadas direccionales. Derivadas parciales.
2. Diferencial de una función. Relación entre la diferencial y la derivada según un vector. Condición suficiente de diferenciabilidad.
3. Teorema del valor medio.
4. Fórmula de Taylor.
5. Extremos relativos. Matriz Hessiana.
6. Extremos condicionados. Método de los Multiplicadores de Lagrange.

Tema 3. Derivabilidad y diferenciabilidad de funciones vectoriales:

1. Diferencial de una función vectorial. Matriz Jacobiana
2. Teorema de la función compuesta. Teorema de la función inversa. Teorema de la función implícita.

Tema 4. Integral múltiple:

1. Concepto de integral doble. Funciones integrables.
2. Integración de una función acotada sobre un rectángulo. Integración reiterada.
3. Cambio de variable.
4. Integral múltiple.
5. Aplicaciones de la integral.



Tema 5. Integral curvilínea:

1. Definición y propiedades.
2. Cálculo de la integral curvilínea.
3. Teorema de Green.
4. Independencia del camino de integración.

BLOQUE 2. ECUACIONES DIFERENCIALES ORDINARIAS. INTRODUCCIÓN A LAS ECUACIONES EN DERIVADAS PARCIALES. INTRODUCCIÓN A LOS MÉTODOS NUMÉRICOS.

Tema 6. Ecuación de primer orden:

1. Conceptos básicos.
2. Ecuaciones con variables separables
3. Ecuaciones homogéneas.
4. Ecuaciones diferenciales exactas. Factores integrantes.
5. Ecuación lineal de primer orden.
6. Ecuaciones reducibles a lineales: Ecuación de Bernouilli. Ecuación de Ricatti. Ecuación de Lagrange. Ecuación de Clairaut.
7. Métodos aproximados de resolución de ecuaciones de primer orden.

Tema 7. Ecuaciones de orden superior:

1. Ecuaciones diferenciales de orden superior.
2. Ecuaciones diferenciales lineales de orden n.
3. Ecuaciones lineales homogéneas de coeficientes constantes.
4. Ecuaciones lineales completas. Soluciones particulares.
5. Transformada de Laplace y de Fourier.
6. Aproximación de soluciones por métodos numéricos.

Tema 8. Sistemas de ecuaciones diferenciales lineales:

1. Introducción.
2. Sistema lineales homogéneos con coeficientes constantes.
3. Sistema lineales no homogéneos.

Tema 6. Espacio vectorial euclídeo:

1. Topología básica: producto escalar, norma y distancia asociada.
2. Ortogonalidad.
3. Endomorfismos con significado geométrico.
4. Diagonalización ortogonal.

BLOQUE 3. VARIABLE COMPLEJA.

Tema 9. El cuerpo de los números complejos:

1. El número complejo. Definición. Propiedades. Expresiones. Potenciación y radicación.

Tema 10. Funciones de la variable compleja:

1. Funciones de variable compleja. Límite y continuidad.
2. Derivabilidad. Ecuaciones de Cauchy-Riemann.
3. Funciones analíticas.



4. Funciones elementales: exponencial, logarítmica, trigonométrica e hiperbólicas.

Tema 11. Integración de funciones de una variable compleja:

1. Integración a lo largo de un camino. Primitiva.
2. Teorema de Cauchy-Goursat. Fórmula integral de Cauchy.

Tema 12. Series de potencias de variable compleja:

1. Convergencia de sucesiones y series. Series de Taylor.
2. Series de Laurent.
3. Integración y derivación de series de potencias.
4. Residuos y polos.
5. Aplicación del cálculo de residuos.

Tema 13. Aplicaciones de la teoría de funciones de variable compleja:

1. Aplicaciones a la hidrodinámica.
2. Aplicaciones a la aerodinámica.

5.3. Programa de prácticas (nombre y descripción de cada práctica)

Dentro de las actividades presenciales de la asignatura, se contemplan sesiones prácticas con un doble objetivo:

- ✓ Reforzar los contenidos teóricos de la asignatura con el apoyo de medios informáticos que permitan visualizar curvas y superficies, por ejemplo.
- ✓ Desarrollar las habilidades computacionales y de manejo de la información, así como implementar métodos de aproximación numérica. El software utilizado será Mathematica.

Las sesiones prácticas que se proponen son las siguientes:

Práctica 1. El entorno Mathematica.

Práctica 2. Campos escalares y vectoriales I: representación gráfica.

Práctica 3. Campos escalares y vectoriales II: análisis cualitativo y aproximación.

Práctica 4. Integración: métodos exactos y aproximados para calcular integrales de campos en curvas y superficies.

Práctica 5. Ecuaciones en derivadas parciales I: implementación del método de separación de variables.

Práctica 6. Ecuaciones en derivadas parciales II: implementación del método de las diferencias finitas.

Cada práctica tendrá una duración aproximada de dos horas.



5.4. Programa de teoría en inglés (unidades didácticas y temas)

UNIT 1. DIFFERENTIAL & INTEGRAL CALCULUS OF SEVERAL VARIABLES

- ✓ Functions of several variables.
- ✓ Derivative and differentiability of scalar functions.
- ✓ Derivative and differentiability of vector functions.
- ✓ Multiple integral.
- ✓ Line integral.

UNIT 2. ORDINARY DIFFERENTIAL EQUATIONS. INTRODUCING PARTIAL DIFFERENTIAL EQUATIONS. A SHORT INTRODUCTION TO NUMERICAL METHODS

- ✓ First order differential equations.
- ✓ Higher-order differential equations.
- ✓ Systems of linear differential equations.

UNIT 3. ONE VARIABLE COMPLEX ANALYSIS

- ✓ Derivates of complex functions.
- ✓ Integration of functions of one complex variable.
- ✓ Power series of complex variable.
- ✓ Applications of one complex variable to both hydrodynamics and aerodynamics.

5.5. Objetivos del aprendizaje detallados por unidades didácticas

Unidad didáctica 1. Campos escalares y vectoriales.

- Conocer y manejar con soltura los conceptos fundamentales sobre la topología y geometría de \mathbb{R}^n .
- Conocer, manejar y entender el significado geométrico de los diferentes sistemas de coordenadas, siendo capaz de determinar cuál es más adecuado para describir una determinada región.
- Distinguir los dos tipos de campos y ser capaz de reescribirlos en diferentes sistemas de coordenadas.
- Conocer las definiciones de los operadores diferenciales clásicos y manejarlos con soltura sobre campos complejos y en distintos sistemas de coordenadas.

Unidad didáctica 2. Integración de Riemann múltiple.

- Identificar y describir los conjuntos elementales de \mathbb{R}^n , para $n=1,2$.
- Identificar los campos vectoriales integrables sobre recintos elementales y calcular sus integrales usando el teorema de Fubini.
- Saber describir subconjuntos en el sistema de coordenadas más adecuado (aquél que permite una parametrización más simple) y manejar con soltura el teorema de cambio de variables para calcular integrales.
- Conocer la noción de integral de Riemann en sentido impropio y calcular el valor de la integral en ejemplos concretos.
- Conocer diversas aplicaciones de la noción de integral y saber cómo calcularlas en casos prácticos.

Unidad didáctica 3. Integral de línea.

- Conocer qué es una curva y sepa manipularlas con soltura.
- Conocer las definiciones y las propiedades de las integrales de campos escalares y



vectoriales a lo largo de curvas, así como sus implicaciones físicas.

- Calcular explícitamente dichas integrales usando la definición y/o alguna de sus propiedades (descomposición en curvas sencillas, cálculo del potencial del campo, etc.).
- Aproximar numéricamente integrales de línea imposibles de calcular de forma analítica.
- Conocer cuándo y cómo son aplicables los teoremas de Green y de la divergencia en el plano.
- Identificar los campos conservativos y ser capaz de determinar su potencial.

Unidad didáctica 4. Integral de superficie.

- Identificar que un conjunto es una superficie regular y obtener una carta que la describa.
- Calcular el plano tangente y el vector normal a una superficie arbitraria en cada uno de sus puntos, viendo si dicha superficie es orientable.
- Calcular explícitamente integrales de campos escalares y vectoriales sobre superficies en casos sencillos.
- Aproximar numéricamente el valor de integrales de superficie con expresiones difíciles del campo y/o de las cartas que la describen.

Unidad didáctica 5. Teoremas integrales.

- Conocer el enunciado preciso de los teoremas de la divergencia de Gauss y de Stokes.
- Resolver problemas no triviales usando ambos resultados, adaptando el problema planteado para ajustarlo a las hipótesis exigidas.
- Conocer las principales implicaciones físicas de los teoremas de la divergencia de Gauss y de Stokes.

Unidad didáctica 6. Introducción a las ecuaciones en derivadas parciales.

- Saber qué es una ecuación en derivadas parciales y poder identificarlas en textos científico-técnicos, en particular entre los contenidos de las asignaturas de G101.
- Conocer los procedimientos deductivos que llevan a plantear determinados problemas físicos mediante ecuaciones en derivadas parciales con condiciones adicionales.
- Conocer la definición de problema “bien puesto” y su interpretación práctica.
- Analizar la unicidad y la estabilidad de algunos problemas sencillos mediante el estudio de los funcionales de energía.

Unidad didáctica 7. Métodos de resolución.

- Conocer el mecanismo del método de separación de variables y su justificación teórica.
- Calcular la serie de Fourier asociada a una función arbitraria en un intervalo simétrico alrededor del origen y estudiar su convergencia puntual.
- Aplicar el método de separación de variables para resolver problemas de contorno en recintos unidimensionales para las ecuaciones más habituales (calor, ondas y Laplace-Poisson).
- Manejar las aproximaciones finitas obtenidas por truncamiento de las soluciones exactas proporcionadas por el método de separación de variables para obtener información cualitativa y cuantitativa.
- Conocer las definiciones de las transformadas de Laplace y Fourier y sus propiedades elementales.
- Saber calcular las transformadas de funciones sencillas y conocer los procedimientos para determinar transformadas inversas.



Unidad didáctica 8. Métodos numéricos de aproximación.

- Conocer las limitaciones de los métodos de cálculo de soluciones exactas y la necesidad de disponer de métodos de aproximación numérica.
- Entender los fundamentos teóricos del método de las diferencias finitas y su utilización práctica en problemas concretos.
- Diseñar algoritmos de aproximación basados en el método de las diferencias finitas, implementarlos en el ordenador y analizar las soluciones que proporcionan.



6. Metodología docente

6.1. Metodología docente*			
Actividad*	Técnicas docentes	Trabajo del estudiante	ECTS
Clase de teoría	Clase magistral y planteamiento de Cuestiones/actividades puntuables.	<u>Presencial</u> : Toma de apuntes. Planteamiento de dudas. Resolución de cuestiones teóricas.	27,5
		<u>No presencial</u> :	30
Clase de prácticas. Resolución de ejercicios tipo	Resolución de ejercicios tipo y planteamiento de cuestiones y problemas para su resolución por parte del alumnado.	<u>Presencial</u> : Participación mediante la resolución de cuestiones planteadas. Resolución de ejercicios. Planteamiento de dudas.	22,5
		<u>No presencial</u> :	75
Clase de Prácticas. Sesiones en el aula de informática	Introducción al uso del software <i>Mathematica</i> para la resolución de problemas. Introducción de algunos métodos numéricos y resolución de problemas sobre aspectos teóricos y prácticos estudiados por medio del uso de dicho programa.	<u>Presencial</u> : Resolución de ejercicios usando <i>Mathematica</i> .	7,5
		<u>No presencial</u> : Resolución de ejercicios y problemas. Repaso de los métodos numéricos presentados.	5
Seminarios de problemas	Se programarán algunos seminarios sobre resolución de problemas puntuables.	<u>Presencial</u> : Resolución de ejercicios y problemas.	5
Actividades de evaluación formativa	Se realizarán controles sobre contenidos previos previamente estudiados en educación secundaria y bachillerato.	<u>Presencial</u> : Realización de controles.	1,25
		<u>No presencial</u> :	5
Tutorías individuales	Las tutorías serán individuales con objeto de realizar un seguimiento individualizado del aprendizaje del alumnado. También se dedicarán a la resolución de dudas surgidas en tiempo de estudio.	<u>Presencial</u> : Planteamiento de dudas en horario de tutorías.	2,5
		<u>No presencial</u> :	1,25
Pruebas escritas individuales	Realización de un examen final en cada cuatrimestre.	<u>Presencial</u> : Resolución del examen.	5
			187,5



7. Metodología de evaluación

7.1. Metodología de evaluación*

Actividad	Tipo		Sistema y criterios de evaluación*	Peso (%)	Resultados (4.5) evaluados
	Sumativa*	Formativa*			
Exámenes escritos sobre contenidos teóricos y de cálculo analítico	X	X	Poco antes de acabar cada cuatrimestre, se realizará un examen escrito sobre los contenidos teóricos y de cálculo analítico estudiados a lo largo de dicho cuatrimestre. En la convocatoria de junio, se realizará un examen final para aquellos alumnos que no hayan aprobado por parciales. Para aprobar por parciales se debe sacar al menos un 4 (evaluado de 0 a 10) en cada parcial y que la suma con las notas obtenidas en los exámenes de prácticas con ordenador más el trabajo continuo supere el 5 (sobre 10). Para las convocatorias de septiembre y febrero, los alumnos deberán examinarse de la parte escrita sobre contenidos teóricos y de cálculo analítico (con un peso del 90% sobre el total), y de prácticas con ordenador (con un peso del 10% sobre el total). El criterio de evaluación es la corrección y precisión tanto en las respuestas a las cuestiones teóricas como a las de cálculo.	70	1,2 y 3.
Exámenes de prácticas con ordenador	X	X	Poco antes de acabar cada cuatrimestre, se realizará un examen de prácticas con ordenador donde los alumnos podrán disponer de apuntes. El criterio de evaluación es la corrección de las respuestas a las cuestiones planteadas.	5	4.
Evaluación continua	X	X	El profesor dispondrá de un registro actualizado de notas de clase, teniendo en cuenta las aportaciones interesantes del alumnado, su participación activa en las sesiones teórico-prácticas, el planteamiento de dudas y cuestiones, así como la resolución de ejercicios.	25	1, 2, 3 y 5.



7.2. Mecanismos de control y seguimiento (opcional)

Se emplearán los siguientes recursos por parte del equipo docente de la asignatura Álgebra para evaluar el grado de comprensión de los contenidos de dicha materia, así como para comprobar si las competencias anteriormente descritas se alcanzan satisfactoriamente:

- Cuestiones teóricas planteadas en clase.
- Resolución de ejercicios propuestos en clase.
- Participación en las actividades de autoevaluación (evaluación formativa).
- Resolución y entrega de problemas propuestos.
- Participación en pruebas de evaluación sumativa.
- Elaboración de informes de prácticas de laboratorio.
- Participación activa en clase.
- Realización de exámenes presenciales.



8 Bibliografía y recursos

8.1. Bibliografía básica*

1. M. Besada y otros, *Cálculo de varias variables. Cuestiones y ejercicios resueltos*. Ed. Prentice Hall (2001).
2. F. Bombal, L. Rodríguez, G. Vera, *Problemas de Análisis Matemático. Tomos 1, 2 y 3*. Ed. A.C. (Madrid) (1987-88).
3. J.A. Facenda Aguirre, F.J. Freniche Ibáñez, *Integración de funciones de varias variables*. Ed. Pirámide (2002).
4. J.E. Marsden, *Análisis Clásico Elemental*. Addison Wesley Iberoamericana (1993).
5. J.M. Mazón Ruiz, *Cálculo Diferencial*. Ed. McGraw-Hill (1997).
6. F. Periago, *Teoría de Campos y Ecuaciones en Derivadas Parciales*. H. Escarabajal Eds. (2003).

8.2. Bibliografía complementaria*

1. T.M. Apostol, *Calculus Vol. II*. Reverté (1986).
2. E. Aranda, P. Pedregal, *Problemas de Cálculo Vectorial*, Septem Ediciones, 2003.
3. J.A. Fernández Viña, *Análisis Matemático II. Topología y Cálculo Diferencial*. Ed. Tecnos (1984).
4. E. Linés, *Análisis Matemático II*. Ed. UNED (1991).
5. J. S. Robertson, *Engineering Mathematics with Mathematica*, McGraw-Hill (1995).
6. M. Spiegel, *Transformadas de Laplace*, McGraw-Hill (serie Schaum) (1985).

8.3. Recursos en red y otros recursos

- [The MacTutor History of Mathematics archive](#)

