



## Grado en Ingeniería Civil 28705 - Matemática aplicada a la Ingeniería II

Guía docente para el curso 2011 - 2012

Curso: 1, Semestre: 2, Créditos: 6.0

---

### Información básica

---

#### Profesores

- Antonio Ramon Laliena Bielsa -

#### Recomendaciones para cursar esta asignatura

El desarrollo de la asignatura Matemática Aplicada a la Ingeniería II exige poner en juego conocimientos y estrategias procedentes de la asignatura precedente a esta en el primer cuatrimestre: Matemática Aplicada a la Ingeniería I, siendo recomendable haber superado esta para un correcto desarrollo de la asignatura.

#### Actividades y fechas clave de la asignatura

Para la consecución de los resultados de aprendizaje se desarrollarán las actividades siguientes:

— Actividades genéricas presenciales:

- Clases teóricas: Se explicarán los conceptos teóricos de la asignatura y se desarrollarán ejemplos prácticos ilustrativos como apoyo a la teoría cuando se crea necesario.

- Clases prácticas: Se realizarán problemas y casos prácticos como complemento a los conceptos teóricos estudiados.

— Actividades genéricas no presenciales:

- Estudio y asimilación de la teoría expuesta en las clases magistrales.

- Comprensión y asimilación de problemas y casos prácticos resueltos en las clases prácticas.

- Preparación de seminarios, resolución de problemas propuestos, etc.

- Preparación de las pruebas escritas de evaluación continua y exámenes finales.

Actividades autónomas tutorizadas: Aunque tendrán más bien un carácter presencial se han tenido en cuenta a parte por su idiosincrasia, estarán enfocadas principalmente a seminarios y tutorías bajo la supervisión del profesor.

Actividades de refuerzo: De marcado carácter no presencial, a través de un portal virtual de enseñanza (Moodle) se dirigirán diversas actividades que refuercen los contenidos básicos de la asignatura. Estas actividades podrán ser personalizadas o no, controlándose su realización a través del mismo.

El horario semanal de la asignatura se encuentra reflejado en la tabla siguiente.

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
09:30 - 10:20 h		*	*	*	
10:30 - 11:20 h		*	*	*	
11:30 - 12:20 h					
12:30 - 13:20 h					
14:30 - 15:20 h					
15:30 - 16:20 h					

Clases teóricas y prácticas presenciales para todos los alumnos

Prácticas de laboratorio por grupos, seminarios y tutorías

\* El horario definitivo será publicado en el mes de Julio

Las fechas más significativas se encuentran recogidas en el siguiente cronograma orientativo, pudiendo variar en función del desarrollo de la actividad lectiva.

Las fechas de los exámenes finales serán las publicadas de forma oficial en <http://www.eupla.es/secretaria/academica/examenes.html>.

Las pruebas de evaluación escritas estarán relacionadas con los temas siguientes:

- Prueba 1: Cálculo diferencial
- Prueba 2: Cálculo Integral
- Prueba 3: Ecuaciones Diferenciales

---

## Inicio

---

## Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

**El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...**

- 1:** Resuelve problemas matemáticos que pueden plantearse en Ingeniería.
- 1:** Tiene aptitud para aplicar los conocimientos adquiridos de cálculo diferencial e integral en varias variables, geometría diferencial, EDO's y EDP's.
- 1:** Sabe utilizar métodos numéricos en la resolución de algunos problemas matemáticos que se le plantean.

**1:** Conoce el uso reflexivo de herramientas de cálculo simbólico y numérico.

**1:** Posee habilidades propias del pensamiento científico matemático, que le permiten preguntar y responder a determinadas cuestiones matemáticas.

**1:** Tiene destreza para manejar el lenguaje matemático; particularmente, el lenguaje simbólico y formal

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

Esta asignatura presenta una primera aproximación al Cálculo en varias variables con aplicaciones a la geometría diferencial; así mismo, el curso aborda una introducción a las ecuaciones diferenciales ordinarias (EDOs) y a las ecuaciones en derivadas parciales (EDPs).

---

## Contexto y competencias

---

### Sentido, contexto, relevancia y objetivos generales de la asignatura

#### La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:

Esta asignatura es un pilar fundamental para el posterior desarrollo del grado de Ingeniería Civil dado que en ella se proporciona la base matemática necesaria para poder realizar las futuras asignaturas de dicho grado. Por tanto es necesario que el alumno al superar dicha asignatura haya adquirido una sólida formación matemática, además de los recursos necesarios para que a partir de entonces pueda seguir formándose de manera autónoma si así lo requiriera su experiencia personal en el futuro.

Además, el alumno tras cursar esta asignatura ha de formar un sentido crítico, que le permita abordar los problemas de su grado de distintas maneras y evaluando las respuestas obtenidas.

#### Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

La asignatura de Matemática Aplicada a la Ingeniería II, forma parte del Grado en Ingeniería de Organización Industrial que imparte la EUPLA, enmarcándose dentro del grupo de asignaturas que conforman el módulo denominado Formación Común. Se trata de una asignatura de primer curso ubicada en el segundo semestre y de carácter obligatorio (OB), con una carga lectiva de 6 créditos ECTS.

Dicha asignatura implica un impacto discreto en la adquisición de las competencias de la titulación, pero es clave a la hora de la formación de un Ingeniero, pues se trata una asignatura en la que se imparte la base matemática de dicho grado. Esta base es la que permitirá desarrollar el resto de asignaturas propias del grado de Ingeniería Civil y de aportar una formación adicional útil en el desempeño de las funciones del Ingeniero/a de cara a una mayor profundización en determinados campos de las asignaturas más especializadas.

La necesidad de la asignatura dentro del plan de estudios de la presente titulación está más que justificada y se entiende que lo ideal sería que, como estudiante, se comenzara esta asignatura con las ideas claras acerca del conocimiento del funcionamiento en una variable, tanto de la derivación como la integración, conocimientos previos adquiridos en estudios anteriores. Asimismo sería también interesante el conocimiento de la geometría del espacio y del plano a un nivel elemental, de formación de Bachiller.

## **Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...**

- 1:** Capacidad para resolver problemas y tomar decisiones con iniciativa, creatividad y razonamiento crítico.
- 1:** Comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en castellano.
- 1:** Capacidad para aprender de forma continuada y desarrollar estrategias de aprendizaje autónomo.
- 1:** Capacidad para aplicar las tecnologías de la información y de las comunicaciones en la ingeniería.
  
- 1:** Capacidad para usar las técnicas, habilidades y herramientas de la Ingeniería necesarias para la práctica de la misma.
- 1:** Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la Ingeniería.
- 1:** Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: cálculo diferencial e integral en varias variables, geometría diferencial, ecuaciones diferenciales ordinarias y en derivadas parciales.

## **Importancia de los resultados de aprendizaje que se obtienen en la asignatura:**

Dicha asignatura implica un impacto discreto en la adquisición de las competencias de la titulación, pero es clave a la hora de la formación de un Ingeniero, pues se trata una asignatura en la que se imparte la base matemática de dicho grado. Esta base es la que permitirá desarrollar el resto de asignaturas propias del grado de Ingeniería Civil y de aportar una formación adicional útil en el desempeño de las funciones del Ingeniero/a de cara a una mayor profundización en determinados campos de las asignaturas más especializadas.

---

## **Evaluación**

---

### **Actividades de evaluación**

**El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación**

- 1:** **Sistema de evaluación continua.**

Siguiendo el espíritu de Bolonia, en cuanto al grado de implicación y trabajo continuado del alumno a lo largo del curso, la evaluación de la asignatura contempla el sistema de evaluación continua como el más acorde para estar en consonancia con las directrices marcadas por el nuevo marco del EEES.

El sistema de evaluación continua va a contar con el siguiente grupo de actividades calificables:

— Actividades individuales en clase: La participación activa en todo el proceso de enseñanza-aprendizaje, la exposición pública de trabajos y la resolución de ejercicios teórico-prácticos en clase contribuirá con un 20 % a la nota final de la asignatura.

— Ejercicios, cuestiones teóricas y trabajos propuestos: El profesor propondrá ejercicios, problemas, casos prácticos, cuestiones teóricas, etc. a resolver de manera individual o en grupo de tres alumnos/as como máximo. Una parte de ellos se trabajarán, discutirán, resolverán, etc. en los seminarios planteados al efecto. Dicha actividad contribuirá con un 40 % a la nota final de la asignatura, para tener en cuenta esta nota, se deberá entregar los trabajos en las fechas marcadas, asistir a todos los seminarios y si se faltase por causa justificada acudir a las tutorías grupales con el profesor.

— Pruebas evaluadoras escritas: Serán realizadas con el fin de regular el aprendizaje, estimular el reparto del esfuerzo a lo largo del tiempo y disponer de una herramienta de evaluación más individualizada del proceso educativo. Dichas pruebas recogerán cuestiones teóricas y/o prácticas, de los diferentes temas a evaluar, su número total será de tres repartidas a lo largo del todo el semestre con una duración mínima de una clase y máxima de dos, según el caso. Dicha actividad contribuirá con un 40 % a la nota final de la asignatura.

Como resumen a lo anteriormente expuesto se ha diseñado la siguiente tabla de ponderación del proceso de calificación de las diferentes actividades en la que se ha estructurado el proceso de evaluación continua de la asignatura.

Actividad de evaluación	Ponderación
Actividades individuales en clase	20%
Ejercicios, cuestiones teóricas y trabajos propuestos	40%
Pruebas evaluadoras escritas	40%

Previamente a la primera convocatoria el profesor de la asignatura notificará a cada alumno/a si ha superado o no la asignatura en función del aprovechamiento del sistema de evaluación continua,. En caso de no aprobar de este modo, el alumno dispondrá de dos convocatorias adicionales para hacerlo (prueba global de evaluación), por otro lado el alumno que haya superado la asignatura mediante esta dinámica, también podrá optar por la evaluación final, en primera convocatoria, para subir nota pero nunca para bajar.

Los criterios de evaluación a seguir para las actividades del sistema de evaluación continua son:

Actividades individuales en clase: Se tendrá en cuenta la participación activa del alumno/a, respondiendo a las preguntas puntualmente planteadas por el profesor en el transcurso diario de la clase, su soltura y expresión oral a la hora de presentar en público los trabajos y la calificación de los ejercicios teóricos-prácticos propuestos y recogidos in situ. Todas las actividades contribuirán en la misma proporción a la nota total de dicho bloque, siendo valoradas de 0 a 10 puntos.

Ejercicios, cuestiones teóricas y trabajos propuestos: Se valorará su planteamiento y correcto desarrollo, la redacción y coherencia de lo tratado, así como la consecución de resultados y las conclusiones finales obtenidas.

Pruebas evaluadoras escritas: Consistirán en el típico examen escrito puntuado de 0 a 10 puntos. La calificación final de dicha actividad vendrá dada por la media aritmética de dichas pruebas, siempre y cuando no exista una nota unitaria por debajo de 3 puntos, en este caso la actividad quedará suspensa. Se valorará el planteamiento y la correcta resolución, así como la justificación de la metodología empleada a la hora de resolver los ejercicios.

## 1: **Prueba global de evaluación final.**

El alumno deberá optar por esta modalidad cuando, por su coyuntura personal, no pueda adaptarse al ritmo de trabajo requerido en el sistema de evaluación continua, haya suspendido o quisiera subir nota habiendo sido partícipe de dicha metodología de evaluación.

Al igual que en la metodología de evaluación anterior, la prueba global de evaluación final tiene que tener por finalidad comprobar si los resultados de aprendizaje han sido alcanzados, al igual que contribuir a la adquisición de las diversas competencias, debiéndose realizar mediante actividades más objetivas si cabe.

La prueba global de evaluación final va a contar con el siguiente grupo de actividades calificables:

— Trabajos propuestos: El profesor propondrá ejercicios, problemas, casos prácticos, cuestiones teóricas, etc. a resolver de manera individual o grupal, siendo entregadas en la fecha fijada al efecto. Dicha actividad contribuirá con un 40 % a la nota final de la asignatura.

— Examen escrito: Debido al tipo de asignatura, con problemas de mediana complejidad y tiempos de resolución razonables, el tipo de prueba más adecuada es la que consiste en la resolución de ejercicios de aplicación teórica y/o práctica de similares características a los resueltos durante el desarrollo convencional de la asignatura, llevados a cabo durante un periodo de tiempo de tres horas. Dicha prueba será única con ejercicios representativos de los temas, contribuyendo con un 60 % a la nota final de la asignatura.

Como resumen a lo anteriormente expuesto se ha diseñado la siguiente tabla de ponderación del proceso de calificación de las diferentes actividades en la que se ha estructurado el proceso de evaluación final de la asignatura.

Actividad de evaluación	Ponderación
Ejercicios, cuestiones teóricas y trabajos propuestos	40%
Examen escrito	60%

Se habrá superado la asignatura en base a la suma de las puntuaciones obtenidas en las distintas actividades desarrolladas

Para aquellos alumnos/as que hayan suspendido el sistema de evaluación continua, pero algunas de sus actividades, a excepción de las pruebas evaluativas escritas, las hayan realizado podrán promocionarlas a la prueba global de evaluación final, pudiendo darse el caso de sólo tener que realizar el examen escrito.

Todas las actividades contempladas en la prueba global de evaluación final, a excepción del examen escrito, podrán ser promocionadas a la siguiente convocatoria oficial, dentro del mismo curso académico.

Los criterios de evaluación a seguir para las actividades de la prueba global de evaluación final son:

Ejercicios, cuestiones teóricas y trabajos propuestos: Se valorará su planteamiento y correcto desarrollo, la redacción y coherencia de lo tratado, así como la consecución de resultados y las conclusiones finales obtenidas. La puntuación irán de 0 a 10 puntos.

Examen escrito: Consistirán en el típico examen escrito puntuado de 0 a 10 puntos. Se valorará el planteamiento y la correcta resolución, así como la justificación de la metodología empleada a la hora de resolver los ejercicios que lo componen.

---

## Actividades y recursos

---

### Presentación metodológica general

**El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:**

En una fuerte interacción profesor/alumno. Esta interacción se materializa por medio de un reparto de trabajo y

responsabilidades entre alumnado y profesorado. No obstante, se tendrá que tener en cuenta que en cierta medida el alumnado podrá marcar su ritmo de aprendizaje en función de sus necesidades y disponibilidad, siguiendo las directrices marcadas por el profesor.

La presente asignatura de Matemática Aplicada a la Ingeniería II se concibe como un conjunto único de contenidos, pero trabajados bajo tres formas fundamentales y complementarias como lo son: los conceptos teóricos de cada unidad didáctica, la resolución de problemas o cuestiones y las prácticas con ordenadores, apoyadas a su vez por otra serie de actividades.

La organización de la docencia se realizará siguiendo las pautas siguientes:

— **Clases teóricas:** Actividades teóricas impartidas de forma fundamentalmente expositiva por parte del profesor, de tal manera que se exponga los soportes teóricos de la asignatura, resaltando lo fundamental, estructurándolos en temas y/o apartados y relacionándolos entre sí.

— **Clases prácticas:** El profesor resuelve problemas o casos prácticos con fines ilustrativos. Este tipo de docencia complementa la teoría expuesta en las clases magistrales con aspectos prácticos.

— **Seminarios:** El grupo total de las clases teóricas o de las clases prácticas se puede o no dividir en grupos más reducidos, según convenga. Se emplearán para analizar casos, resolver supuestos, resolver problemas, etc. A diferencia de lo que sucede con las clases prácticas, el profesor no es protagonista, limitándose a escuchar, atender, orientar, aclarar, valorar, evaluar. Se busca fomentar la participación del alumno, así como tratar de facilitar la evaluación continua del alumnado y conocer el rendimiento del aprendizaje.

— **Prácticas de Ordenador:** El grupo total de las clases magistrales se dividirá en varios, según el número de alumnos/as matriculados, de forma que se formen grupos más reducidos. Los alumnos realizarán trabajos en el aula de informática empleando wxMaxima y Octave.

— **Tutorías grupales:** Actividades programadas de seguimiento del aprendizaje en las que el profesor se reúne con un grupo de estudiantes para orientar sus labores de aprendizaje autónomo y de tutela de trabajos dirigidos o que requieren un grado de asesoramiento muy elevado por parte del profesor.

— **Tutorías individuales:** Son las realizadas a través de la atención personalizada, de forma individual, del profesor en el departamento. Tienen como objetivo ayudar a resolver las dudas que encuentran los alumnos, especialmente de aquellos que por diversos motivos no pueden asistir a las tutorías grupales o necesitan una atención puntual más personalizada. Dichas tutorías podrán ser presenciales o virtuales.

## Actividades de aprendizaje programadas (Se incluye programa)

**El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...**

1:

Implica la participación activa del alumnado, de tal manera que para la consecución de los resultados de aprendizaje se desarrollarán, sin ánimo de redundar en lo anteriormente expuesto, las actividades siguientes:

— **Actividades genéricas presenciales:**

● **Clases teóricas:** Se explicarán los conceptos teóricos de la asignatura y se desarrollarán ejemplos prácticos ilustrativos como apoyo a la teoría cuando se crea necesario.

● **Clases prácticas:** Se realizarán problemas y casos prácticos como complemento a los conceptos teóricos estudiados.

● **Prácticas de Ordenador:** Los alumnos serán divididos en varios grupos estando supervisados por el profesor.

— **Actividades genéricas no presenciales:**

● Estudio y asimilación de la teoría expuesta en las clases magistrales.

- Comprensión y asimilación de problemas y casos prácticos resueltos en las clases prácticas.
- Preparación de seminarios, resolución de problemas propuestos, etc.
- Preparación de las prácticas de laboratorio, elaboración de los guiones e informes correspondientes.
- Preparación de las pruebas escritas de evaluación continua y exámenes finales.

— **Actividades autónomas tutorizadas:** Aunque tendrán más bien un carácter presencial se han tenido en cuenta a parte por su idiosincrasia, estarán enfocadas principalmente a seminarios y tutorías bajo la supervisión del profesor.

— **Actividades de refuerzo:** De marcado carácter no presencial, a través de un portal virtual de enseñanza (Moodle) se dirigirán diversas actividades que refuercen los contenidos básicos de la asignatura. Estas actividades podrán ser personalizadas o no, controlándose su realización a través del mismo.

La asignatura consta de 6 créditos ECTS, lo cual representa 150 horas de trabajo del alumno/a en la asignatura durante el semestre, es decir, 10 horas semanales durante 15 semanas lectivas.

Un resumen de la distribución temporal orientativa de una semana lectiva puede verse en la tabla siguiente. Estos valores se obtienen de la ficha de la asignatura de la Memoria de Verificación del título de grado, teniéndose en cuenta que el grado de experimentalidad considerado para dicha asignatura es bajo.

Actividad	Horas semana lectiva
Clases magistrales	3
Prácticas de ordenador	1
Otras actividades	6

No obstante la tabla anterior podrá quedar más detallada, teniéndose en cuenta la distribución global siguiente:

- 45 horas de clase magistral, con un 40 % de exposición teórica y un 60 % de resolución de problemas tipo.
- 11 horas de prácticas de ordenador, en sesiones de 1 ó 2 horas.
- 6 horas de pruebas evaluadoras escritas, a razón de dos hora por prueba.
- 6 Horas de seminarios y tutorías grupales.
- 32 horas de ejercicios y trabajos tutelados, repartidas a largo de las 15 semanas de duración del semestre.
- 50 horas de estudio personal, repartidas a lo largo de las 15 semanas de duración del semestre.

## Planificación y calendario

### Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

Las fechas de los exámenes finales serán las publicadas de forma oficial en <http://www.eupla.es/secretaria/academica/examenes.html>.

Las pruebas evaluadoras escritas estarán relacionadas con los temas siguientes:

- Prueba 1: Cálculo diferencial
- Prueba 2: Cálculo Integral

Los temas y sus fechas de entrega sobre los trabajos que se desarrollaran se concretarán durante el transcurso de la asignatura

## Contenidos

### Contenidos de la asignaturas indispensables para la obtención de los resultados de aprendizaje.

Las pautas seguidas para elaborar los contenidos han sido las siguientes:

- Se respetaron los contenidos propuestos en la memoria de verificación.
- Se desarrolló un temario cuyos capítulos concuerdan en general con los títulos del programa especificado. Cuando así no se hizo fue porque por su extensión y/o correlación se incluyó en otro.
- Se seleccionó una nutrida bibliografía de reconocida solvencia técnica, clásica y de ediciones actuales.
- Se seleccionaron los temas mejor tratados de la bibliografía y se volcaron en un texto único, de diseño y formato propio, con innovadores recursos didácticos. El profesor no ha pretendido ser inédito en su elaboración, se ha basado en textos de reconocido prestigio, sólo son originales los objetivos, organización y presentación del material y redacción de algunos apartados de los temas. El texto completo está disponible en el servicio de reprografía de la Escuela, así como en soporte digital publicado en Moodle.

— Los objetivos específicos conseguidos con la elaboración del propio texto podrán resumirse en los siguientes:

- Resaltar la relación entre el análisis conceptual y la resolución de problemas, empleando el número de ejemplos necesarios para mostrar los enfoques de resolución de los mismos, haciendo hincapié en que resolverlos es un proceso en el cual se aplica el conocimiento conceptual, y no se trata meramente de un modelo mecanizado para la solución. Por ello, en el texto y en los ejemplos resueltos se resaltan los procesos mentales de resolución de problemas con base en los conceptos, en vez de destacar los procedimientos mecánicos.
- Proporcionar a los alumnos/as la práctica en el empleo de las técnicas de análisis que se presentan en el texto.
- Mostrar a los alumnos/as que las técnicas analíticas son herramientas, no objetivos, permitiendo en variadas situaciones que practiquen en la elección del método analítico que usarán para obtener la solución.
- Alentar el interés de los alumnos/as en las actividades de la ingeniería, incluyendo problemas de aplicación real.
- Elaborar problemas y ejercicios que utilicen valores realistas que representen situaciones factibles.
- Alentar a los alumnos/as para que evalúen la solución, ya sea con otro método de resolución o por medio de pruebas, para ver si tiene sentido en términos del comportamiento conocido.

El programa de la asignatura se estructura en torno a dos componentes de contenidos complementarios:

- Teóricos.
- Prácticos.

### Explicitación de los contenidos

#### 1: CONTENIDOS TEÓRICOS

Calculo en varias variables:

Calculo diferencial.

Calculo integral.

Aplicaciones a la geometría diferencial.

Ecuaciones diferenciales:

Ecuaciones diferenciales ordinarias.

Ecuaciones en derivadas parciales

## 2: CONTENIDOS PRÁCTICOS

Cada tema expuesto en la sección anterior, lleva asociadas prácticas al respecto, ya sean mediante supuestos prácticos, interpretación y comentario de lecturas asociadas a la temática y/o trabajos conducentes a la obtención de resultados y a su análisis e interpretación. Conforme se desarrollen los temas se irán planteando dichas Prácticas, bien en clase o mediante la plataforma Moodle.

Las prácticas de ordenador de Matemática Aplicada a la ingeniería II constituyen un complemento muy importante para la formación integral del alumno/a que cursa la titulación de Ingeniería Civil. Ya que serán los ordenadores las herramientas básicas en el desarrollo de los cálculos necesarios para el empleo de su profesión así como en el resto de asignaturas con alguna base matemática.

Constarán de:

Utilización de los programas wxMaxima y Octave, para cálculos simbólicos y numéricos.

Seminarios: Seminario de introducción a Octave.

## Recursos

### Materiales

Material	Soporte
Apuntes de teoría del temario Transparencias temario tradicionales Problemas temario	Papel/repositorio
Apuntes de teoría del temario Presentaciones temario Problemas temario	Digital/Moodle Correo electrónico

## Bibliografía

Bibliografía de Cálculo

- [1] T.M. Apostol. Calculus. 2 volúmenes. Reverte, 1982.
- [2] G. L. Bradley, K. J. Smith. Calculo de varias variables, Volumen II. Prentice Hall, 1998.
- [3] A. Quarteroni, F. Saleri. Calculo científico con MATLAB y Octave. Springer{Verlag, 2006.
- [4] J. de Burgos. Calculo Infinitesimal de varias variable. McGraw-Hill, 1997.
- [5] J. de Burgos. Fundamentos Matemáticos de la Ingeniera. Ed. Garcia Maroto, 2008.
- [6] F. Garca Castro, A. Gutierrez Gomez. Calculo Infinitesimal. Volúmenes I 1, I 2, II 1 y II 2. Piramide 1992.
- [7] R. E. Larson, R. P. Hostetler, B. H. Edwards. Calculo. 2 volúmenes. McGraw-Hill, 1999.
- [8] J. E. Marsden, A. J. Tromba. Calculo Vectorial, Addison-Wesley, 1991.
- [9] I. U~na, J. San Martin, V. Tomeo. Problemas resueltos de calculo en varias variables. Thomson, 2007.

## Bibliografía de Ecuaciones Diferenciales

- [10] R.K. Nagle, E. B. Sa, A. D. Snider. Ecuaciones diferenciales y problemas con valores en la frontera. Pearson Educación 2005.
- [11] G. F. Simmons, J. S. Robertson. Ecuaciones diferenciales con aplicaciones y notas históricas. McGraw-Hill, 1996.
- [12] D. G. Zill, M. R. Cullen. Ecuaciones Diferenciales con problemas de valores en la frontera. Thomson, 2006

## **Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada**