



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ing. de Caminos  
Canales y P.

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**43000364 - Modelos Matematicos Para Sistemas De Ingenieria Ci**

### PLAN DE ESTUDIOS

04AG - Master Universitario En Ingenieria De Caminos, Canales Y Puertos

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2025/26 - Primer semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
4. Descripción de la asignatura y temario.....	4
5. Cronograma.....	6
6. Actividades y criterios de evaluación.....	9
7. Recursos didácticos.....	13
8. Otra información.....	14

## 1. Datos descriptivos

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	43000364 - Modelos Matematicos para Sistemas de Ingenieria Ci
<b>No de créditos</b>	7.5 ECTS
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Curso</b>	Primer curso
<b>Semestre</b>	Primer semestre
<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	04AG - Master Universitario en Ingenieria de Caminos, Canales y Puertos
<b>Centro responsable de la titulación</b>	04 - E.T.S. De Ing. De Caminos Canales Y P.
<b>Curso académico</b>	2025-26

## 2. Profesorado

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Miguel Martin Stickle (Coordinador/a)	laboratorio	miguel.martins@upm.es	L - 13:30 - 15:00 M - 13:30 - 15:00 X - 13:30 - 15:00 V - 13:30 - 15:00
Jose Francisco Gomez Garcia	laboratorio	josefrancisco.gomez@upm.e s	M - 12:45 - 14:45 X - 09:45 - 11:15 V - 09:00 - 11:30

Pablo Gabriel Zaninelli Garcia	Laboratorio	pablo.zaninelli@upm.es	L - 13:45 - 15:45 M - 13:45 - 15:45 J - 13:45 - 15:45
-----------------------------------	-------------	------------------------	---

\* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

## 2.2. Personal investigador en formación o similar

Nombre	Correo electrónico	Profesor responsable
Moussavi Tayyebi, Saeid	saeid.moussavita@alumnos.upm.es	Pastor Perez, Manuel Tomas

## 3. Competencias y resultados de aprendizaje

### 3.1. Competencias

CB06 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación

CB07 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos

CB08 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios

CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

CE19 - Capacidad para abordar y resolver problemas matemáticos avanzados de ingeniería, desde el planteamiento del problema hasta el desarrollo de la formulación y su implementación en un programa de ordenador. En particular, capacidad para formular, programar y aplicar modelos analíticos y numéricos avanzados de cálculo, proyecto, planificación y gestión, así como capacidad para la interpretación de los resultados obtenidos, en el contexto de la ingeniería civil.

CE33 - Capacidad para aplicar los conocimientos técnicos en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la ingeniería civil.

CE39 - Capacidad predictiva para optimización de soluciones en ingeniería estructural.

CGP01 - Capacitación científico-técnica y metodológica para el reciclaje continuo de conocimientos y el ejercicio de las funciones profesionales de asesoría, análisis, diseño, cálculo, proyecto, planificación, dirección, gestión, construcción, mantenimiento, conservación y explotación en los campos de la ingeniería civil. Incorpora las competencias CB6, CB7 y CB8

CGP06 - Conocimiento para aplicar las capacidades técnicas y gestoras en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la ingeniería civil. Incorpora las competencias CB6, CB7 y CB8.

CGP18 - Conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de métodos matemáticos, analíticos y numéricos de la ingeniería, mecánica de fluidos, mecánica de medios continuos, cálculo de estructuras, ingeniería del terreno, ingeniería marítima, obras y aprovechamientos hidráulicos y obras lineales. Incorpora las competencias CB6, CB7 y CB8.

CT2 - Polivalencia y capacidad de aprendizaje autónomo. Desarrolla la competencia transversal 5ª del Real Decreto.

## 3.2. Resultados del aprendizaje

RA209 - Conoce y aplica técnicas y modelos de optimización a problemas de ingeniería civil.

RA68 - Formula y resuelve problemas matemáticos y numéricos avanzados de ingeniería civil, identificando sus diferentes componentes científicos y técnicos y seleccionando y acoplando con eficacia los métodos de resolución

RA211 - Modeliza y predice el comportamiento de problemas en ingeniería civil.

RA210 - Conoce y aplica herramientas de cálculo numérico a problemas de ingeniería civil.

## 4. Descripción de la asignatura y temario

---

### 4.1. Descripción de la asignatura

Tema1. Seminario de Estadística avanzada

Tema2. Optimización

2.1. Ampliación teoría de grafos orientada a la optimización

2.2 Los problemas del camino óptimo y del árbol parcial óptimo

2.3 Redes de transporte. Problema del flujo óptimo

2.4 Ampliación de programación lineal. Análisis de sensibilidad

2.5 Programación Dinámica y otras técnicas de Investigación Operativa

Tema 3. Cálculo numérico.

3.1. Aproximación de funciones.

3.2. Interpolación

3.3. Mínimos cuadrados

3.4. Integración numérica

3.5. Sistemas lineales y no lineales

3.6. Sistemas no lineales

Tema 4. Elementos Finitos y métodos sin malla (SPH).

4.1. Obtención de las ecuaciones del MEF (Método de Elementos Finitos).

4.2. Resolución mediante el MEF de problemas elípticos.

4.3. Resolución mediante el MEF y métodos sin malla (SPH) de problemas parabólicos

4.4. Resolución mediante el MEF y el SPH de problemas hiperbólicos

Tema 5. Conceptos de teoría de campos

## 4.2. Temario de la asignatura

1. Seminario de Estadística avanzada

2. Optimización

2.1. Ampliación teoría de grafos orientada a la optimización

2.2. Los problemas del camino óptimo y del árbol parcial óptimo

2.3. Redes de transporte. Problema del flujo óptimo

2.4. Ampliación de programación lineal. Análisis de sensibilidad

2.5. Programación Dinámica y otras técnicas de Investigación Operativa

3. Cálculo numérico

3.1. aproximación de funciones: interpolación, método SPH

3.2. Mínimos cuadrados

3.3. Integración numérica

3.4. Resolución de Sistemas de ecuaciones lineales

3.5. Ecuaciones y Sistemas no lineales

4. Elementos Finitos

4.1. Obtención de las ecuaciones del MEF (Método de Elementos Finitos).

4.2. Resolución mediante el MEF de problemas elípticos.

4.3. Resolución mediante el MEF de problemas parabólicos

4.4. Resolución mediante el MEF de problemas hiperbólicos

5. Conceptos de Teoría de Campos

## 5. Cronograma

### 5.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Conceptos de teoría de campos</b> Duración: 02:20 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Conceptos de teoría de campos</b> Duración: 03:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	Teoría y ejercicios ( si no se pudiera realizar de forma presencial se haría on-line mediante clases pregrabadas y otro material didáctico o en directo Duración: 00:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación	
2	<b>Conceptos de teoría de campos</b> Duración: 02:20 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Conceptos de teoría de campos</b> Duración: 03:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	Teoría y ejercicios ( si no se pudiera realizar de forma presencial se haría on-line mediante clases pregrabadas y otro material didáctico o en directo Duración: 00:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación	
3	<b>Introducción Elem Finitos</b> Duración: 02:20 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Introducción Elem Finitos</b> Duración: 03:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	Teoría y ejercicios ( si no se pudiera realizar de forma presencial se haría on-line mediante clases pregrabadas y otro material didáctico o en directo Duración: 00:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación	
4	<b>Introducción Elem Finitos</b> Duración: 02:20 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Introducción Elem Finitos</b> Duración: 03:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	Teoría y ejercicios ( si no se pudiera realizar de forma presencial se haría on-line mediante clases pregrabadas y otro material didáctico o en directo Duración: 00:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación	
5	<b>Introducción Elem Finitos</b> Duración: 02:20 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Introducción Elem Finitos</b> Duración: 03:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	Teoría y ejercicios ( si no se pudiera realizar de forma presencial se haría on-line mediante clases pregrabadas y otro material didáctico o en directo Duración: 00:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación	
6	<b>problemas de tipo parabólico: diferencias finitas y elementos finitos</b> Duración: 02:20 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>problemas de tipo parabólico: diferencias finitas y elementos finitos</b> Duración: 03:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	Teoría y ejercicios ( si no se pudiera realizar de forma presencial se haría on-line mediante clases pregrabadas y otro material didáctico o en directo Duración: 00:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación	

7	<p><b>problemas de tipo parabólico: diferencias finitas y elementos finitos</b> Duración: 02:20 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>problemas de tipo parabólico: diferencias finitas y elementos finitos</b> Duración: 03:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p>Teoría y ejercicios ( si no se pudiera realizar de forma presencial se haría on-line mediante clases pregrabadas y otro material didáctico o en directo Duración: 00:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>	
8	<p><b>problemas de tipo parabólico: diferencias finitas y elementos finitos</b> Duración: 02:20 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>problemas de tipo parabólico: diferencias finitas y elementos finitos</b> Duración: 03:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p><b>1er examen parcial</b> Duración: 04:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>	<p>Teoría y ejercicios ( si no se pudiera realizar de forma presencial se haría on-line mediante clases pregrabadas y otro material didáctico o en directo Duración: 00:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>	<p><b>1er examen parcial</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 03:00</p> <p><b>Si el primer parcial no se pudiera realizar de forma presencial, sería on-line, con el mismo peso que la presencial</b> ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación Progresiva No presencial Duración: 03:00</p>
9	<p><b>problemas de tipo hiperbólico: diferencias finitas, elementos finitos</b> Duración: 02:20 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>problemas de tipo hiperbólico: diferencias finitas, elementos finitos</b> Duración: 03:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p>Teoría y ejercicios ( si no se pudiera realizar de forma presencial se haría on-line mediante clases pregrabadas y otro material didáctico o en directo Duración: 00:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>	
10	<p><b>problemas de tipo hiperbólico: diferencias finitas, elementos finitos</b> Duración: 02:20 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>problemas de tipo hiperbólico: diferencias finitas, elementos finitos</b> Duración: 03:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p>Teoría y ejercicios ( si no se pudiera realizar de forma presencial se haría on-line mediante clases pregrabadas y otro material didáctico o en directo Duración: 00:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>	
11	<p><b>problemas de tipo hiperbólico: diferencias finitas, elementos finitos</b> Duración: 02:20 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>problemas de tipo hiperbólico: diferencias finitas, elementos finitos</b> Duración: 03:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p>Teoría y ejercicios ( si no se pudiera realizar de forma presencial se haría on-line mediante clases pregrabadas y otro material didáctico o en directo Duración: 00:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>	
12	<p><b>problemas de tipo hiperbólico: diferencias finitas, elementos finitos</b> Duración: 02:20 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>problemas de tipo hiperbólico: diferencias finitas, elementos finitos</b> Duración: 03:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p>Teoría y ejercicios ( si no se pudiera realizar de forma presencial se haría on-line mediante clases pregrabadas y otro material didáctico o en directo Duración: 00:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>	
13	<p><b>Optimización</b> Duración: 02:20 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Optimización</b> Duración: 03:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p>Teoría y ejercicios ( si no se pudiera realizar de forma presencial se haría on-line mediante clases pregrabadas y otro material didáctico o en directo Duración: 00:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>	

14	<p><b>Optimización</b> Duración: 02:20 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Optimización</b> Duración: 03:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Teoría y ejercicios ( si no se pudiera realizar de forma presencial se haría on-line mediante clases pregrabadas y otro material didáctico o en directo</b> Duración: 00:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>	
15	<p><b>preparacion de exámenes. Tutorías finales</b> Duración: 02:20 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>	<p><b>preparacion de exámenes. Tutorías finales</b> Duración: 03:30 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>		
16				
17		<p><b>2º examen parcial /examen final</b> Duración: 03:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p> <p><b>2º examen parcial /examen final, Si esta prueba no se pudiera realizar de forma presencial, sería on-line</b> Duración: 03:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p> <p><b>Examen extraordinario</b> Duración: 03:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p> <p><b>Examen extraordinario. Si esta prueba no se pudiera realizar de forma presencial, sería on-line</b> Duración: 00:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>	<p><b>Examen ordinario</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Global No presencial Duración: 03:00</p> <p><b>examen ordinario, Si esta prueba no se pudiera realizar de forma presencial, sería on-line</b> ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación Global No presencial Duración: 00:00</p> <p><b>Segundo parcial</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 03:00</p> <p><b>Si el segundo parcial no se pudiera realizar de forma presencial, sería on-line, con el mismo peso que la presencial</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva No presencial Duración: 03:00</p>	

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

## 6. Actividades y criterios de evaluación

### 6.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 6.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
8	1er examen parcial	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	50%	3 / 10	CGP18 CGP06 CB07 CB08 CT2 CE39 CE19 CGP01 CB06 CE33 CB10
8	Si el primer parcial no se pudiera realizar de forma presencial, sería on-line, con el mismo peso que la presencial	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	03:00	50%	3 / 10	CB07 CB08 CT2 CE39 CGP06 CE19 CGP01 CB06 CE33 CB10
17	Segundo parcial	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	50%	3 / 10	CGP06 CGP18 CB07 CB08 CT2 CE39 CE19 CGP01 CB06 CE33 CB10
17	Si el segundo parcial no se pudiera realizar de forma presencial, sería on-line, con el mismo peso que la presencial	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	No Presencial	03:00	50%	3 / 10	CGP06 CB07 CB08 CT2 CE39 CGP18 CE19 CGP01

							CB06 CE33 CB10
--	--	--	--	--	--	--	----------------------

### 6.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen ordinario	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	No Presencial	03:00	100%	5 / 10	CGP06 CGP18 CB07 CB08 CT2 CE39 CE19 CGP01 CB06 CE33 CB10
17	examen ordinario, Si esta prueba no se pudiera realizar de forma presencial, sería on-line	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	00:00	%	5 / 10	CGP18 CGP06 CB07 CB08 CT2 CE39 CE19 CGP01 CB06 CE33 CB10

### 6.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen extraordinario	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	04:00	100%	5 / 10	CGP18 CGP06 CB07 CB08 CT2 CE39 CE19 CGP01



Nota. Los ejercicios, pruebas y actividades descritas se harán de forma telemática en el caso de que las disposiciones oficiales no permitieran la realización en forma presencial. Los detalles operativos, la forma de hacer llegar los ejercicios a los alumnos, el tipo de pruebas, y el modo de entregar las respuestas figurarán claramente en la Convocatoria del examen, que se dispondrá en Moodle con suficiente antelación.

Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua

La calificación final será la más alta de las siguientes:

- La obtenida mediante evaluación continua, para los alumnos que hayan aprobado los exámenes parciales, siempre que la calificación en todos ellos no sea inferior a 3.
- Para los alumnos que hayan realizado el examen final completo, la nota obtenida en el mismo.

Para superar la asignatura, la calificación final debe ser igual o superior a 5.

Si el alumno de evaluación continua no superase la asignatura en la convocatoria ordinaria deberá acudir a la extraordinaria, cuyo formato será igual al indicado para evaluación mediante ?solo prueba final.

## 2. Mediante sólo prueba final

Descripción. Consiste en un examen, formado por varias preguntas relativas a cualquier parte del contenido de la asignatura..

Criterios de calificación. Se realizará la media ponderada de todas las preguntas propuestas.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios. Será telemático si no se permite presencial. Los detalles operativos, la forma de hacer llegar los ejercicios a los alumnos, el tipo de pruebas, y el modo de entregar las respuestas figurarán claramente en la Convocatoria del examen, que se dispondrá en Moodle con suficiente antelación.

Calificación final de la asignatura mediante ?sólo prueba final?

La calificación final será directamente la obtenida en el examen final. Para superar la asignatura, esta calificación deberá ser igual o superior a 5.

## 7. Recursos didácticos

### 7.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Antman, S.S., Nonlinear Problems of Elasticity, Springer, 1994	Bibliografía	Conceptos de Teoría de Campos
Danielson, D. A., Vectors and Tensors in Engineering and Physics, Westview Press, 2003	Bibliografía	Conceptos de Teoría de Campos
Malvern, L. E., Introduction to the mechanics of continuous medium, Prentice-Hall, Englewood Cliffs. N.J. 1969	Bibliografía	Conceptos de Teoría de Campos
C. BERGE: Graphes et Hypergraphes. Dunod, 1970	Bibliografía	Optimización
E. BUJALANCE y otros: Elementos de Matemática Discreta. Sanz y Torres, 1999	Bibliografía	Optimización
Burden, R.L. y Faires, J.D. Análisis Numérico. Internacional Thomson Ed. 1998	Bibliografía	Cálculo numérico
J.N. Reddy. An Introduction to the Finite Element Method, McGraw Hill, Series of Mechanical Engineering, 2006	Bibliografía	Elementos Finitos
Johnson C., Numerical Solution of Partial Differential Equations by Finite Element Method, Dover Publications, 2009	Bibliografía	Elementos Finitos
O.C. Zienkiewicz R.L.Taylor. The finite element method. I Its basis and fundamentals (6ed., Elsevier, 2005)	Bibliografía	Elementos Finitos

T.J.R. Hughes. The Finite Element Method: Linear Static and Dynamic Finite Element Analysis (Dover Civil and Mechanical Engineering) Paperback ? August 16, 2000	Bibliografía	Elementos Finitos
--	--------------	-------------------

## 8. Otra información

---

### 8.1. Otra información sobre la asignatura

El profesor expondrá los conceptos necesarios para la comprensión de los contenidos de la asignatura, acompañados de ejemplos significativos y de los razonamientos lógicos pertinentes para desarrollar la capacidad científica y técnica del alumno.

El profesor expondrá los modelos con los que se aproximan los problemas físicos e ingenieriles a modelos

Se estimulará la intervención del estudiante, invitándole a discutir sobre los contenidos de dichas explicaciones

Se proporcionarán a los alumnos una serie de programas de simulación de modelos matemáticos que se aplicarán a proyectos de interés en ingeniería civil. Se formarán grupos de trabajo, que trabajarán en los proyectos propuestos.

#### **Adaptación de los métodos de enseñanza empleados al formato no presencial**

**Se trabajará con los alumnos a través de la plataforma Moodle. Se pondrán a su disposición vídeos con los contenidos del temario, apuntes y ejercicios resueltos de forma secuencial.**

**Se programarán clases de tutorías por video conferencia cada semana para atender las dudas, así como entregas de tareas a realizar por los estudiantes**