



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros  
Industriales

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**53001955 - Métodos Numéricos En Ingeniería Ambiental**

### PLAN DE ESTUDIOS

05BJ - Master Universitario En Ingeniería Ambiental

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2021/22 - 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.....	3
5. Cronograma.....	5
6. Actividades y criterios de evaluación.....	7
7. Recursos didácticos.....	9
8. Otra información.....	10

## 1. Datos descriptivos

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	53001955 - Métodos Numéricos en Ingeniería Ambiental
<b>No de créditos</b>	3 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>	05BJ - Master Universitario en Ingeniería Ambiental
<b>Centro responsable de la titulación</b>	05 - Escuela Técnica Superior De Ingenieros Industriales
<b>Curso académico</b>	2021-22

## 2. Profesorado

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Francisco Jose Navarro Valero (Coordinador/a)	A302-4 ETSIT	francisco.navarro@upm.es	Sin horario. Se publicarán en el Moodle de la asignatura al inicio del curso académico

\* 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
Muñoz Hermosilla, Jose Manuel	jm.munoz@upm.es	Navarro Valero, Francisco Jose

## 3. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 3.1. Competencias

CB07 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio

CE01 - Capacidad para aplicar técnicas numéricas a la modelización, cuantificación de impactos y resolución de problemas de calidad y gestión de aire, agua y suelos

CE02 - Habilidad para profundizar en los conocimientos relativos a la emisión y dispersión de contaminantes atmosféricos y sus impactos.

CE03 - Habilidad para adquirir y disponer de conocimientos adecuados para aplicar las mejores técnicas disponibles en la gestión de suelos, incluyendo su evaluación, aplicación de técnicas de protección, identificación de contaminantes y remediación.

CE05 - Capacidad para adquirir conocimientos adecuados para aplicar las mejores técnicas disponibles en la gestión del agua, incluyendo su evaluación y gestión.

CG01 - Capacidad de analizar, evaluar y sintetizar algunas ideas nuevas y complejas de una manera crítica en la rama de la ingeniería ambiental.

CG03 - Capacidad para concebir, diseñar y analizar situaciones complejas en esta rama de la ingeniería.

CT01 - Aplica. Habilidad para aplicar conocimientos científicos, matemáticos y tecnológicos en sistemas relacionados con la práctica de la ingeniería ambiental.

CT05 - Resuelve. Habilidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.

### 3.2. Resultados del aprendizaje

RA5 - Será capaz de aplicar las técnicas numéricas a la modelización y resolución de problemas de calidad y gestión de aire, agua y suelos.

RA4 - Dispondrá de conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de los métodos matemáticos, analíticos y numéricos aplicados en la Ingeniería Ambiental que le capaciten para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías y le doten de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones científicas.

## 4. Descripción de la asignatura y temario

---

### 4.1. Descripción de la asignatura

Con esta asignatura se pretende:

- Formar al alumno en la metodología propia del análisis numérico.
- Presentar, adecuadamente fundamentadas, las principales técnicas numéricas.
- Aplicar estas técnicas a la resolución de problemas de la ingeniería ambiental. En particular, se pondrá énfasis en el planteamiento y resolución de problemas relacionados con gestión y calidad de aguas, suelos y aire, estando así concebida como un complemento, desde el punto de vista computacional, a las tres asignaturas obligatorias que abordan estos tres aspectos.

## 4.2. Temario de la asignatura

1. Introducción a Matlab
  - 1.1. El entorno Matlab. Estructuras de datos
  - 1.2. Manejo de matrices
  - 1.3. Control de flujo
  - 1.4. Scripts y funciones
  - 1.5. Gráficos 2D y 3D
2. Conceptos básicos de modelización ambiental
  - 2.1. Introducción a la modelización
  - 2.2. Problemas clásicos
3. Resolución numérica de sistemas lineales
  - 3.1. Métodos directos
  - 3.2. Métodos iterativos
4. Resolución numérica de problemas de valores iniciales y de contorno (ecuaciones en derivadas parciales)
  - 4.1. Aproximaciones de diferencias finitas
  - 4.2. Ecuaciones parabólicas: método explícito clásico
  - 4.3. Ecuaciones parabólicas: método implícito de Crank-Nicolson
  - 4.4. Ecuaciones hiperbólicas: fórmula explícita de tres niveles
  - 4.5. Ecuaciones elípticas: fórmula de cinco puntos
5. Aplicaciones a problemas de calidad de aire, agua y suelos
  - 5.1. Ecuaciones de advección-difusión en modelos de calidad del aire
  - 5.2. Evolución de contaminantes descargados en medios acuáticos (lagos, ríos, estuarios): modelos sin dispersión (EDO) y con dispersión (EDP de advección-difusión)
  - 5.3. Flujo en medios porosos. Ecuaciones de advección-difusión en modelos de suelos (flujo de agua y contaminantes en las zonas saturadas y no saturadas, y de aire en la zona no saturada)

## 5. Cronograma

### 5.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Tema 1: 1.1, 1.2 y 1.3</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica 1a</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
2	<b>Tema 1: 1.4 y 1.5</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Prácticas 1b y 1c</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
3	<b>Temas 2 y 3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
4	<b>Tema 4</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Prácticas 1a, 1b, 1c (5% total) + Examen práctico Tema 1 (10%) + Examen test/desarrollo temas 2-3-4 (10%)</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:00
5	<b>Tema 5: 5.1</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica 2</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
6		<b>Práctica 2 (cont.)</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
7		<b>Práctica 2 (cont.)</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	<b>Práctica 2: presentaciones</b> Duración: 01:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas	<b>Calificación práctica 2</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:20
8	<b>Tema 5: 5.2</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica 3</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
9		<b>Práctica 3 (cont.)</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
10		<b>Práctica 3 (cont.)</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	<b>Práctica 3: presentaciones</b> Duración: 01:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas	<b>Calificación práctica 3</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:20

11	<b>Tema 5: 5.3</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica 4</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
12		<b>Práctica 4 (cont.)</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
13		<b>Práctica 4 (cont.)</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	<b>Práctica 4: presentaciones</b> Duración: 01:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas	<b>Calificación práctica 4</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:20
14				<b>Examen final (NO evaluación continua), de tipo teórico-práctico, sustitutorio de las 4 pruebas de evaluación continua</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 03:00
15				
16				
17				

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.

\* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso derivadas de la situación creada por la COVID-19.



## 6. Actividades y criterios de evaluación

### 6.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 6.1.1. Evaluación continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
4	Prácticas 1a, 1b, 1c (5% total) + Examen práctico Tema 1 (10%) + Examen test/desarrollo temas 2-3-4 (10%)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	25%	2.5 / 10	CG01 CT01 CT05
7	Calificación práctica 2	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:20	25%	2.5 / 10	CG01 CT01 CT05 CE01 CE03 CB07 CE02 CE05 CG03
10	Calificación práctica 3	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:20	25%	2.5 / 10	CG01 CT01 CT05 CE01 CE03 CB07 CE02 CE05 CG03
13	Calificación práctica 4	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:20	25%	2.5 / 10	CG01 CT01 CT05 CE01 CE03 CB07 CE02 CE05 CG03

#### 6.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
14	Examen final (NO evaluación continua), de tipo teórico-práctico, sustitutorio de las 4 pruebas de evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	100%	5 / 10	CG01 CT01 CT05 CE01 CE03 CB07 CE02 CE05 CG03

### 6.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

## 6.2. Criterios de evaluación

El tema 1 y sus actividades de evaluación proporcionarán un 15% de la calificación (eval. continua). Las actividades de evaluación consistirán en 3 prácticas (1a, 1b, 1c), con calificación conjunta del 5%, más un examen práctico (programación Matlab) que aportará un 10%.

La evaluación de los temas 2-3-4 proporcionarán un 10% de la calificación (eval. continua) y será de tipo teórico (test/preguntas breves de desarrollo).

La evaluación de las partes 1, 2 y 3 del tema 5 estará basada en la realización y presentación de las prácticas respectivas, y cada uno aportará un 25% de la calificación de la evaluación continua.

El examen final será sustitutorio del de evaluación continua. Deberá optarse por una u otra modalidad de evaluación (continua o final) desde el inicio del curso. El examen final constará de parte práctica (programación de métodos numéricos y análisis de resultados) más parte de test y preguntas breves conceptuales/de desarrollo, relacionadas con los temas 2-3-4.

## 7. Recursos didácticos

### 7.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Recktenwald, G. (2000). Numerical Methods with Matlab. Prentice Hall. Upper Saddle River, New Jersey, USA.	Bibliografía	Bibliografía básica Tema 1
Burden, J.D. y Faires, R.L. (2002). Análisis Numérico, 7ª ed. International Thomson Editores, México.	Bibliografía	Bibliografía básica temas 3 y 4
Faires, R.L. y Burden, J.D., (2004). Métodos Numéricos, 3ª ed. Thomson-Paraninfo, Madrid.	Bibliografía	Bibliografía básica temas 3 y 4
Nirmalakhandan, N. (2002). Modelling Tools for Environmental Scientists and Engineers. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA.	Bibliografía	Bibliografía básica temas 2 y 5
Sitio Moodle de la asignatura	Recursos web	
Laboratorio computacional	Equipamiento	
Matlab	Otros	Software

## 8. Otra información

---

### 8.1. Otra información sobre la asignatura

#### OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

En esta asignatura se presentan y aplican distintas herramientas matemáticas que se emplean en el modelado de sistemas, en particular en modelos relacionados con la ingeniería ambiental (calidad de agua, aire y suelos), así como diversas técnicas numéricas para la solución aproximada de estos modelos. Está vinculada, por lo tanto, con los ODS 6.3 (mejorar la calidad del agua), 6.4 (aumentar el uso eficiente de los recursos hídricos), 11.6 (reducir el impacto ambiental negativo de las ciudades, prestando especial atención a la calidad del aire) y 14.2 (gestionar y proteger los ecosistemas marinos y costeros).

La asignatura contribuirá también a la consecución de los subobjetivos 4.4 (aumentar considerablemente el número de personas con las competencias profesionales y técnicas necesarias para acceder al empleo y al emprendimiento) y 4.7 (asegurar que todos los estudiantes adquieran los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para promover el desarrollo sostenible).