



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros de Minas y
Energía

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

63000256 - Modelización De Flujo Y Transporte

PLAN DE ESTUDIOS

06CA - Master Universitario En Contaminación De Suelos Y Aguas Subterráneas

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2024/25 - Primer semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	8
8. Recursos didácticos.....	10
9. Otra información.....	10

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	63000256 - Modelización de Flujo y Transporte
No de créditos	3 ECTS
Carácter	Obligatoria
Curso	Primer curso
Semestre	Primer semestre
Período de impartición	Septiembre-Enero
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	06CA - Master Universitario en Contaminación de Suelos y Aguas Subterráneas
Centro responsable de la titulación	06 - E.T.S. De Ingenieros De Minas Y Energía
Curso académico	2024-25

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Fco.javier Elorza Tenreiro (Coordinador/a)	335	franciscojavier.elorza@upm.es	L - 18:45 - 20:30 X - 18:45 - 20:30 J - 18:45 - 20:30 V - 18:45 - 20:30
Arturo Hidalgo Lopez	726	arturo.hidalgo@upm.es	M - 16:00 - 18:00 J - 14:30 - 16:00 V - 15:30 - 18:00

Alfredo Lopez Benito	725	alfredo.lopez@upm.es	M - 10:00 - 12:00 X - 10:00 - 12:00 J - 10:00 - 12:00
----------------------	-----	----------------------	---

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

3. Conocimientos previos recomendados

3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Hidrogeología Y Contaminación

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Calculo numerico basico

- Matlab

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. 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

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

CB09 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades

CE07 - Aplicar conceptos hidrogeológicos a la investigación del transporte de contaminantes en zona saturada.

CE08 - Aplicar los conceptos matemáticos que intervienen en la simulación y modelización de fenómenos de flujo y transporte en los suelos y las aguas subterráneas

CG01 - Manejar las herramientas científicas necesarias para estimar la distribución, transporte y degradación de contaminantes en los suelos y las aguas subterráneas

CT01 - Emitir juicios en función de criterios, de normas externas o de reflexiones personales

CT02 - Desarrollar habilidades para trabajar en contextos internacionales, respetando y considerando entornos socioculturales y científico-técnicos distintos, en los trabajos y proyectos realizados

CT04 - Gestionar la información procedente de diversas fuentes, valorando su relevancia, fiabilidad y pertinencia para un propósito determinado, analizándola y organizándola

CT05 - Proponer alternativas creativas y originales, valorando su viabilidad en la solución de problemas en el ámbito de la ingeniería

CT07 - Redactar memorias, informes y artículos científicos y técnicos

4.2. Resultados del aprendizaje

RA23 - Aplicar modelos de flujo y transporte de contaminantes en el subsuelo

RA24 - Comprender las modalidades conservativas y no conservativas en el transporte de contaminantes en el subsuelo

RA13 - Design Conceptual Site Models

RA25 - Evaluar el campo de aplicación y las limitaciones de los modelos de transporte de contaminantes en el subsuelo

RA26 - Comprender los fundamentos del flujo multifase en el subsuelo

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

OBJETIVOS GENERALES y ESPECÍFICOS

- Conocer aspectos de análisis matemático relacionados con las ecuaciones que representan los problemas de flujo hidrogeológico y de transporte de contaminantes en medio poroso.
- Introducir las técnicas de cálculo numérico básico y su implementación informática.
- Desarrollar códigos de simulación en diferencias finitas para resolver numéricamente las ecuaciones de flujo y transporte en medio poroso.
- Conocer métodos de simulación numérica avanzados para problemas de flujo y transporte en medio poroso
- Conocer los principales modelos hidrogeológicos de interés en medio ambiente.
- Aplicar códigos informáticos a la simulación de problemas medioambientales en medio poroso.

5.2. Temario de la asignatura

1. Fundamentos sobre los modelos de flujo y transporte. Soluciones analíticas.
 - 1.1. Significado físico de las ecuaciones de flujo y transporte
 - 1.2. Estudio de la solución analítica de la ecuación de transporte en modelos sencillos
2. Repaso de técnicas básicas de cálculo numérico.
 - 2.1. Interpolación polinómica de Lagrange
 - 2.2. Derivación numérica
 - 2.3. Integración numérica
3. Introducción a la programación científica con Matlab
 - 3.1. Introducción a Matlab
 - 3.2. Bucles
 - 3.3. Condicionales
 - 3.4. Funciones
 - 3.5. Vectores y matrices

- 3.6. Gráficos
- 3.7. Ejemplos numéricos
- 4. Resolución numérica de problemas de contorno de flujo y transporte
 - 4.1. Introducción a los métodos numéricos de resolución de problemas de flujo y transporte
 - 4.2. Métodos en diferencias finitas
 - 4.3. Aplicación de los métodos en diferencias finitas a problemas de tipo convectivo-difusivo-reactivo en 1-D y 2-D
 - 4.4. Desarrollo de códigos informáticos sencillos
- 5. Calibración de parámetros en modelos matemáticos para problemas de contaminación de suelos y aguas subterráneas
 - 5.1. Simulación de problemas de transporte de contaminantes mediante PMWin.
 - 5.2. Estimación de parámetros.
- 6. Simulación numérica de algunos problemas de contaminación. Aplicaciones.
 - 6.1. Simulación del flujo con densidad variable, intrusión marina.
 - 6.2. Simulación del transporte de contaminantes en la zona no saturada
 - 6.3. Simulación de técnicas de remediación in situ
 - 6.4. Biodegradación

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	Tema 1 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 2 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	Tema 1 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 2 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	Tema 1 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 4 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 3 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
4	Tema 5 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 3 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
5	Tema 5 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 3 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
6	Tema 3 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 6 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			

7	<p>Tema 6 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 4 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
8	<p>Tema 4 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 6 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
9				<p>Trabajo individual Tema 4 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:00</p> <p>Trabajo Individual temas 5 y 6 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:00</p>
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				<p>Trabajo individual Tema 4 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Global Presencial Duración: 02:00</p> <p>Trabajo Individual temas 5 y 6 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Global Presencial Duración: 02:00</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.

7. Actividades y criterios de evaluación

7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

7.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
9	Trabajo individual Tema 4	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	02:00	50%	3 / 10	CG01 CB08 CT01 CT07 CB09 CT05 CT02 CT04 CB07 CE08
9	Trabajo Individual temas 5 y 6	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	02:00	50%	3 / 10	CE07 CB07 CG01 CB08 CT01 CT07 CB09 CT05 CT02 CT04

7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Trabajo individual Tema 4	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	02:00	50%	5 / 10	CG01 CB08 CT01 CT07 CB09 CT05 CT02 CT04 CB07 CE08

17	Trabajo Individual temas 5 y 6	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	02:00	50%	5 / 10	CB07 CG01 CB08 CT01 CT07 CB09 CT05 CT02 CT04 CE07
----	--------------------------------	---	------------	-------	-----	--------	--

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Trabajo Individual temas 5 y 6	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	02:00	50%	5 / 10	CE07 CB07 CG01 CB08 CT01 CT07 CB09 CT05 CT02 CT04
Trabajo individual Tema 4	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	02:00	50%	5 / 10	CE07 CB07 CE08 CG01 CB08 CT01 CT07 CB09 CT05 CT02 CT04

7.2. Criterios de evaluación

Los estudiantes podrán optar tanto por evaluación progresiva como por evaluación final.

Para aprobar por evaluación progresiva deberán tener una asistencia a las clases superior al 80% y superar los dos trabajos que se propondran a lo largo del curso. Se podrá aprobar por evaluación progresiva siempre que se alcancen las notas mínimas establecidas en cada parte y cuando la nota media resulte igual o superior a 5.

Los estudiantes que opten por la evaluación final, deberán superar los mismos trabajos que los estudiantes que sigan la evaluación progresiva. La media entre ambos debe ser igual o superior a 5 y alcanzarse los mínimos establecidos en cada parte.

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Course presentations and notes	Recursos web	Course Moodle
Technical guides and reports	Bibliografía	Course Moodle

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

BIBLIOGRAFÍA

BALAGUER, A. (1996): *Desarrollo y análisis de métodos de volúmenes finitos para la simulación de procesos de transporte de contaminantes. Aplicación al transporte de residuos radiactivos en la geosfera. Tesis Doctoral. Universidad Jaume I, Castellón*

CONDE, C. (1998): *Ecuación de transporte. Dpto. Matemática Aplicada y Métodos Informáticos. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas. Universidad Politécnica de Madrid.*

ELORZA, F. J. (2003): *Modelización de la Geosfera. Dpto. Matemática Aplicada y Métodos Informáticos. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas. Universidad Politécnica de Madrid.*

FAIRES J.; BURDEN, R. (2004): *Métodos Numéricos. (3ª ed.). Ed. Thomson.*

FETTER, C.W.; BOVING, T., KREAMER, D. (2018): *Contaminant hydrogeology. (3th. edition). Ed. Waveland Press, Inc.*

HIDALGO, A. (2000): *Un modelo numérico para la simulación de transporte de calor y liberación de materia en un almacenamiento profundo de residuos radiactivos. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.*

LÓPEZ, A. (1998): *Métodos en diferencias finitas para el tratamiento de problemas de contorno de tipo hiperbólico. Primera parte: Problemas de primer orden. Dpto. Matemática Aplicada y Métodos Informáticos. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas. Universidad Politécnica de Madrid.*

MORTON, K.W.; MAYERS, D.F. (1998): *Numerical Solution of Partial Differential Equations. (3ª ed.). Ed. Cambridge University Press.*

SMITH, G. D. (1998): *Numerical solution of partial differential equations: Finite difference methods. (3ª ed.). Ed. Oxford University Press.*

En esta asignatura se trabajan, entre otros, los siguientes Objetivos de Desarrollo Sostenible:

ODS6: Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos.

ODS9: Desarrollar infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible, y fomentar la innovación.

ODS13: Cambio climático

ODS14: Conservación y gestión de océanos

ODS15: Conservar la biodiversidad.