



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros de  
Caminos, Canales y Puertos

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**43000573 - Ingeniería Hidraulica Ambiental**

### PLAN DE ESTUDIOS

04AH - Master Universitario En Sistemas De Ingeniería Civil

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2023/24 - Segundo 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.....	3
6. Cronograma.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	9
8. Recursos didácticos.....	12
9. Otra información.....	14

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	43000573 - Ingeniería Hidráulica Ambiental
<b>No de créditos</b>	4.5 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Primer curso
<b>Semestre</b>	Segundo semestre
<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	04AH - Master Universitario en Sistemas de Ingeniería Civil
<b>Centro responsable de la titulación</b>	04 - Escuela Técnica Superior De Ingenieros De Caminos, Canales Y Puertos
<b>Curso académico</b>	2023-24

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Luis Cueto Felgueroso Landeira (Coordinador/a)	Lab. Sist. Int.	luis.cueto@upm.es	L - 16:00 - 18:00 J - 09:00 - 11:00 V - 09:00 - 11:00
Luis Jesus Mediero Orduña	1ª Planta	luis.mediero@upm.es	J - 10:30 - 13:30 V - 10:30 - 13:30

David Santillan Sanchez	10 <sup>a</sup>	david.santillan@upm.es	M - 09:00 - 11:00 X - 09:00 - 11:00 J - 15:00 - 17:00
-------------------------	-----------------	------------------------	---

\* 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

El plan de estudios Master Universitario en Sistemas de Ingeniería Civil no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

#### 3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Conocimientos de mecánica de fluidos
- Conocimientos de programación y métodos numéricos

### 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

#### 4.1. Competencias

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.

CB6 - 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

CB7 - 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

CB8 - 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

CE-A2 - Conocimiento y capacidad para proyectar y dimensionar obras e instalaciones de ingeniería civil

CE-A6 - Conocimiento del marco de regulación de los sistemas de ingeniería civil

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA160 - Comprende y domina los principios y las ecuaciones fundamentales del movimiento de fluidos en lámina libre, incluyendo el transporte de partículas y contaminantes.

RA165 - Aplica los principios de la hidráulica técnica al diseño de obras fluviales.

RA162 - Comprende y domina los aspectos técnicos de la hidráulica fluvial.

RA163 - Aplica los principios de la hidráulica técnica al estudio de los efectos medioambientales de obras de ingeniería civil.

RA164 - Desarrolla capacidad autónoma de comprensión y análisis de problemas complejos mediante métodos matemáticos y experimentales.

RA161 - Comprende y domina los principios y las ecuaciones fundamentales del movimiento de fluidos en medio poroso, incluyendo el transporte de contaminantes.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

La asignatura de Ingeniería Hidráulica Ambiental tiene un enfoque eminentemente práctico con el objetivo de que el alumno sea capaz de manejar adecuadamente modelos hidráulicos 1D y 2D, de flujo en aguas subterráneas y de transporte de contaminantes. Las clases se desarrollarán en su mayor parte en el Aula de Informática con la utilización de los softwares HEC-RAS, IBER y Matlab. Se utilizarán Sistemas de Información Geográfica para el tratamiento de los datos y representación de resultados.

## 5.2. Temario de la asignatura

1. Hidráulica fluvial en 1D (Modelo HEC-RAS)
  - 1.1. Directiva de Inundaciones y Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables
  - 1.2. Delimitación del Dominio Público Hidráulico
  - 1.3. Delimitación de la zona de inundación
  - 1.4. Bases teóricas del flujo en una dimensión
  - 1.5. Cálculo hidráulico en régimen permanente
  - 1.6. Sistemas de Información Geográfica
  - 1.7. Modelización hidráulica de puentes
2. Hidráulica fluvial en 2D (Modelo Iber)
  - 2.1. Introducción a la modelación hidrodinámica bidimensional
  - 2.2. Las ecuaciones de Saint-Venant. Esquemas numéricos. Condiciones de contorno hidrodinámicas e internas
  - 2.3. Los modelos de turbulencia
  - 2.4. Introducción al programa Iber: preproceso, cálculo y postproceso
  - 2.5. Aplicaciones prácticas: riesgo de inundación
  - 2.6. Aplicaciones prácticas: clasificación de presas en función del riesgo potencial
3. Transporte de contaminantes en 2D (Modelo Iber)
  - 3.1. Introducción a los procesos de mezcla y dispersión en cauces y masas de agua
  - 3.2. Teoría básica de la difusión. Mezcla turbulenta
  - 3.3. Esquemas numéricos para transporte de contaminantes. Difusión y dispersión numéricas
  - 3.4. El módulo de calidad de aguas del modelo Iber
  - 3.5. Aplicaciones prácticas: cauces naturales
  - 3.6. Aplicaciones prácticas: lagos, embalses y estuarios
4. Transporte de sedimentos en 2D (Modelo Iber)
  - 4.1. Inicio de la erosión. Arrastre de fondo y transporte en suspensión
  - 4.2. Modelos matemáticos para transporte de sedimentos
  - 4.3. El módulo de sedimentos del modelo Iber

4.4. Aplicaciones prácticas: erosión y sedimentación en cauces naturales

4.5. Aplicaciones prácticas: sedimentación en lagos y embalses

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<p><b>Tema 1</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 1</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Tema 1: Aplicación a un caso práctico</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
2	<p><b>Tema 1</b> Duración: 00:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 1</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Tema 1: Aplicación a un caso práctico</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Participación en clase</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:15</p>
3	<p><b>Tema 1</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 1</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Tema 1: Aplicación a un caso práctico</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
4	<p><b>Tema 1</b> Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 1</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Tema 1: Aplicación a un caso práctico</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Control</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 00:30</p>
5	<p><b>Tema 2</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 2</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Tema 2: Aplicación a un caso práctico</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
6	<p><b>Tema 2</b> Duración: 00:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 2</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Tema 2: Aplicación a un caso práctico</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Participación en clase</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:15</p>

7	<p><b>Tema 2</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 2</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Tema 2: Aplicación a un caso práctico</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
8	<p><b>Tema 2</b> Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 2</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Tema 2: Aplicación a un caso práctico</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Control</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 00:30</p>
9	<p><b>Tema 3</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 3</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Tema 3: Aplicación a un caso práctico</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
10	<p><b>Tema 3</b> Duración: 00:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 3</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Tema 3: Aplicación a un caso práctico</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Participación en clase</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:15</p>
11	<p><b>Tema 3</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 3</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Tema 3: Aplicación a un caso práctico</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
12	<p><b>Tema 3</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 3</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Tema 3: Aplicación a un caso práctico</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
13	<p><b>Tema 4</b> Duración: 00:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 4</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Tema 4: Aplicación a un caso práctico</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Participación en clase</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:15</p>
14	<p><b>Tema 4</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 4</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Tema 4: Aplicación a un caso práctico</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		

15	<p><b>Tema 4</b> Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 4</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Tema 4: Aplicación a un caso práctico</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Control</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 00:30</p>
16		<p><b>Presentación de trabajos de aplicación</b> Duración: 02:45 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Evaluación de trabajos de la asignatura</b> PI: Técnica del tipo Presentación Individual Evaluación continua Presencial Duración: 00:15</p>
17				<p><b>Examen final</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final 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.

\* 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.

## 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
2	Participación en clase	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:15	2.5%	4 / 10	CB8 CE-A6
4	Control	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:30	13.33%	5 / 10	CB7 CE-A2
6	Participación en clase	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:15	2.5%	4 / 10	CB6
8	Control	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:30	13.33%	5 / 10	CB8 CB7 CE-A2
10	Participación en clase	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:15	2.5%	4 / 10	CB7
13	Participación en clase	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:15	2.5%	4 / 10	CB7
15	Control	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:30	13.34%	5 / 10	CE-A2 CB6
16	Evaluación de trabajos de la asignatura	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Presencial	00:15	60%	5 / 10	CB8 CE-A2 CB10 CB6

#### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
-----	-------------	-----------	------	----------	-----------------	-------------	------------------------

17	Examen final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	100%	5 / 10	CE-A2 CB8 CB7 CE-A6 CB10 CB6
----	--------------	-------------------------------------	------------	-------	------	--------	---

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

## 7.2. Criterios de evaluación

Participación activa en la clase y realización de ejercicios de clase.

Descripción: Consiste en la participación activa en clase y la respuesta a preguntas que se hicieran individualmente, así como en la resolución de los ejercicios en clase.

En el caso de que sea necesario impartir docencia en formato no presencial, solo se considerará la asistencia a las clases realizadas mediante métodos no presenciales en directo, excluyendo las clases grabadas con antelación. Los alumnos deberán enviar la resolución de los ejercicios propuestos al profesor utilizando medios telemáticos, en el plazo indicado.

Criterios de calificación: Cada componente de esta prueba se valorará de 0 a 10. La calificación de la prueba será la media de las calificaciones obtenidas en sus componentes, siempre que se hayan realizado al menos un 80% de las evaluaciones de clase. En caso contrario, esta prueba se calificará con 0.

Momento y lugar: Los ejercicios de clase se podrán proponer, sin previo aviso, en alguna de las clases ordinarias y se realizarán en la propia aula de clase. En el caso de que sea necesario impartir docencia en formato no presencial, esta prueba de evaluación se realizará mediante medios telemáticos, realizando la entrega en el plazo que se indique.

Control al final de bloques temáticos:

Descripción: Consiste en un conjunto de pruebas objetivas realizadas a lo largo del curso. Cada control estará formado por preguntas de carácter teórico y/o práctico relativas a una parte del temario. Cada control se realizará en el horario de una clase ordinaria de la asignatura y tendrá como máximo la duración de dicha clase.

En el caso de que sea necesario impartir docencia en formato no presencial, los controles se realizarán en formato no presencial mediante métodos telemáticos, utilizando las plataformas Moodle o Moodle-exam. Cada control se realizará en el horario de una clase ordinaria de la asignatura y tendrá como máximo la duración de dicha clase. Los controles constarán de una serie de preguntas de carácter teórico y/o práctico relativas a una parte del

temario.

Criterios de calificación. Cada control se califica de 0 a 10. La calificación de esta prueba de evaluación será la media aritmética de las calificaciones de los controles efectuados.

Momento y lugar: Cada control se realizará en una fecha prefijada, dentro del horario ordinario de una clase de la asignatura. Se realizará en la propia aula de clase (o en el aula de exámenes). En el caso de que sea necesario impartir docencia en formato no presencial, los controles se realizarán en el horario de una clase ordinaria de la asignatura, utilizando métodos telemáticos mediante las plataformas Moodle o Moodle-exam.

Realización de un estudio de hidráulica ambiental.

Descripción: Consiste en la realización de un estudio de carácter profesional o tecnológico, dentro de los contenidos de la asignatura y de acuerdo con las indicaciones de los profesores de la asignatura. El trabajo se realizará individualmente o en grupos de 2 alumnos.

Criterios de calificación. Cada trabajo se calificará de 0 a 10.

Momento y lugar. Los trabajos se expondrán públicamente en la propia aula de clase dentro del horario ordinario de la asignatura. A lo largo del curso se definirá la fecha límite de selección de trabajos y los días de presentación de los mismos. En el caso de que sea necesario impartir docencia en formato no presencial, la exposición oral de los trabajos se realizará dentro del horario ordinario de la asignatura, utilizando medios telemáticos, como por ejemplo Skype Empresarial.

Peso total de la nota de Evaluación continua superior al 100%.

La suma de los pesos de las distintas evaluaciones en el sistema de evaluación continua es superior al 100% (10% participación en clase, 40% controles por bloques temáticos, 60% trabajo de la asignatura). El motivo es que se desea que la nota de participación en clase sea visto por los alumnos como un incentivo (una actividad que suma más allá de las otras evaluaciones), en lugar de un motivo de tensión en el aula (una actividad que resta si se hace mal).

Examen final.

Descripción. El examen final consiste en un único examen, cuya duración será de unas 2 horas. Este examen estará formado por varios ejercicios (de carácter teórico y práctico) relativos a cualquier parte del contenido de la asignatura.

En el caso de que sea necesario impartir docencia en formato no presencial, esta prueba de evaluación se realizará utilizando métodos telemáticos mediante las plataformas Moodle o Moodle-exam.

Criterios de calificación. Cada ejercicio del examen se valora de 0 a 10. La calificación del examen será la media ponderada de la calificación obtenida en los ejercicios que forman el examen.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios. En el caso de que sea necesario impartir docencia en formato no presencial, esta prueba de evaluación se realizará en la fecha fijada por Jefatura de Estudios para el caso presencial, utilizando métodos telemáticos mediante las plataformas Moodle o Moodle-exam.

Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua

La calificación final será la media de la calificación de cada prueba de evaluación ponderada por su correspondiente peso, sin que este valor pueda exceder de 10.

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

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

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.

## 8. Recursos didácticos

---

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Chanson (2004). Environmental hydraulics of open channel flows. Elsevier.	Bibliografía	
HEC (2016). HEC-RAS River Analysis System. Hydraulic Reference Manual. Versión 5.0. US Army Corps of Engineers. Hydrologic Engineering Center. Davis, Estados Unidos.	Bibliografía	

HEC (2016). HEC-RAS River Analysis System. User's Manual. Versión 5.0. US Army Corps of Engineers. Hydrologic Engineering Center. Davis, Estados Unidos.	Bibliografía	
MARM (2011). Guía metodológica para el desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.	Bibliografía	
Julien (2002). River Mechanics. Cambridge University Press.	Bibliografía	
Martín Vide (1997). Ingeniería fluvial. Edicions UPC.	Bibliografía	
Domenico, Schwartz (1990) Physical and chemical hydrogeology. Wiley.	Bibliografía	
Martin, McCutcheon (1999). Hydrodynamics and transport for water quality modeling. Lewis.	Bibliografía	
Hemond, Fechner-Levy (2000). Chemical fate and transport in the environment. Academic Press.	Bibliografía	
Dyer (2000). Estuaries. A physical introduction. Wiley.	Bibliografía	
Área virtual de la ETSICCP. Área virtual (MOODLE).	Recursos web	

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

La asignatura se relaciona con el ODS11 y el ODS13