



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



Etsi Agronómica, Aliment. y  
Biosistemas

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**25001301 - Hidraulica E Hidrologia Ambiental**

### PLAN DE ESTUDIOS

02IA - Grado En Ingenieria Agroambiental

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2025/26 - Primer semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	3
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	7
7. Actividades y criterios de evaluación.....	9
8. Recursos didácticos.....	10
9. Otra información.....	11

## 1. Datos descriptivos

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	25001301 - Hidraulica e Hidrologia Ambiental
<b>No de créditos</b>	6 ECTS
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Curso</b>	Tercero curso
<b>Semestre</b>	Quinto semestre
<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	02IA - Grado en Ingenieria Agroambiental
<b>Centro responsable de la titulación</b>	20 - Etsi Agronómica, Aliment. Y Biosistemas
<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>
Leonor Rodriguez Sinobas	ETSIAAB	leonor.rodriguez.sinobas@u pm.es	Sin horario.
Raul Sanchez Calvo	ETSIAAB	raul.sanchez@upm.es	Sin horario. Cualquier dia y hora, tras acuerdo previo con el profesor.

<p>Sergio Zubelzu Minguez (Coordinador/a)</p>	<p>ETSIAAB</p>	<p>sergio.zubelzu@upm.es</p>	<p>Sin horario. Cualquier día y hora previa solicitud por parte del alumno y acuerdo con el profesor.</p>
---	----------------	------------------------------	---

\* 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

- Calculo Diferencial E Integral
- Algebra Lineal Y Aplicaciones
- Fisica I
- Fisica li

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

- Dominio de los contenidos específicos que siguen, según asignaturas (tomados de las respectivas guías docentes el 28/05/2012):
- Evapotranspiración de cultivos. - Métodos de estimación [... de la evapotranspiración]. - Métodos de medida [de la evapotranspiración]. - Circulación atmosférica y patrones de lluvia.
- Climatología (25001111). - Teoría de la precipitación. - Precipitación. Tipos de precipitación. - Medida de las precipitaciones. - Evaporación y transpiración. Evapotranspiración. - Evapotranspiración potencia y de referencia.
- Cálculo de varias variables (25001201). - Ecuación de difusión. - Conducción de calor y separación de variables. - Otros problemas de difusión.
- Física II (25001107). - Presión. Dimensiones y unidades. - Ecuación fundamental de la estática de fluidos. - Medida de la presión. - Empujes sobre superficies sumergidas. - Teorema y de Bernoulli. Ecuación.

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CE21 - Capacidad para describir y cuantificar el movimiento del agua y de las sustancias que transporta mediante principios físicos racionales, seleccionar, calibrar y proyectar una red hidrológica de medida y control, y de realizar la modelización de un sistema hidrológico. Capacidad para proyectar medidas correctoras o de protección de las masas de agua en cuencas hidrográficas o en sistemas de explotación.

CG1 - Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio

CG14 - Análisis y síntesis, razonamiento crítico y resolución de problemas científicos y técnicos

CG15 - Adaptación a cambios tecnológicos y motivación por la calidad

CG5 - Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía

### 4.2. Resultados del aprendizaje

RA438 - Capacidad para programar rutinas informáticas para calcular fenómenos y procesos hidráulicos e hidrológicos.

RA113 - Capacidad para explicar y expresar los principios del movimiento del agua y de las sustancias que transporta.

RA114 - Capacidad para resolver las ecuaciones y cuantificar la incertidumbre de datos y resultados.

RA115 - Conocimiento de dispositivos e instalaciones de medida y control, así como de los criterios para su selección, instalación y calibración.

RA116 - Capacidad para proyectar obras de captación, conducción y distribución de agua así como de medidas de restauración y protección de cuencas hidrográficas o de masas de agua en sistemas de explotación.

RA117 - Capacidad para emitir informes sobre estudios hidrológicos y de gestión de recursos hídricos y de manejo integral de cuencas.

RA118 - Conocimientos sobre el estado actual y los retos científicos y tecnológicos de la hidráulica y de la hidrología en su entorno ambiental y socioeconómico y para discutir la posible evolución futura.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

Descriptor:

Propiedades del agua y ecuaciones del movimiento de los fluidos en conductos y en medios porosos. Aplicaciones al proyecto de conducciones y de obras especiales. Dispositivos y obras para el aforo, la regulación y el control del agua. El ciclo del agua: evapotranspiración, precipitación, infiltración y generación de escorrentía. Redes de observación, características y selección de sus elementos. Análisis de los datos hidrológicos. Tormentas e hidrogramas posibles, delimitación de zonas con riesgo de inundación, proyecto de desagües, canalizaciones y obras de protección. El agua subterráneo, flujo hacia pozos y ríos, estimación de la evolución de los niveles piezométricos. Ecuaciones de transporte, difusión y dispersión de sustancias

### 5.2. Temario de la asignatura

#### 1. Propiedades del agua.

1.1. Estructura molecular y ecuación de estado. Densidad y peso específico. Presión, compresibilidad, tensión tangencial y viscosidad. Cohesión y adhesión. Energía superficial y ascenso capilar. Presión de vapor y calores específicos.

#### 2. Hidrodinámica.

2.1. Tipos de movimiento: permanente y variable, uniforme y variado, laminar y turbulento. Distribución de la velocidad en una sección transversal. Ecuación de continuidad.

2.2. Método unidimensional de análisis de corrientes líquidas. Ecuación de la energía entre secciones con movimiento uniforme. Equilibrio de un volumen finito de tubo de corriente, ecuación global de Euler.

#### 3. Ecuación general de la Hidráulica

3.1. Parámetros adimensionales. Ecuación general de la Hidráulica. Ecuaciones de desagüe, de rozamiento en conductos uniformes, pérdidas de energía singulares, empuje sobre cuerpos sumergidos, de desagüe sobre vertederos.

3.2. Generalización de resultados, semejanza y modelos físicos. Efecto de escala.

#### 4. Dinámica del líquido real.

- 4.1. Estabilidad del régimen laminar: experimento de Reynolds. Ecuación para el régimen laminar en tubos y sobre una ladera. Ecuación de Darcy para la filtración. Condiciones de contorno para la resolución numérica de la filtración en medios porosos saturados.
- 4.2. Turbulencia. Capa límite. Separación de la capa límite. Empuje hidrodinámico y pérdida de carga en transiciones.
5. Flujo en conductos.
  - 5.1. Distribución de velocidad. Pérdida de carga en régimen uniforme, factor de rozamiento de White-Colebrook, ecuaciones empíricas monómico-potenciales. Flujo permanente y uniforme en canales.
  - 5.2. Sección de máxima eficiencia hidráulica. Tensión tangencial sobre el contorno. Estabilidad de solera y taludes.
  - 5.3. Energía específica y régimen crítico. Transiciones. Resalto hidráulico y cuencos disipadores.
  - 5.4. Régimen gradualmente variado. Secciones de control. Régimen variable. Integración numérica.
6. Aforo, regulación y control.
  - 6.1. Relaciones hidrodinámicas en vertederos y compuertas. Coeficiente de desagüe.
  - 6.2. Equipos y técnicas para medida indirecta del caudal y del nivel.
  - 6.3. Aforo en conductos y cauces naturales: métodos y obras y equipos.
7. Flujo de agua y transporte asociado de sustancias y partículas.
  - 7.1. Flujo de agua en régimen variable y transportes asociados. Difusión. Advección y convección. Aproximaciones globales.
  - 7.2. Transporte en la capa límite laminar. Transporte turbulento. Difusión y dispersión en canales y acuíferos.
8. El agua en el suelo.
  - 8.1. Potenciales gravitatorio, matricial, de presión y osmótico. Curva de retención en un medio poroso: histéresis. Conductividad hidráulica en subsaturación.
  - 8.2. Flujo en medios porosos subsaturados. Soluciones aproximadas y resolución numérica.
  - 8.3. Infiltración: estudio experimental con infiltrómetros y ecuaciones y solución. Tiempo de encharcamiento y generación de escorrentía. Redistribución del agua en el perfil del suelo.
9. Hidrología superficial.
  - 9.1. Fuentes de flujo superficial. Concentración de la escorrentía en una cuenca: hidrograma. Modelos agregados y modelos distribuidos.
  - 9.2. Fuentes de flujo superficial. Concentración de la escorrentía en una cuenca: hidrograma. Modelos agregados y modelos distribuidos.

## 10. Hidrología subterránea.

10.1. Propiedades de los acuíferos. Flujo en acuíferos libres y confinados. Relación río-acuífero.

10.2. Explotación de acuíferos mediante pozos. Técnicas de recarga.

10.3. Drenaje de campos agrícolas. Soluciones aproximadas.

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Presentacion asignatura. Tema 1.</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Taller montaje de sensores para la toma de datos hidrológicos/hidráulicos y la operación de elementos hidráulicos</b> Duración: 01:00 INV: Aprendizaje basado en investigación		
2	<b>Tema 2.</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Taller montaje de sensores para la toma de datos hidrológicos/hidráulicos y la operación de elementos hidráulicos</b> Duración: 01:00 INV: Aprendizaje basado en investigación		
3	<b>Tema 3. Tema 4, apartado 1.</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Taller montaje de sensores para la toma de datos hidrológicos/hidráulicos y la operación de elementos hidráulicos</b> Duración: 01:00 INV: Aprendizaje basado en investigación		
4	<b>Tema 4, apartado 1.</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Taller montaje de sensores para la toma de datos hidrológicos/hidráulicos y la operación de elementos hidráulicos</b> Duración: 01:00 INV: Aprendizaje basado en investigación		
5	<b>Tema 4, apartado 2.</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Taller montaje de sensores para la toma de datos hidrológicos/hidráulicos y la operación de elementos hidráulicos</b> Duración: 01:00 INV: Aprendizaje basado en investigación		
6	<b>Tema 5, apartados 1 y 2.</b> Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	<b>Taller montaje de sensores para la toma de datos hidrológicos/hidráulicos y la operación de elementos hidráulicos</b> Duración: 01:00 INV: Aprendizaje basado en investigación		
7	<b>Tema 5, apartados 3 y 4.</b> Duración: 03:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	<b>Taller de programación: desarrollo de rutinas aplicadas al cálculo hidráulico e hidrológicos en Python</b> Duración: 01:00 AR: Aprendizaje basado en retos		
8	<b>Tema 6, apartados 1 y 2.</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Taller de programación: desarrollo de rutinas aplicadas al cálculo hidráulico e hidrológicos en Python</b> Duración: 01:00 AR: Aprendizaje basado en retos		
9	<b>Tema 6, apartado 3.</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Taller de programación: desarrollo de rutinas aplicadas al cálculo hidráulico e hidrológicos en Python</b> Duración: 01:00 AR: Aprendizaje basado en retos		

10	<b>Examen intermedio (materias impartidas en las semanas previas)</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación			<b>Examen intermedio (materias impartidas en las semanas previas)</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva y Global Presencial Duración: 02:00
11	<b>Tema 7.</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Taller de programación: desarrollo de rutinas aplicadas al cálculo hidráulico e hidrológicos en Python</b> Duración: 01:00 AR: Aprendizaje basado en retos		
12	<b>Tema 8.</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Taller de programación: desarrollo de rutinas aplicadas al cálculo hidráulico e hidrológicos en Python</b> Duración: 01:00 AR: Aprendizaje basado en retos		
13	<b>Tema 9, apartado 1.</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Taller de programación: desarrollo de rutinas aplicadas al cálculo hidráulico e hidrológicos en Python</b> Duración: 01:00 AR: Aprendizaje basado en retos		
14	<b>Tema 9, apartado 2.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Taller introducción al uso de herramientas de aprendizaje automático para la modelización de fenómenos hidrológicos</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		
15	<b>Tema 10</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Prácticas de laboratorio, medida de presiones, flujo del agua en el suelo, estudio de bombas, corrientes libres</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
16	<b>Presentación sobre talleres de sensores y programación</b> Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación	<b>Prácticas de laboratorio, medida de presiones, flujo del agua en el suelo, estudio de bombas, corrientes libres</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Presentaciones sobre talleres de sensores y programación</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación Progresiva y Global Presencial Duración: 02:00
17				<b>Examen final (toda la materia de la asignatura)</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva y Global Presencial Duración: 03:00

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
10	Examen intermedio (materias impartidas en las semanas previas)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	15%	4 / 10	CG14 CG15 CE21 CG1 CG5
16	Presentaciones sobre talleres de sensores y programación	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	02:00	15%	4 / 10	CG14 CG15 CG5
17	Examen final (toda la materia de la asignatura)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	70%	4 / 10	CG14 CG15 CE21 CG1 CG5

#### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
10	Examen intermedio (materias impartidas en las semanas previas)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	15%	4 / 10	CG14 CG15 CE21 CG1 CG5
16	Presentaciones sobre talleres de sensores y programación	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	02:00	15%	4 / 10	CG14 CG15 CG5
17	Examen final (toda la materia de la asignatura)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	70%	4 / 10	CG14 CG15 CE21 CG1 CG5

#### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen final (toda la materia de la asignatura)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	100%	0 / 10	CG14 CG15 CE21 CG1 CG5

## 7.2. Criterios de evaluación

El estudiante deberá ser capaz de construir razonamientos propios en las respuesta a las preguntas de los exámenes, tanto para las de naturaleza teórico-práctica como para las de tipo ejercicio y problema. Las respuestas fundamentadas en las habilidades memorísticas serán consideradas de baja relevancia por comparación con las fundamentadas en el razonamiento.

Los alumnos en grupos de máximo 4 personas deberán realizar una presentación en vídeo de los trabajos realizados a lo largo de los talleres exponiendo los trabajos realizados, la funcionalidad de los desarrollos y su aplicación.

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Bibliografía general	Bibliografía	4 títulos
Recursos web y multimedia	Recursos web	Disponibles a través de la Plataforma Institucional de Telenseñanza para los Estudios Oficiales de la UPM (Moodle).
Instrucción laboratorio	Equipamiento	Disponibles a través de la Plataforma Institucional de Telenseñanza para los Estudios Oficiales de la UPM (Moodle).

Aplicaciones software	Otros	Como parte de la asignatura, se elaborarán aplicaciones propias. Asimismo, se podrán usar aplicaciones disponibles de manera gratuita en <a href="http://www.hec.usace.army.mil">http://www.hec.usace.army.mil</a> o en webs similares.
Laboratorio	Equipamiento	Los estudiantes podrán visitar el Laboratorio de Hidráulica de la ETSIA en horario de trabajo de su personal de administración y servicio (PTGAS), excepto cuando la realización de una práctica de una asignatura esté teniendo lugar.
Salas de trabajo en grupo	Otros	Las de la UPM y la ETSIAAB

## 9. Otra información

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

Bibliografía general:

- Bedient P. B., Huber W. C., Vieux B. E., 2008, Hydrology an floodplain analysis, 4th edition, Prentice-Hall Inc., New Jersey.
- Fetter C. W., 1999, Contaminant Hydrogeology, 2nd edition, Prentice-Hall Inc., New Jersey.
- Losada A., 2000, El Riego. Fundamentos Hidráulicos, 3ª edición, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.
- Losada A., 2005, El Riego. Fundamentos de su Hidrología y de su práctica, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.
- White, F., 1983 Mecánica de Fluidos. McGrawHill
- Muñoz Carpena, R., Ritter Rodríguez, A. 2005. Hidrología Agroforestal, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.

Además de la bibliografía general, en el guión de cada tema se suministrará bibliografía específica.

El estudiante podrá consultar cualquier referencia bibliográfica citada en la guía de aprendizaje o en el guión de los temas en las dependencias del Departamento de Ingeniería Agroforestal, previo acuerdo con el profesor y dentro del horario de trabajo del PAS implicado.

En esta asignatura se trabajan aspectos relacionados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). En concreto el ODS 6 Agua Limpia y Saneamiento que contempla la necesidad de fomentar "...una gobernanza eficaz..." incidiendo en los organismos de "...cuenca y microcuenca..." y la "...gestión comunitaria del agua en el ámbito rural...". También el ODS 11 Ciudades y Comunidades sostenibles. Dentro de esta meta se incluyen en el V Plan Director de Cooperación Española líneas de acción que buscan fomentar el "...desarrollo territorial integrado..." a partir de una "...gobernanza territorial sostenible..." incorporando de forma expresa al "...ámbito rural de manera que se fomente la construcción de resiliencia de poblaciones y ciudadanos."

La Comisión de Calidad del Centro en su reunión de 29 de mayo de 2023 acordó aprobar la propuesta de reasignación de competencias transversales en las asignaturas de los Grados en Biotecnología, Ingeniería Alimentaria, Ingeniería Agrícola, Ingeniería Agroambiental, Ciencias Agrarias y Bioeconomía, y en el Máster Universitario en Ingeniería Agronómica.

En virtud de dicho acuerdo esta asignatura ha sido designada como "Asignatura NO Punto Control\*?". Esto significa que si bien puede seguir trabajando una o varias competencias transversales que se abordan en distintos puntos y aspectos de la asignatura, dicha formación y evaluación no será objeto de recopilación de evidencias por los sistemas de acreditación de la calidad del Centro.

Medidas de seguridad.

La asignatura conlleva prácticas en laboratorio y, eventualmente, en los campos de prácticas. El alumno está obligado a traer calzado cerrado adecuado para campo o laboratorio. En caso de que en el momento de realizar las prácticas las condiciones climatológicas así lo recomendasen el alumno habrá de utilizar protección solar e hidratarse adecuadamente.