

PLAN DOCENTE DE LA ASIGNATURA

Curso académico: 2024/2025

Identificación y características de la asignatura			
Código	503146	Créditos ECTS	6
Denominación (español)	Hidrología Aplicada		
Denominación (inglés)	Applied hydrology		
Titulaciones	Grado en Ingeniería Civil - Mención: Hidrología		
Centro	Escuela Politécnica		
Semestre	8	Carácter	Optativa
Módulo	Formación tecnológica específica		
Materia	Ingeniería Hidráulica		
Profesor/es			
Nombre	Despacho	Correo-e	Página web
Pablo Durán Barroso	18	pduranbarroso@unex.es	-
Área de conocimiento	Ingeniería Hidráulica		
Departamento	Construcción		
Profesor coordinador (si hay más de uno)			
Competencias			
<p>1. Básicas</p> <p>CB1 - 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.</p> <p>CB2 - Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio</p> <p>CB3 - Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.</p> <p>CB4 - Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado</p> <p>CB5 - Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía</p>			

2. Generales

CG1 - Capacitación científico-técnica para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico de Obras Públicas y conocimiento de las funciones de asesoría, análisis, diseño, cálculo, proyecto, construcción, mantenimiento, conservación y explotación.

CG4 - Capacidad para proyectar, inspeccionar y dirigir obras en su ámbito.

CG5 - Capacidad para el mantenimiento y conservación de los recursos hidráulicos y energéticos, en su ámbito.

CG7 - Capacidad para el mantenimiento, conservación y explotación de infraestructuras, en su ámbito.

CG8 - Capacidad para realizar estudios y diseñar captaciones de aguas superficiales o subterráneas, en su ámbito.

3. Transversales.

CT1 - Capacidad de planificación y organización del trabajo personal.

CT2 - Capacidad de trabajar en situación de falta de información y/o con restricciones temporales y/o de recursos.

CT3 - Comunicar de forma efectiva y adaptada al contexto socio-económico, tanto por escrito como oralmente en la propia lengua, conocimientos, procedimientos, resultados y con especial énfasis, en la redacción de documentación técnica.

CT5 - Capacidad de tomar decisiones basadas en criterios objetivos (datos experimentales, científicos o de simulación disponibles).

CT6 - Capacidad de análisis, crítica, síntesis, evaluación y solución de problemas.

CT7 - Capacidad de relación interpersonal.

CT8 - Capacidad para encontrar, relacionar y estructurar información proveniente de diversas fuentes y de integrar ideas y conocimientos.

CT9 - Capacidad para adaptarse a nuevas situaciones y/o flexibilidad ante cambios organizativos o tecnológicos

CT10 - Capacidad de liderazgo, capacidad para influir y motivar a otros, usando efectivamente los recursos disponibles.

CT11 - Tener iniciativa para aportar y/o evaluar soluciones alternativas o novedosas a los problemas, demostrando flexibilidad y profesionalidad a la hora de considerar distintos criterios de evaluación.

CT12 - Tener motivación por la calidad y la mejora continua y actuar con rigor en el desarrollo profesional.

CT13 - Capacidad de negociación, saber convencer y aceptar otros puntos de vista.

CT17 - Capacidad de utilización y dominio de las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación).

Breve descripción del contenido
<p>La asignatura "Hidrología Aplicada" se estructura como una profundización y expansión de los conceptos fundamentales introducidos en asignaturas previas como "Hidráulica e Hidrología". Su objetivo principal es proporcionar una visión integral y detallada de los procesos involucrados en el ciclo hidrológico, con un enfoque particular en la hidrología del agua superficial. Los estudiantes explorarán los diversos componentes y dinámicas del ciclo hidrológico, comprendiendo las interacciones complejas entre la precipitación, la infiltración, la escorrentía, la evapotranspiración y la recarga de acuíferos. A través de este enfoque holístico, se busca que los alumnos desarrollen una sólida base teórica que les permita interpretar y analizar los fenómenos hidrológicos en diferentes contextos geográficos y climáticos.</p> <p>Un aspecto crucial de la asignatura es el énfasis en el manejo y aplicación de herramientas computacionales avanzadas para la simulación y modelización de sistemas hidrológicos. Estas herramientas son esenciales para resolver problemas complejos que surgen en el diseño y gestión de infraestructuras hidráulicas. Los estudiantes aprenderán a utilizar software especializado para realizar simulaciones precisas del comportamiento del agua en cuencas hidrográficas, así como para evaluar el impacto de diferentes escenarios de uso del suelo y condiciones climáticas. Esta formación práctica intensiva, a través de ejercicios guiados y prácticas, permitirá a los alumnos aplicar sus conocimientos teóricos a casos de estudio reales, desarrollando soluciones técnicas eficientes y sostenibles para la gestión del agua.</p> <p>Se abordarán temas como el impacto del cambio climático en los patrones hidrológicos, la gestión de riesgos de inundaciones y sequías, y la implementación de políticas de gestión del agua que equilibren las necesidades humanas y la conservación del medio ambiente. En conjunto, esta asignatura proporciona a los estudiantes una comprensión profunda y práctica de los procesos hidrológicos, preparándolos para enfrentar los desafíos profesionales en el campo de la ingeniería civil y ambiental con una perspectiva integral y sostenible.</p>
Temario de la asignatura
BLOQUE I: Fundamentos teóricos de la Hidrología Aplicada
<p>Tema 1: El ciclo hidrológico y los procesos asociados. Caracterización de la cuenca.</p> <p>Contenidos del tema 1: Alcance y aplicación de la Hidrología. El ciclo hidrológico. Concepto de cuenca hidrográfica. Delimitación y caracterización de la cuenca. Tiempo de concentración.</p> <p>Descripción de las actividades prácticas del tema 1: Delimitación y caracterización de una cuenca hidrográfica.</p>
<p>Tema 2: Hidrología atmosférica: Precipitación</p> <p>Contenidos del tema 2: Relaciones agua-atmósfera. Medida de la precipitación. Selección de estaciones pluviométricas. Análisis espacial de la precipitación. Análisis y completado de series pluviométricas. Curvas Intensidad-Duración-Frecuencia. Tormentas de diseño.</p> <p>Descripción de las actividades prácticas del tema 2: Selección de estaciones pluviométricas, recopilación y tratamiento de datos de precipitación. Confección de una curva Intensidad-Duración-Frecuencia y confección de una tormenta de diseño.</p>

Tema 3: Estadística Hidrológica y Análisis de Frecuencia

Contenidos del tema 3: Conceptos básicos de estadística. Distribuciones de probabilidad para variables hidrológicas. Distribución de Gumbel. Distribución SQRT-ET max. Pruebas de la bondad del ajuste. Frecuencia y periodo de retorno.

Descripción de las actividades prácticas del tema 3: Ajuste de las funciones de distribución Gumbel y SQRT-ET max a una serie de precipitaciones diarias máximas anuales y obtención de los valores de diseño para varios periodos de retorno.

Tema 4: Hidrología de suelos

Contenidos del tema 4: Conceptos básicos de la relación suelo-agua. Evaporación. Evapotranspiración. Interceptación. Almacenamiento en depresiones. Humedad y potencial del agua en el suelo. Movimiento del agua en el suelo. Infiltración. Cálculo de las pérdidas de precipitación usando distintos métodos (Philip, Green-Ampt, Smith-Parlange, Método del Número de Curva del SCS).

Descripción de las actividades prácticas del tema 4: cálculo de la evaporación y ETP de una cuenca y estudio de las pérdidas de precipitación usando distintos métodos de infiltración.

Tema 5: Hidrología superficial: Transformación de precipitación en escorrentía y tránsito de hidrogramas.

Contenidos del tema 6: El Hidrograma de caudal de una avenida. Fundamentos e hipótesis del Método del Hidrograma Unitario. Construcción del Hidrograma Unitario. Hidrogramas Unitarios sintéticos. Conceptos básicos del tránsito de hidrogramas. Tránsito en un embalse. Tránsito en cauces: Métodos de Muskingum y Onda Cinemática.

Descripción de las actividades prácticas del tema 5: Confección del hidrograma unitario de una cuenca. Obtención del hidrograma de una avenida aplicando el método del Hidrograma Unitario.

BLOQUE II: Modelos Hidrológicos

Tema 6: Introducción a la Modelización. De modelos conceptuales a modelos distribuidos.

Contenidos del Tema 6: Introducción a los Modelos Hidrológicos Definición y clasificación de modelos hidrológicos. Diferencias entre modelos conceptuales y distribuidos. Ventajas y limitaciones de cada tipo de modelo.

Descripción de las actividades prácticas del tema 6: Este tema no tiene contenidos prácticos.

Tema 7: Estructura y construcción de modelos

Contenidos del Tema 7: Estructura y componentes básicos. Revisión de modelos conceptuales: modelo ABCD, modelo HBV, HEC-HMS/RS-Minerve y SWAT. Descripción de cada modelo. Recolección y preparación de datos de entrada (e.g., topografía, uso del suelo, datos climáticos). Parametrización y calibración inicial del modelo. Técnicas de ajuste de parámetros.

Descripción de las actividades prácticas del tema 7: construcción y ejercicios prácticos con los modelos ABCD, HBV, HEC-HMS/RS-Minerve y SWAT.

Tema 8: Calibración y Validación de Modelos

Contenidos del Tema : Definición y objetivos de la calibración y validación de modelos. Diferencias entre calibración y validación. Importancia de estos procesos en la modelización hidrológica. Calibración: Métodos manuales y automáticos de calibración. Herramientas y software para la calibración. Validación: Métodos de validación cruzada y validación temporal. Análisis de incertidumbre y sensibilidad. Criterios de evaluación de la precisión del modelo.

Descripción de las actividades prácticas del tema 8: Calibración y validación de distintos modelos hidrológicos construidos (ABCD, HBV, HEC-HMS y SWAT). Estudios de Caso y Ejemplos Prácticos. Discusión de resultados y lecciones aprendidas.

BLOQUE III: Hidrología Urbana

Tema 9: Hidrología Urbana

Contenidos del tema 9: Introducción a la hidrología urbana. Construcción y conservación de redes de drenaje y saneamiento. Diferencias entre cuenca urbana y cuenca rural. Pérdidas de precipitación. Desafíos en la Gestión del Agua Urbana. Problemas comunes en la gestión del agua urbana (e.g., inundaciones, contaminación). Impacto del desarrollo urbano en el ciclo hidrológico. Consecuencias del cambio climático en la hidrología urbana. Coeficiente de escorrentía. Tiempo de concentración. Cálculo del caudal de aguas pluviales en cuencas urbanas.

Descripción de las actividades prácticas del tema 9: Obtención de caudales de cálculo para el dimensionamiento de colectores de aguas pluviales en cuencas urbanas.

Tema 10: Modelos de Escorrentía Urbana

Contenidos del Tema 10: Conceptos Básicos de Escorrentía Urbana. Formación y dinámica de la escorrentía en áreas urbanas. Factores que afectan la escorrentía (e.g., uso del suelo, topografía). Medición y cuantificación de la escorrentía. Efectos del Cambio Climático en el Ciclo Hidrológico Urbano. Cambios esperados en los patrones de precipitación y temperatura. Impacto en la escorrentía y el riesgo de inundaciones. Efectos sobre la disponibilidad y calidad del agua. Herramientas para la modelización. Introducción a herramientas de modelización de escorrentía urbana (SWMM, InfoWorks). Configuración e implementación de modelos de escorrentía. Análisis de resultados y validación de modelos. Estudios de caso de modelización de escorrentía urbana. Uso de modelos para la planificación y diseño de infraestructuras. Evaluación de impactos y desarrollo de estrategias de mitigación.

Descripción de las actividades prácticas del tema 10: Construcción y evaluación de modelos de hidrología urbana en SWMM para el estudio del drenaje y el diseño de infraestructuras de saneamiento. Modelización y predicción de impactos debidos al cambio climático: Simulación de escenarios futuros y análisis de incertidumbres. Estudios de caso y ejemplos de modelización de impactos.

Tema 11: Contaminación por escorrentía urbana. Técnicas de gestión de la escorrentía urbana (TGEU). Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS

Contenidos del Tema 11: Fuentes de Contaminación. Identificación de fuentes puntuales y difusas de contaminación. Impacto de la urbanización en la calidad del agua de escorrentía. Tipos de contaminantes comunes en áreas urbanas (e.g., metales pesados, nutrientes, patógenos). Técnicas de Gestión de la Escorrentía Urbana (TGEU)

Estrategias para minimizar la contaminación de la escorrentía. Introducción a SUDS. Principios y objetivos de los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible. Beneficios de SUDS en la gestión del agua urbana. Comparación con los sistemas de drenaje tradicionales. Diseño y funcionalidad de cada tipo de SUDS. Evaluación de la eficiencia y capacidad de los sistemas de drenaje. Identificación y resolución de problemas en los sistemas existentes. Estrategias para la optimización y mantenimiento de los sistemas de drenaje.

Descripción de las actividades prácticas del tema 11: Ejercicios y casos prácticos desarrollados en SWMM sobre la integración de TGEU y SUDS

Tema 12: Tanques de Tormentas y Depósitos. Bombas y Estaciones de Bombeo.

Contenidos del Tema 12: Función y diseño de tanques de tormentas y depósitos. Ventajas y desafíos en su implementación. Casos de estudio y aplicaciones prácticas. Tipos de bombas y criterios de selección. Diseño y operación de estaciones de bombeo. Mantenimiento y eficiencia energética de sistemas de bombeo.

Descripción de las actividades prácticas del tema 12: Ejercicios y casos prácticos desarrollados en SWMM de tanques de tormentas y estaciones de bombeo.

Tema 13: Flujo Dual y Calidad de la Escorrentía Urbana

Contenidos del Tema 13: Conceptos de Flujo Dual en Sistemas de Drenaje Urbano. Definición y principios del flujo dual. Efecto del flujo dual en la reducción de la contaminación. Mejora en la calidad del agua mediante separación de flujos. Estrategias para minimizar la contaminación en sistemas de flujo dual.

Descripción de las actividades prácticas del tema 13: Ejercicios y casos prácticos desarrollados en SWMM sobre flujo dual y modelización de la calidad en redes de drenaje y saneamiento.

BLOQUE IV: Hidrología subterránea

Tema 14: Fundamentos de la Hidrología Subterránea

Contenidos del Tema 14: Definición y importancia de la hidrología subterránea. Componentes del ciclo hidrológico subterráneo: recarga, almacenamiento y descarga. Tipos de acuíferos: confinados, no confinados y semi-confinados. Propiedades Hidrogeológicas de los Acuíferos. Porosidad, permeabilidad y transmisividad. Conductividad hidráulica y coeficiente de almacenamiento. Métodos de evaluación y medición de propiedades hidrogeológicas

Descripción de las actividades prácticas del tema 14: Este tema no tiene contenidos prácticos.

Tema 15: Movimientos de Agua Subterránea. Captaciones de aguas subterráneas y ensayos de bombeo.

Contenidos del Tema 15: Ley de Darcy y flujo en medios porosos. Análisis de flujo en acuíferos confinados y no confinados. Influencia de factores geológicos y ambientales en el flujo subterráneo. Diseño y Construcción de Pozos. Tipos de pozos: pozos de extracción, pozos de monitoreo, pozos de inyección. Principios de diseño de pozos: ubicación, dimensionamiento y materiales. Técnicas de perforación y construcción de pozos. Operación y Mantenimiento de Pozos. Métodos de operación y control de pozos.

Mantenimiento preventivo y correctivo. Diagnóstico y solución de problemas comunes (e.g., colmatación, corrosión).

Descripción de las actividades prácticas del tema 15: Caso práctico de captaciones de aguas subterráneas.

Actividades formativas

Horas de trabajo del estudiante por tema		Horas Gran grupo	Actividades prácticas				Actividad de seguimiento	No presencial
Tema	Total	GG	CH	L	O	S	TP	EP
Presentación	1	1						
Bloque I	22	4				8		10
Bloque II	52	10			12			30
Bloque III	48	10			8			30
Bloque IV	16	4				2		10
Evaluación	11	1						10
TOTAL	150	30	0	0	20	10	0	90

GG: Grupo Grande (85 estudiantes).

CH: Actividades de prácticas clínicas hospitalarias (7 estudiantes)

L: Actividades de laboratorio o prácticas de campo (15 estudiantes)

O: Actividades en sala de ordenadores o laboratorio de idiomas (20 estudiantes)

S: Actividades de seminario o de problemas en clase (40 estudiantes).

TP: Tutorías Programadas (seguimiento docente, tipo tutorías ECTS).

EP: Estudio personal, trabajos individuales o en grupo, y lectura de bibliografía.

Metodologías docentes

- Lección magistral y resolución de ejercicios con participación activa del alumnado.
- Explicación personalizada en grupos reducidos sobre los conocimientos y aplicaciones mostradas en las clases teóricas y de problemas. Visitas.
- Estudio individualizado de los conocimientos teóricos y prácticos impartidos.
- Desarrollo en laboratorio, aula de informática, campo, etc. de casos prácticos
- Metodologías de aprendizaje activo (resolución de casos, aprendizaje basado en problemas, enseñanza inversa, etc.)

Resultados de aprendizaje

- Demostrar conocimiento y capacidad para planificar y gestionar riesgos hidrológicos.
- Demostrar conocimiento y capacidad de análisis de los procesos principales que intervienen en la hidrología de una cuenca, su modelación numérica y estimación, así como el establecimiento de sus interacciones, y aplicarlos para el cálculo de caudales de avenida.
- Conocer las técnicas básicas para el análisis estadístico de variables hidrometeorológicas.
- Elaborar estudios hidrológicos en cuencas naturales y urbanas, conforme a los estándares habituales y cumpliendo con la legislación vigente.
- Conocer las distintas Técnicas de Drenaje Urbano Sostenible.
- Conocer los aspectos relativos al movimiento del agua en el subsuelo, así como su exploración y captación
- Comprender los fundamentos básicos y manejar a un nivel básico el software específico para modelización hidrológica.

Sistemas de evaluación

De acuerdo con la normativa de evaluación de los resultados de aprendizaje y de las competencias adquiridas de la Universidad de Extremadura (DOE Número 212, 3 de noviembre de 2020), el estudiante tendrá que elegir entre dos modalidades de evaluación posibles para cada una de las convocatorias (ordinaria y extraordinaria). Se plantean dos posibilidades de evaluación. El primero de ellos sería por evaluación continua, en el caso de no superarse dicha evaluación, el alumno debe presentarse a la evaluación final.

Evaluación continua

A lo largo del curso, se irán proponiendo distintas actividades y ejercicios, junto con trabajos prácticos y pruebas teóricas que deberán ser superados individualmente.

Es necesario superar todas las partes y exámenes. Para poder optar a la evaluación continua se han de entregar todos los trabajos.

- Pruebas tipo examen: Se realizarán pruebas parciales escritas que demuestren la adquisición de conocimientos y la aplicación de dichos conocimientos impartidos en las asignaturas.
- Trabajos: Consistirá en la presentación de trabajos escritos realizados de forma individual o en grupo, generalmente dedicados a la resolución de problemas nuevos resueltos en grupo y que relacionen los conocimientos adquiridos en la asignatura con problemas reales relacionados con la ingeniería civil. También se incluyen en este método de evaluación la presentación de memorias relacionadas con las prácticas realizadas.
- Exposición oral: Consistirá en la exposición de trabajos realizados de forma individual o en grupo, valorándose la capacidad de comunicación y efectividad en la transmisión de conocimientos al resto de compañeros y al profesor.

Evaluación final escrita.

Realización de un examen práctico sobre los contenidos desarrollados en la asignatura, ejercicios. Supondrá un 100% de la nota. Los alumnos que no asistan a la asignatura o que no superen la evaluación continua de curso serán evaluados de esta manera.

- (ET) Examen escrito de teoría.
- (EP) Examen práctico: actividades y ejercicios (en el caso de no haber superado la parte de actividades y ejercicios)
- (EP) Examen práctico: trabajo, caso práctico (en el caso de no haber superado la parte de trabajos prácticos).

Es necesario superar todas las partes y exámenes.

Bibliografía (básica y complementaria)

Bibliografía básica

- Leonardo S. Nanía y Manuel Gómez Valentín, "Ingeniería Hidrológica". Grupo Editorial Universitario, 2006.
- Ven te Chow, David R. Maidment y Larry W. Mays, "Hidrología aplicada", McGraw Hill, Santa Fe de Bogotá, 1994

- Maidment and Djokic (2000). Hydrologic and Hydraulic Modeling Support with Geographic Information Systems. Esri Press
- HBV Ligth User's Manual (2005). Jan Seibert.
- EPA. Manuales del programa SWMM. Enviromental Protection Agency EPA. USA.
- USACE. Manuales del programa HEC-HMS. Hydrologic Engineering Center. U.S. Army Corps. USA.

Bibliografía Complementaria

- Martínez Marín, E. "Hidrología práctica". Servicio de Publicaciones del CICCP. Colección Escuelas. Madrid, 2001.
 - Llamas J., "Hidrología general. Principios y aplicaciones". Servicio editorial Universidad del País Vasco, 1993.
 - Aparicio, Francisco J. "Fundamentos de Hidrología de Superficie". Limusa, México D.F., 1999.
 - Norma 5.2-IC "Drenaje superficial" de la Instrucción de Carreteras:
http://www.fomento.gob.es/NR/rdonlyres/2482CE5B-4577-4E8D-81CF-C5E18DA53679/136083/ORDENFOM_298_2016.pdf
 - Publicación "Máximas lluvias diarias en la España Peninsular" de la DGC:
<http://www.fomento.es/NR/rdonlyres/ABE22688-F967-4902-BA96-51FE8AB76145/55856/0610300.pdf>
 - Página oficial del programa HEC-HMS:
<http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-hms/>
- Enlace para la descarga de la aplicación CAUMAX del CEDEX: http://ceh-flumen64.cedex.es/caumax/caumax_v23.rar

Otros recursos y materiales docentes complementarios

Otros recursos en el campus virtual.