

Guía docente de la asignatura

Fecha de aprobación por la Comisión Académica: 18/07/2023

**Obras y Aprovechamientos  
Hidráulicos (MA9/56/1/21)****Máster**

Máster Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos

**MÓDULO**

Módulo de Formación General

**RAMA**

Ingeniería y Arquitectura

**CENTRO RESPONSABLE DEL TÍTULO**

Escuela Internacional de Posgrado

**Semestre**

Primero

**Créditos**

6

**Tipo**

Optativa

**Tipo de enseñanza**

Presencial

**BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (Según memoria de verificación del Máster)**

Captaciones. Conducciones en lámina libre y en presión. Impulsiones, regadíos y drenajes. Introducción a la Ingeniería Fluvial.

**COMPETENCIAS****COMPETENCIAS BÁSICAS**

- CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en 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.
- CB9 - 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.



- 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.

### COMPETENCIAS GENERALES

- CG18 - Conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de métodos matemáticos, analíticos y numéricos de la ingeniería, mecánica de fluidos, mecánica de medios continuos, cálculo de estructuras, ingeniería del terreno, ingeniería marítima, obras y aprovechamientos hidráulicos y obras lineales.

### COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE21 - Conocimiento y capacidad para proyectar y dimensionar obras e instalaciones hidráulicas, sistemas energéticos, aprovechamientos hidroeléctricos y planificación y gestión de recursos hidráulicos superficiales y subterráneos.
- CE23 - Conocimiento de los proyectos de servicios urbanos relacionados con la distribución de agua y el saneamiento.

### COMPETENCIAS TRANSVERSALES

- CT01 - Capacidad de análisis y síntesis
- CT02 - Capacidad de organización y planificación
- CT03 - Comunicación oral y/o escrita
- CT05 - Capacidad de gestión de la información
- CT06 - Resolución de problemas
- CT07 - Trabajo en equipo
- CT08 - Razonamiento crítico
- CT09 - Aprendizaje autónomo
- CT10 - Creatividad
- CT11 - Iniciativa y espíritu emprendedor

## RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

Cuando concluya el desarrollo de esta asignatura se espera que el/la estudiante sea capaz de:

- Conocer la importancia y problemática del agua y sus posibles soluciones
- Identificar los diferentes tipos de obras hidráulicas, sus funciones, condicionantes y alternativas de diseño
- Proyectar y dimensionar obras y aprovechamientos hidráulicos: Captaciones, conducciones en lámina libre y en presión, impulsiones, regadíos y drenajes, obras de Ingeniería Fluvial.
- Manejar adecuadamente los métodos de cálculo más apropiados para cada problema
- Analizar críticamente los resultados de los cálculos, detectando posibles errores en los mismos o incluso en los datos de partida cuando dicho resultado se aleje del orden de magnitud adecuado o de la práctica ingenieril.
- Deducir las fórmulas de cálculo más importantes e identificar el efecto e importancia de cada una de las variables y parámetros que en ellas intervienen, conociendo su origen, limitaciones y campos de aplicación
- Manejar adecuadamente las distintas unidades usadas habitualmente en ingeniería así



como su lenguaje técnico.

- Ser consciente de las limitaciones de su propio conocimiento para saber cuándo es preciso acudir a métodos de diseño o cálculo más avanzados o cuándo se debe reclamar la ayuda de otros especialistas

## PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

### TEÓRICO

**TEMA 1.- RAZÓN Y SER DE LAS OBRAS HIDRÁULICAS:** El agua en el mundo. El agua en Europa. El agua en España. Historia de las Obras Hidráulicas. Análisis de la situación actual. Legislación de Aguas. Las Obras Hidráulicas y el Desarrollo. Problemas medioambientales de las Obras Hidráulicas. Beneficios medioambientales de las Obras Hidráulicas. Corrección de Impactos ambientales. Normativa comunitaria, estatal y autonómica. Ejemplos.

**TEMA 2.- OBRAS DE CAPTACIÓN:** OBRAS DE CAPTACIÓN SUPERFICIAL, Conceptos generales. Evaluación de recursos hídricos. Tipos de captaciones: Captación desde ríos. Desde lagos. Desde embalses. Aljibes. Manantiales. OBRAS DE CAPTACIÓN SUBTERRÁNEA. Conceptos generales. Pozos superficiales. Sondeos profundos, desarrollo desde las autorizaciones necesarias y sistemas de perforación y equipamiento hasta la puesta en servicio. Galerías Drenantes, en ladera, en lecho del río. Azudes Subálveos, otros.

**TEMA 3.- OBRAS DE TRANSPORTE EN LÁMINA LIBRE: DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO DE CANALES:** Ecuaciones del régimen laminar. Ecuaciones del régimen turbulento. Régimen crítico. Régimen permanente uniforme. Régimen permanente variado. Curvas de remanso. Régimen variable. CANALES-TRAZADO: Condiciones generales. Tanteo del trazado. Secciones transversales. Túneles. Acueductos. Sifones. CANALES-SECCIONES TIPO: Condiciones generales. Sección Óptima. Necesidad de revestimiento. Tipos de revestimiento. Estabilidad del revestimiento. Juntas. Impermeabilizaciones. Drenajes. Proceso constructivo. CANALES-OBRAS ESPECIALES: Aliviaderos. Rápidas. Caídas. Partidores. Tomas. Transiciones. Obras de drenaje transversal. Pasos sobre canal. Acueductos. Sifones, otras.

**TEMA 4.- OBRAS DE TRANSPORTE EN PRESIÓN: DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO DE TUBERÍAS:** Introducción. Ecuaciones del flujo permanente. Pérdidas de carga: rozamiento, embocadura, codos, cambios de sección, válvulas, bifurcaciones, desagüe, otros. TUBERÍAS. GOLPE DE ARIETE: Introducción. Descripción del fenómeno. Ecuaciones del cierre lento. Ecuaciones del cierre rápido. Cálculo de la celeridad de la onda. Timbraje de tuberías. Calderines hidroneumáticos. Válvulas anti-retorno. Chimeneas de equilibrio. Otros. TUBERÍAS. DETALLES DE DISEÑO: Generalidades. Tuberías de fundición dúctil. Tuberías de acero. Tuberías de hormigón armado y pretensado. Tuberías de PVC. Tuberías de PE. Tuberías de PRFV. Otras. Válvulas y accesorios. Las ventosas. Instalación de tuberías. Cálculo mecánico de tuberías.

**TEMA 5.- OBRAS RELACIONADAS CON LOS USOS DEL AGUA: REGADÍOS Y DRENAJES: EL AGUA Y LAS PLANTAS:** Balance hídrico en España. El ciclo agrohidrológico. El agua en el suelo. Cálculo del pF y Cc. Necesidades de agua de las plantas. Capacidad de succión de las plantas. Evapotranspiración potencial y real. Métodos para remediar el déficit hídrico. TÉCNICAS DE RIEGO Y DRENAJE: Introducción. Influencia del tipo de suelo, del agua, del clima, de los cultivos, de los regantes, de la parcelación. Sistemas de riego por gravedad, (escurrimiento, inundación, infiltración). Sistemas de riego a presión, (aspersión, localizado). Sistemas de drenaje, (abierto, cerrado o mixto). ORGANIZACIÓN DE UN REGADÍO: Introducción. Sistemas de explotación, (distribución continua, por rotación, a la demanda). Automatización del riego. Módulo. Unidad parcelaria. Dosis práctica de riego. Duración del riego. Espaciamento. Caudal característico.



Instalaciones para un regadío. **ABASTECIMIENTOS:** (sólo cuestiones generales, se desarrolla en otras asignaturas). Elementos básicos de un sistema de abastecimiento.

**TEMA 6.- INSTALACIONES DE BOMBEO: FUNDAMENTOS:** Potencia y Ecuación General de una Turbomáquina. Alturas características de una elevación: (altura geométrica, altura manométrica, altura útil o engendrada, altura de aspiración). Rendimientos. Ecuación general de una turbomáquina. Ecuación característica de una bomba centrífuga. Superficie característica. Curvas características de una bomba centrífuga. Colina de rendimientos de una bomba. **DISEÑO DE INSTALACIONES DE BOMBEO:** Esquema de una instalación de bombeo. Tipos de bombas. Tubería de aspiración. Cebado. Válvulas. Tubería de impulsión. Punto de funcionamiento. Elementos electromecánicos. Cálculos de optimización. Instalación de bombas en paralelo, (contiguas, separadas). Instalación de bombas en serie. Cavitación, cálculo del NPSH disponible, determinación del NPSH requerido. Detalles de diseño. Centrales reversibles.

### TEMA 7.- BOMBEOS SOLARES Y CON OTRAS ENERGÍAS RENOVABLES

Diseño de instalaciones de bombeo con energía solar fotovoltaica. Diseño de instalaciones de bombeo con energía eólica. Bombeos con otros tipos de energías renovables.

**TEMA 8.- INGENIERÍA FLUVIAL: ANTECEDENTES:** Historia de la ingeniería fluvial. Relaciones hombre-río. Necesidad de cambio del enfoque tradicional. Obras fluviales. Ejemplos. **MORFOLOGÍA FLUVIAL:** Dinámica del río. Perfil longitudinal. Clasificación de cauces fluviales. Formas en planta. Cauces torrenciales y ramblas mediterráneas. Flujo en curvas. Evolución de un meandro. Geometría hidráulica de un río. Caudal dominante. Leyes de Fargue. El ecosistema fluvial. **EROSIÓN, TRANSPORTE Y SEDIMENTACIÓN:** Características de los sedimentos: propiedades de la partícula, propiedades del conjunto. Dinámica de la erosión: Umbral de arrastre. Tensión tangencial, esfuerzo cortante crítico, velocidad de fricción. Clasificación del transporte sólido. Equilibrio de fondo. Analogía de la balanza de Lane. Formas de lecho. Erosión. Transporte de Sedimentos. **ESTABILIZACIÓN DE CAUCES:** Comprobación de la estabilidad de un cauce. Diseño de cauces estables. Método de la velocidad permisible. Método del esfuerzo cortante crítico. Fórmulas empíricas. Estabilización de cauces: sistemas de protección, sistemas de control del flujo. **ENCAUZAMIENTOS Y DEFENSAS:** Introducción histórica y problemática. Posibles objetivos de un encauzamiento. Condicionantes ecológicos. Condicionantes de un cauce estable. Cauce de aguas bajas, cauce de aguas altas y cauce de avenidas. Caudales de diseño. Zona inundable, zona de máxima crecida ordinaria, zona de servidumbre, zona de policía. Planes de prevención de avenidas e inundaciones. Planes de emergencia. Efectos de los diques de avenidas. Actuaciones en cauces trenzados. Problemas de los estrechamientos de cauces. Traviesas o cadenas. Problemas de las desembocaduras. Conclusiones. **RESTAURACIÓN FLUVIAL:** Identificación del estado ecológico del sistema fluvial. Determinación del régimen de caudales ambientales. Estrategias de restauración fluvial. Técnicas de restauración fluvial.

## PRÁCTICO

**Práctica 1: Conducciones en lámina libre.** Resolución de problemas a realizar en el aula a modo de examen, de forma individual.

**Práctica 2: Conducciones en presión.** Trabajo práctico a realizar con ordenador. Se finaliza mediante trabajo autónomo.

**Práctica 3: Regadíos y drenajes.** Trabajo práctico a realizar con ordenador. Se finaliza mediante trabajo autónomo.

**Práctica 4: Instalaciones de bombeo.** Trabajo práctico a realizar en laboratorio. Se finaliza



mediante trabajo autónomo.

**Práctica 5: Ingeniería fluvial.** Resolución de problemas a realizar en el aula a modo de examen, de forma individual.

**Práctica 6: Prácticas de campo.** Trabajo práctico a realizar en campo, incluye visita a obras hidráulicas y entrega de memoria explicativa. Puede complementarse o sustituirse por participación en conferencias, cursos, seminarios o visitas a obras hidráulicas y la entrega de la correspondiente memoria.

**Práctica 7: Sistemas de Obras Hidráulicas.** Trabajo práctico a realizar en aula de examen de forma individual.

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

- **Apuntes de obras hidráulicas.** Autores: Fernando Delgado et al. (sin publicar)
- **Problemas de obras hidráulicas: conducciones, abastecimientos, regadíos, ingeniería fluvial, aprovechamientos hidroeléctricos e instalaciones de impulsión.** Autores: Fernando Delgado Ramos, Joaquín Delgado García. Grupo Editorial Universitario. 2005
- **Hidráulica fluvial,** Autor: Eduardo Martínez Marín. Editorial Bellisco. Ediciones Técnicas y Científicas. 2001
- **Obras hidráulicas.** Autor: Eugenio Vallarino. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. 1997

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Curso de estaciones de bombeo en hidráulica urbana. Autores: López, A et al. Grupo de mecánica de Fluidos. UPV. Valencia. 2003
- Guía técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, 2007
- Sistemas de riego. Autores: Granados Granados, Alfredo; Pimentel, Heber Editor: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. 2000.
- Canales hidráulicos: proyecto, construcción, gestión y modernización. Autor: José Liria Montañés. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. 2001
- Ingeniería de ríos. Autor Juan Pedro Martín Vide Universidad Politécnica de Cataluña. 2007
- Problemas de obras hidráulicas. Autor: Granados, Alfredo ETSICCP. UPM. 1995
- Válvulas para abastecimientos de aguas, Autor: Mateos de Vicente, M. Ed. Bellisco. Madrid. 1990
- CANAL DE ISABEL II: Normas para redes de abastecimiento. Madrid 2012. (en web)
- ASETUB: Tubería de PVC. Manual técnico. Ed. AENOR. Madrid 2006 . [www.asetub.es](http://www.asetub.es)
- ASETUB: Tubería de Polietileno. Manual técnico. Ed. AENOR. Madrid 2008.
- MATEOS DE VICENTE, M.: Conducciones. Elementos de hidráulica práctica, básica y sucinta. Ed. Bellisco. Madrid.
- MATEOS DE VICENTE, M.: Válvulas para abastecimiento de aguas. Ed. Bellisco. Madrid. Y el resto de la misma colección.
- BALAIRON PEREZ, L: Tuberías de acero para transporte de agua. Manual técnico. Ed AENOR. Madrid 2019.





## ENLACES RECOMENDADOS

Durante el curso se utilizará la plataforma web prado (<https://prado.ugr.es/>)

## METODOLOGÍA DOCENTE

- MD01 Lección magistral/expositiva
- MD03 Resolución de problemas y estudio de casos prácticos
- MD04 Prácticas de laboratorio
- MD06 Ejercicios de simulación
- MD09 Realización de trabajos individuales

## EVALUACIÓN (instrumentos de evaluación, criterios de evaluación y porcentaje sobre la calificación final)

### EVALUACIÓN ORDINARIA

**Evaluación Teoría (50%):** (se incluye evaluación de conceptos teóricos recibidos en las clases prácticas)

- Examen parcial temas 1-5: Ponderación 2,5/10
  - Examen programado a mitad de semestre en horario de clase. Escrito. (elimina materia para el examen final)
- Examen final: Ponderación 5/10 (incluye el parcial para quienes no lo hayan aprobado)
  - Examen programado en la fecha de la convocatoria ordinaria. Escrito.
- Exámenes no programados: Ponderación hasta 1/10 adicional
  - Exámenes no avisados que se podrán intercalar en horario de clase. Oral y/o escrito

**Evaluación Prácticas (50%):**

#### Prácticas:

- Práctica 1: Examen escrito. Ponderación 0,5/10
- Práctica 2: Trabajo dirigido y autónomo. Ponderación 0,5/10
- Práctica 3: Trabajo dirigido y autónomo. Ponderación 0,5/10
- Práctica 4: Trabajo dirigido en laboratorio y autónomo. Ponderación 0,5/10
- Práctica 5: Examen escrito. Ponderación 0,5/10
- Práctica 6: Prácticas de campo y trabajo autónomo. Ponderación 0,5/10
- Práctica 7: Examen escrito. Ponderación 2,0/10 (esta práctica 7 se debe aprobar para hacer la media en la parte de prácticas)

Hay que aprobar por separado cada parte (Teoría/Prácticas) para hacer la media.

Las prácticas 1-5 estarán programadas en horario de clase y se realizan en aula normal, de informática o en laboratorio.

La práctica 6 será programada en horario especial, se hace en campo, incluye visita a obras hidráulicas y entrega de memoria explicativa. Puede complementarse o sustituirse por participación en conferencias, cursos, seminarios o visitas a obras hidráulicas y la entrega de la



correspondiente memoria.

La práctica 7 consiste en resolución de problemas de sistemas de obras hidráulicas. Se realiza en la fecha oficial de examen de convocatoria ordinaria.

### EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA

(se aplica la calificación de las partes aprobadas en la convocatoria ordinaria)

**Teoría: 50%** (se incluye evaluación de conceptos teóricos recibidos en las clases prácticas)

Examen escrito temas 1 al 8.

**Prácticas: 50%**

Examen escrito de las prácticas 1, 5 y 7.

Entrega el día del examen de los trabajos de las prácticas 2, 3, 4 y 6.

Hay que aprobar por separado cada parte (Teoría/Prácticas) para hacer media.

### EVALUACIÓN ÚNICA FINAL

**Teoría: 50%** (se incluye evaluación de conceptos teóricos recibidos en las clases prácticas)

Examen escrito temas 1 al 8.

**Prácticas: 50%**

Examen escrito de las prácticas 1, 5 y 7.

Entrega el día del examen de los trabajos de las prácticas 2, 3, 4 y 6.

Hay que aprobar por separado cada parte (Teoría/Prácticas) para hacer media.

### INFORMACIÓN ADICIONAL

Información de interés para estudiantado con discapacidad y/o Necesidades Específicas de Apoyo Educativo (NEAE): [Gestión de servicios y apoyos](https://ve.ugr.es/servicios/atencion-social/estudiantes-con-discapacidad) (<https://ve.ugr.es/servicios/atencion-social/estudiantes-con-discapacidad>).

