

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
Formación General	Presas y Aprovechamientos Hidroeléctricos	1º	2º	6	Optativa
PROFESORES⁽¹⁾			DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS		
<ul style="list-style-type: none"> Juan Antonio García Molina 			E.T.S. de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos. Campus de Fuentenueva JAGM: Despacho 3 jagmolina@ur.es		
			HORARIO DE TUTORÍAS Y/O ENLACE A LA PÁGINA WEB DONDE PUEDAN CONSULTARSE LOS HORARIOS DE TUTORÍAS ⁽¹⁾		
			Consulte actualización en Acceso Identificado > Aplicaciones > Ordenación Docente.		
MASTER EN EL QUE SE IMPARTE			OTROS MASTERS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR		
Master Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos			Ninguno		
PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)					
Tener aprobada la asignatura de Obras y Aprovechamientos Hidráulicos					
BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL MASTER)					
Aprovechamientos hidroeléctricos. Presas y embalses: Introducción, estudios previos, presas de gravedad, presas aligeradas, presas bóveda, presas de materiales sueltos, aliviaderos desagües y tomas. Auscultación, explotación, seguridad de presas.					
COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS					
GENERALES (RELATIVAS AL ÁMBITO DE LAS PRESAS Y APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS)					
<ul style="list-style-type: none"> Capacitación científico-técnica y metodológica para el reciclaje continuo de conocimientos y el ejercicio de las funciones profesionales de asesoría, análisis, diseño, cálculo, proyecto, planificación, dirección, gestión, construcción, mantenimiento, conservación y explotación en los campos de la ingeniería civil. Comprensión de los múltiples condicionamientos de carácter técnico, legal y de la propiedad que se plantean en el proyecto de una obra pública, y capacidad para establecer diferentes alternativas válidas, elegir la óptima y plasmarla adecuadamente, previendo los problemas de su construcción, y empleando los métodos y tecnologías más adecuadas, tanto tradicionales como 					

¹Consulte posible actualización en Acceso Identificado > Aplicaciones > Ordenación Docente



innovadores, con la finalidad de conseguir la mayor eficacia y favorecer el progreso y un desarrollo de la sociedad sostenible y respetuoso con el medio ambiente.

- Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.
- Conocimiento de la historia de la ingeniería civil y capacitación para analizar y valorar las obras públicas en particular y de la construcción en general.
- Conocimiento de la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos y de las actividades que se pueden realizar en el ámbito de la ingeniería civil.
- Conocimiento para aplicar las capacidades técnicas y gestoras en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la ingeniería civil.

ESPECÍFICAS

- Capacidad para planificar y gestionar recursos hidráulicos y energéticos, incluyendo la gestión integral del ciclo del agua. (Se completa con otras asignaturas)
- Capacidad para planificar, realizar estudios y diseñar captaciones de aguas superficiales o subterráneas (Presas, conducciones, bombeos). (Se completa con otras asignaturas)
- Capacidad para proyectar, dimensionar, construir y mantener obras hidráulicas. (en el ámbito de las presas y aprovechamientos hidroeléctricos)
- Capacidad para realizar el cálculo, la evaluación, la planificación y la regulación de los recursos hídricos, tanto de superficie como subterráneos. (Se completa con otras asignaturas)

OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

Cuando concluya el desarrollo de esta asignatura se espera que el alumno/a sea capaz de:

1. Conocer la importancia y problemática de la energía hidroeléctrica y su aprovechamiento
2. Conocer la importancia y problemática de las presas y embalses
3. Identificar las diferentes tipologías de aprovechamientos hidroeléctricos y de presas, sus funciones, condicionantes y alternativas de diseño
4. Predimensionar aprovechamientos hidroeléctricos y presas
5. Manejar adecuadamente los métodos de cálculo más apropiados para cada problema
6. 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.
7. Deducir las fórmulas de cálculo más importantes e identifica el efecto e importancia de cada una de las variables y parámetros que en ellas intervienen, conociendo su origen, limitaciones y campos de aplicación
8. Manejar adecuadamente las distintas unidades usadas habitualmente en ingeniería así como su lenguaje técnico.
9. 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

TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

TEMARIO TEÓRICO:

TEMA 1.- PRESAS Y EMBALSES. FUNDAMENTOS: GENERALIDADES Y TIPOLOGÍAS DE PRESAS. Funciones de la Presa. Evolución histórica. Tipologías. Normativa y legislación de presas. Instrucción del 67. Reglamento del 96. Directriz de Protección Civil del 95. Guías Técnicas. Reglamento del Dominio Público Hidráulico. Normas Técnicas de Seguridad de Presas. ESTUDIOS DE REGULACIÓN. Régimen natural. Restricciones medioambientales. Análisis de la demanda y criterios de garantía. Regulación anual. Regulación interanual. LA CERRADA Y EL EMBALSE: El río y su cuenca. Topografía. Geología. Geotecnia. Materiales. Requerimientos básicos. Evaluación de impacto ambiental. Factores que influyen en la elección del tipo de presa. FUERZAS ACTUANTES: Peso propio. Empuje hidrostático. Presión intersticial, (evolución histórica de las teorías sobre la subpresión. Líneas de corriente. Líneas equipotenciales. Líneas isobaras). Efectos térmicos y de fraguado. Sismos. Sedimentos. Oleaje. Empuje del hielo. Otros. Combinación de solicitaciones. ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES

TEMA 2.- PRESAS DE FÁBRICA: INTRODUCCIÓN. PRESAS DE GRAVEDAD. Sección tipo y red de drenaje. Análisis de la estabilidad y dimensionamiento. Estabilidad al deslizamiento: métodos para mejorarla. Predimensionamiento y cálculos simplificados.



**UNIVERSIDAD
DE GRANADA**

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR

masteres.ugr.es

Firmado por: DAVID LOPEZ MARTIN Secretario/a de Departamento

Sello de tiempo: 24/05/2019 18:06:08 Página: 2 / 6



ApOb6VWzo6cMba2lwW0fun5CKCJ3NmbA

La integridad de este documento se puede verificar en la dirección <https://sede.ugr.es/verifirma/pfinicio.jsp> introduciendo el código de verificación que aparece debajo del código de barras.

PRESAS ALIGERADAS. Cuestiones generales. Presas de contrafuertes. Presas de pantalla plana. Presas de bóvedas múltiples. Presas con aligeramientos horizontales. Predimensionamiento y cálculos simplificados. PRESAS BÓVEDA. Cuestiones generales. Encaje de una presa bóveda. Ángulo óptimo. Estribación. Arcos policéntricos y no circulares. Predimensionamiento y cálculos simplificados. CONSTRUCCIÓN DE PRESAS DE FÁBRICA. Desvío del río. Excavaciones y tratamientos del terreno. Hormigón vibrado convencional. Hormigón compactado con rodillo. Galerías. Tratamiento de juntas. Detalles.

TEMA 3.- PRESAS DE MATERIALES SUELTOS. INTRODUCCIÓN. PRESAS HOMOGÉNEAS. Cuestiones generales. Presas homogéneas sin dren chimenea. Presas homogéneas con dren chimenea. Predimensionamiento y cálculos simplificados. PRESAS CON NÚCLEO IMPERMEABLE. Cuestiones generales. Núcleo vertical. Núcleo inclinado. Núcleo arcilloso. Núcleo asfáltico. Filtros y drenes. Espaldones. Paramentos. Predimensionamiento y cálculos simplificados. PRESAS CON PANTALLA IMPERMEABLE. Cuestiones generales. Pantallas de hormigón armado. Pantallas de hormigón asfáltico. Otras. Predimensionamiento y cálculos simplificados. CONSTRUCCIÓN DE PRESAS DE MATERIALES SUELTOS. Desvío del río. Excavaciones y tratamientos del terreno. Materiales granulares. Materiales cohesivos. Pantallas de impermeabilización. Galerías.

TEMA 4.- ALIVIADEROS, DESAGÜES Y TOMAS. ESTUDIOS DE AVENIDAS: cuestiones generales. Caudal provocado. Caudal de avenida de proyecto. Caudal de avenida extrema. Resguardos. Laminación de avenidas. Otros. TIPOS Y FORMAS DE ALIVIADEROS: Toma de labio fijo. Toma con compuertas. Conducción en lámina libre. Conducción en presión. Reintegro con trampolín. Reintegro con cuenco de resalto. Predimensionamiento y cálculos simplificados. DESAGÜES Y TOMAS: Introducción. Tipos de desagües y tomas. Válvulas y compuertas. Operación y control. Predimensionamiento y cálculos simplificados

TEMA 5.- SEGURIDAD, EXPLOTACIÓN Y CONSERVACIÓN. AUSCULTACIÓN DE PRESAS. Fundamentos. Elementos de auscultación. Lectura, interpretación e informes. EXPLOTACIÓN Y SEGURIDAD DE PRESAS. Normas de explotación. Clasificación de presas según el riesgo potencial. Planes de emergencia. CONSERVACIÓN Y REHABILITACIÓN DE PRESAS. Programas de mantenimiento y conservación. Rehabilitación de presas.

TEMA 6.- BALSAS. Introducción. Tipologías. Solicitaciones. Elementos de una balsa. Detalles constructivos. Las láminas plásticas. Construcción. Explotación, mantenimiento y conservación.

TEMA 7.- APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS: FUNDAMENTOS. EL MERCADO ELÉCTRICO: Introducción. Centrales hidroeléctricas. Centrales térmicas nucleares. Centrales térmicas convencionales. Centrales eólicas. Centrales de E. Solar. Centrales de gas. Centrales de biomasa. Centrales de energía mareomotriz. Centrales de energía geotérmica. Otras. TIPOS DE SALTOS DE AGUA: Introducción. Salto de pie de presa. Salto en derivación. Salto con todas sus conducciones en presión. Centrales subterráneas. Centrales reversibles. Otros. Ejemplos prácticos. TURBINAS: Tipos. Ecuaciones generales. Número de Camerer. Campo de aplicación. POTENCIA Y ENERGÍA: Introducción. Salto bruto. Salto bruto útil. Salto neto. Salto útil. Potencia de un salto. Energía producida. Coeficiente de eficacia. Factor de carga y coeficiente de equipamiento. Unidades usadas frecuentemente.

TEMA 8.- APROVECHAMIENTOS HIDROELÉCTRICOS: APLICACIONES. DISEÑO DE CENTRALES HIDROELÉCTRICAS: Determinación del caudal turbinable. Captación. Cámara de carga. Canal de derivación. Galería en presión. Chimenea de equilibrio. Tubería forzada. Canal de descarga. Equipos hidromecánicos: (turbina Pelton, Francis, hélice, Kaplan, otras). El regulador de la turbina. Sistemas de seguridad. Aspectos medioambientales.

TEMARIO PRÁCTICO:

PRÁCTICA 1: ESTUDIOS DE REGULACIÓN: Trabajo práctico a realizar en aula de informática consistente en la determinación del régimen de aportaciones a un embalse y la fijación de la capacidad necesaria para atender las demandas existentes.

PRÁCTICA 2: ESTABILIDAD Y CÁLCULO DE TENSIONES: Resolución de problemas de estabilidad de presas y cálculo de tensiones a realizar en el aula a modo de examen, de forma individual y sin uso de material de consulta.

PRÁCTICA 3: PRESAS BÓVEDA Resolución de problemas de encaje de presas bóveda a realizar en el aula a modo de examen, de forma individual y sin uso de material de consulta.

PRÁCTICA 4: PRESAS DE MATERIALES SUELTOS: Trabajo práctico a realizar en aula de informática consistente en la determinación de la red de flujo en una presa de materiales sueltos y la comprobación de su estabilidad al deslizamiento.

PRÁCTICA 5: ALIVIADEROS Y DESAGÜES: Trabajo práctico a realizar en aula de informática consistente en el estudio de laminación



UNIVERSIDAD
DE GRANADA

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR

masteres.ugr.es

Firmado por: DAVID LOPEZ MARTIN Secretario/a de Departamento

Sello de tiempo: 24/05/2019 18:06:08 Página: 3 / 6



ApOb6VWzo6cMba2lwW0fun5CKCJ3NmbA

La integridad de este documento se puede verificar en la dirección <https://sede.ugr.es/verifirma/pfinicio.jsp> introduciendo el código de verificación que aparece debajo del código de barras.

de avenidas con aliviadero de labio fijo o compuertas.

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: PREDIMENSIONAMIENTO DE PRESAS: Trabajo práctico a realizar en aula de examen de forma individual y sin uso de material de consulta, consistente en la justificación y elección de la tipología de una presa para una cerrada dada, el dibujo de su perfil longitudinal y sección transversal tipo y el predimensionamiento de los aliviaderos y desagües

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:

- Cuesta, L., & Vallarino, E. (2000). **Aprovechamientos hidroeléctricos**. Ed. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
- Delgado, F. & Delgado, J. (2006) **Presas. Problemas de predimensionamiento y cálculo**. Ed. Grupo Editorial Universitario.
- Delgado, F. (2005). **Seguridad de presas y embalses. Normativa y recomendaciones**. Ed. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
- Vallarino, E. (2015). **Tratado básico de presas**. Ed. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

- CNEGP (1997). **Guía Técnica de Seguridad de Presas Nº 4: Avenida de proyecto**. Ed. Comité Nacional Español de Grandes Presas.
- CNEGP (1998). **Guía Técnica de Seguridad de Presas Nº 5: Aliviaderos y desagües**. Ed. Comité Nacional Español de Grandes Presas.
- CNEGP (1999). **Guía Técnica de Seguridad de Presas Nº 3: Estudios geológicos-geotécnicos y de prospección de materiales**. Ed. Comité Nacional Español de Grandes Presas.
- CNEGP (1999). **Guía Técnica de Seguridad de Presas Nº 6: Construcción de presas y control de calidad**. Ed. Comité Nacional Español de Grandes Presas.
- CNEGP (2015). **Guía Técnica de Seguridad de Presas Nº 2: Criterios para proyectos de presas y sus obras anejas Tomo 2. Presas de materiales sueltos**. Ed. Comité Nacional Español de Grandes Presas.
- CNEGP (2003). **Guía Técnica de Seguridad de Presas Nº 2: Criterios para proyectos de presas y sus obras anejas Tomo 1. Presas de fábrica**. Ed. Comité Nacional Español de Grandes Presas.
- CNEGP (2004). **Guía Técnica de Seguridad de Presas Nº 7: Auscultación de las presas y sus cimientos**. Ed. Comité Nacional Español de Grandes Presas.
- CNEGP (2005). **Guía Técnica de Seguridad de Presas Nº 1: Seguridad de presas**. Ed. Comité Nacional Español de Grandes Presas.
- CNEGP (2012). **Guía Técnica de Seguridad de Presas Nº 2: Criterios para Proyectos de Presas y sus Obras Anejas Tomo 1. Presas de fábrica. Adenda sobre HCR**. Ed. Comité Nacional Español de Grandes Presas.
- MMA (1998). **Guía Técnica para Clasificación de Presas en Función del Riesgo Potencial**. Ed. Ministerio de Medio Ambiente. Secretaria General Técnica.
- MMA (2003). **Guía Técnica para la Elaboración de los Planes de Emergencia de Presas**. Ed. Ministerio de Medio Ambiente. Secretaria General Técnica.
- V.V.A.A. (2010). **Manual para el diseño, construcción, explotación y mantenimiento de balsas**. Ed. Comité Nacional Español de Grandes Presas.

ENLACES RECOMENDADOS

Durante el curso se utilizará la plataforma *web prado2* (<http://prado.ugr.es/moodle/>)

METODOLOGÍA DOCENTE



UNIVERSIDAD
DE GRANADA

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR

masteres.ugr.es

Firmado por: DAVID LOPEZ MARTIN Secretario/a de Departamento

Sello de tiempo: 24/05/2019 18:06:08 Página: 4 / 6



ApOb6VWzo6cMba2lwW0fun5CKCJ3NmbA

La integridad de este documento se puede verificar en la dirección <https://sede.ugr.es/verifirma/pfinicio.jsp> introduciendo el código de verificación que aparece debajo del código de barras.

Actividad formativa 1: Clases teóricas

Metodología: presentación en el aula de los conceptos fundamentales y desarrollo de los contenidos propuestos.

Competencias: adquirir conocimientos técnicos de la materia, potenciar la reflexión y la formación de una mentalidad crítica.

Actividad formativa 2: Prácticas en clase

Metodología: Actividades a través de las cuales se pretende mostrar al alumnado cómo debe aplicar los conocimientos adquiridos para la resolución de ejercicios o supuestos prácticos.

Competencias: aplicar los conocimientos adquiridos y potenciar las habilidades prácticas.

Actividad formativa 3: Prácticas de campo

Metodología: Presentación de casos reales de obras cuya observación y análisis fundamentan los conceptos teóricos de la asignatura y el desarrollo de los contenidos propuestos, en relación con las competencias que adquiere el alumno.

Competencias: comprender y aplicar el juicio ingenieril y conocer el orden de magnitud, aplicar los conocimientos adquiridos y potenciar las habilidades prácticas.

Actividad formativa 4: Prácticas en aula de informática

Metodología: Actividades a través de las cuales se pretende mostrar al alumnado cómo debe aplicar los conocimientos adquiridos para la resolución de ejercicios o supuestos prácticos empleando como herramienta el ordenador así como programas específicos de la materia.

Competencias: aplicar los conocimientos adquiridos y potenciar las habilidades prácticas relacionadas con las nuevas tecnologías.

Actividad formativa 5: Conferencias y seminarios

Metodología: Conferencias o seminarios sobre temas de actualidad relacionados con la asignatura

Competencias: aplicar y contrastar los conocimientos adquiridos y potenciar las habilidades prácticas y el juicio crítico

EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)**Modalidad Evaluación Continua**

(Se aplica en las convocatorias ordinarias, salvo que el estudiante solicite en plazo la Modalidad de Evaluación Única Final)

Evaluación Teoría:

- **Examen programado temas 1-3:** Ponderación 2,5/10
Examen programado a mitad de semestre en horario de clase. Duración 30'. Consta de pregunta a desarrollar y preguntas cortas o tipo test.
- **Examen programado temas 4-8:** Ponderación 2,5/10
Examen programado a final de semestre en horario de clase. Duración 30'. Consta de pregunta a desarrollar y preguntas cortas o tipo test.
- **Ejercicios no programados:** Ponderación hasta 1/10 adicional
Ejercicios no programados (no avisados) intercalados en horario de clase. Duración 15' cada uno. Consta de preguntas cortas o tipo test.

Evaluación Prácticas:

- Práctica 1: **Estudios de regulación.** Ponderación 0,5/10
- Práctica 2: **Estabilidad y cálculo de tensiones.** Ponderación 0,5/10
- Práctica 3: **Presas Bóveda.** Ponderación 0,5/10
- Práctica 4: **Presas de Materiales Suelos.** Ponderación 0,5/10
- Práctica 5: **Aliviaderos y Desagües.** Ponderación 0,5/10
- Práctica 6: **Prácticas de campo.** Ponderación 0,5/10
- Práctica 7: **Predimensionamiento de presas.** Ponderación **2/10**

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 se realiza en la fecha oficial de examen.



UNIVERSIDAD
DE GRANADA

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR

masteres.ugr.es

Firmado por: DAVID LOPEZ MARTIN Secretario/a de Departamento

Sello de tiempo: 24/05/2019 18:06:08 Página: 5 / 6



ApOb6VWzo6cMba2lwW0fun5CKCJ3NmbA

La integridad de este documento se puede verificar en la dirección <https://sede.ugr.es/verifirma/pfinicio.jsp> introduciendo el código de verificación que aparece debajo del código de barras.

Modalidad Evaluación Única Final

(Se aplica en las convocatorias extraordinarias ó cuando haya sido solicitada en plazo por el estudiante)

- Examen de **Teoría**: Ponderación 5/10
- Examen de **Prácticas**: Ponderación 5/10

En ambas modalidades hay que aprobar por separado cada parte (Teoría/Prácticas) para hacer la media. Para la convocatoria extraordinaria se guardan las calificaciones de las partes aprobadas en la convocatoria ordinaria.

DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS QUE FORMARÁN PARTE DE LA EVALUACIÓN ÚNICA FINAL ESTABLECIDA EN LA "NORMATIVA DE EVALUACIÓN Y DE CALIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA"

- Examen de **Teoría**:
Duración 60'. Consta de 1-2 preguntas a desarrollar y preguntas cortas o tipo test.
- Examen de **Prácticas**:
15' de duración para cada una de las prácticas 1-5 y de 90' para la práctica 7

INFORMACIÓN ADICIONAL

Se requiere la utilización de la plataforma prado2 (<http://prado.ugr.es/moodle/>)



UNIVERSIDAD
DE GRANADA

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR

masteres.ugr.es

Firmado por: DAVID LOPEZ MARTIN Secretario/a de Departamento

Sello de tiempo: 24/05/2019 18:06:08 Página: 6 / 6



ApOb6VVzo6cMba2lwW0fun5CKCJ3NmbA

La integridad de este documento se puede verificar en la dirección <https://sede.ugr.es/verifirma/pfinicio.jsp> introduciendo el código de verificación que aparece debajo del código de barras.