



**UGR** | Universidad  
de **Granada**

**Grado de INGENIERÍA CIVIL**  
**OBRAS Y APROVECHAMIENTOS**  
**HIDRÁULICOS II**  
**Guía docente CA2013-14**

□ Aprobada en la sesión ordinaria del Consejo de Departamento de 28 de junio de 2013.

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
Tecnología Específica de Hidrología	Ingeniería Hidráulica	4º	7º	6	Obligatoria
<b>PROFESORES</b>			<b>DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>COORDINADOR: Fernando Delgado Ramos</li> <li>Juan Antonio García Molina</li> <li>Germán Ríos García</li> </ul>			E.T.S. de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos. Campus de Fuentenueva FDR: Despacho 3, JAGM: Despacho 89, GRG: Despacho 89. <a href="http://swad.ugr.es">http://swad.ugr.es</a>		
			<b>HORARIO DE TUTORÍAS</b>		
			FDR: Lunes y Jueves de 9:30-12:30 JAGM: Martes 17:30-21:30, Jueves 15:30-17:30 GRG: Jueves 17:30-19:30		
<b>GRADO EN EL QUE SE IMPARTE</b>			<b>OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR</b>		
Grado en Ingeniería Civil			Ninguno		
<b>PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)</b>					
Obligatorio tener superada la asignatura: Obras y Aprovechamientos Hidráulicos I					
<b>BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL GRADO)</b>					
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.					
<b>COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS</b>					
De acuerdo con la memoria de Verificación del Grado en Ingeniería Civil, en esta signatura se contribuye a la adquisición de las siguientes competencias: <b>Competencias generales, (restringidas el ámbito de las Presas y Aprovechamientos Hidroeléctricos):</b>					



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.

CG2: Comprensión de los múltiples condicionamientos de carácter técnico y legal que se plantean en la construcción de una obra pública, y capacidad para emplear métodos contrastados y tecnologías acreditadas, con la finalidad de conseguir la mayor eficacia en la construcción dentro del respeto por el medio ambiente y la protección de la seguridad y salud de los trabajadores y usuarios de la obra pública.

CG3: Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria durante el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico de Obras Públicas.

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.

CG6 Capacidad para la realización de estudios de planificación territorial y de los aspectos medioambientales relacionados con las infraestructuras, 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.

CG10 Conocimiento de la historia de la ingeniería civil y capacitación para analizar y valorar las obras públicas en particular y la construcción en general.

#### **Competencias específicas de obras públicas, (restringidas el ámbito de las Presas y Aprovechamientos Hidroeléctricos):**

COP3 Capacidad para aplicar los conocimientos de materiales de construcción en sistemas estructurales. Conocimiento de la relación entre la estructura de los materiales y las propiedades mecánicas que de ella se derivan.

COP5 Conocimientos de geotecnia y mecánica de suelos y de rocas así como su aplicación en el desarrollo de estudios, proyectos, construcciones y explotaciones donde sea necesario efectuar movimientos de tierras, cimentaciones y estructuras de contención.

COP8 Conocimiento de los conceptos básicos de hidrología superficial y subterránea.

COP12 Conocimiento de los procedimientos constructivos, la maquinaria de construcción y las técnicas de organización, medición y valoración de obras.

#### **Competencias específicas de la especialidad “Hidrología” , (restringidas el ámbito de las Presas y Aprovechamientos Hidroeléctricos):**

- CH1: 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.

#### **OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)**

Cuando concluya el desarrollo de esta asignatura se espera que el alumno 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**

**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. Aspectos medioambientales. 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.

**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. 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. Estructuración. 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.- 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. Cálculos hidráulicos. Cálculos de estabilidad. Clasificación. 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.

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:**

- Apuntes de la asignatura: F. Delgado et al (sin publicar)
- Tratado Básico De Presas [2 volúmenes] Vallarino Cánovas Del Castillo, Eugenio Editor: Colegio De Ingenieros De Caminos, Canales Y Puertos. 84-380-0204-8; 978-84-380-0204-9-
- Aprovechamientos Hidroeléctricos (2 Volúmenes) – Luis Cuesta, Eugenio Vallarino - Ed. Colegio De Ingenieros De Caminos, Canales Y Puertos, 2000 – Colección Señor N° 19
- Presas. Problemas de Predimensionamiento y Cálculo. F. Delgado. Grupo Editorial Universitario. Isbn: 8484916464 Isbn-13: 9788484916468

### **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

- Auscultación de las Presas y sus Cimientos (Guías Técnicas de Seguridad de Presas)
- Construcción De Presas Y Control De Calidad (1999) Editor: Comité Nacional Español De Grandes Presas. 84-89567-10-7; 978-84-89567-10-8-
- Guía Técnica de Seguridad de Presas P-2 “Criterios para Proyectos de Presas y sus Obras Anejas Tomo 1 ” – Comité Nacional Español de Grandes Presas – Ed. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 2003
- Guía Técnica De Seguridad de Presas P-3 “Estudios Geológico-Geotécnicos y de Prospección de Materiales” – Comité Nacional Español de Grandes Presas – Ed. Colegio de Ingenieros de Caminos,



Canales y Puertos, 1999

- Guía Técnica de Seguridad de Presas P-5 “Aliviaderos y Desagües” – Comité Nacional Español de Grandes Presas – Ed. Colegio de Ingenieros De Caminos, Canales Y Puertos, 1997
- Guía Técnica para Clasificación de Presas en Función del Riesgo Potencial (1998) Editor: Ministerio de Medio Ambiente. Secretaria General Técnica. 84-8320-032-5 ; 978-84-8320-032-2 -
- Guía Técnica para la Elaboración de los Planes de Emergencia de Presas (2003) Editor: Ministerio de Medio Ambiente. Secretaria General Técnica. 84-8320-242-5; 978-84-8320-242-5-
- Historia de Las Presas : Las Pirámides Útiles = A History Of Dams : The Useful Pyramids [Monografía] (2000) Schnitter, Nicholas J. Editorial/Es: Colegio de Ingenieros de Caminos,
- Canales y Puertos
- Ingeniería de Presas: Presas de Fábrica. Díez Cascón Sagrado, Joaquín; Bueno Hernández, Francisco. Editorial/Es: Universidad de Cantabria. Servicio de Publicaciones
- Las Geomembranas en las Balsas D. Manuel Alonso Franco, Fcc Construcción, S.A. Ponencias del I Simposio Nacional Sobre Proyecto, Construcción e Impermeabilización de Balsas
- Ministerio De Obras Públicas (1967) “Instrucción Para Proyecto, Construcción y Explotación de Grandes Presas”. Marzo 1.967.
- Recomendaciones Generales de Diseño y Detalles Constructivos para la Impermeabilización De Balsas de Agua con Geomembranas de Polietileno de Alta Densidad, D. Mario García Gironés ; D. Juan Luis Donoso Sanz, Atarfil, S.L. Ponencias Del I Simposio Nacional Sobre Proyecto, Construcción E Impermeabilización De Balsas
- Reglamento Técnico Sobre Seguridad de Presas y Embalses (1998) Editor: Ministerio de Medio Ambiente. Secretaria General Técnica. 84-8320-050-3; 978-84-8320-050-6-
- Seguridad de Presas (2005) Editor: Comité Nacional Español de Grandes Presas. 84-89567-15-8;978- 84-89567-15-3-
- Seguridad de Presas y Embalses. Normativa y Recomendaciones (2005) Delgado Ramos, Fernando. Editor: Colegio De Ingenieros De Caminos, Canales Y Puertos. 84-380-0296-X; 978-84-380-0296-4-
- Tipología y Seguridad de Presas (2005) Álvarez Martínez, Alfonso Editor: Colegio De Ingenieros De Caminos, Canales Y Puertos. 84-380-0299-4; 978-84-380-0299-5

#### ENLACES RECOMENDADOS

<http://swad.ugr.es>

#### METODOLOGÍA DOCENTE

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 en laboratorio



*Metodología:* Presentación en el laboratorio de equipos de ensayos cuyos resultados fundamentan los conceptos teóricos de la asignatura. Realización de prácticas individuales o en grupo dependiendo de la técnica o del equipo de ensayo. *Competencias:* capacidad para visualizar y comprender los fenómenos, aplicar los conocimientos adquiridos y potenciar las habilidades prácticas.

Actividad formativa 4: 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 5: 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 6: Estudio y trabajo individual

*Metodología:* 1) Actividades (guiadas y no guiadas) propuestas por el profesor empleando técnicas de trabajo autónomo a través de las cuales y de forma individual se profundiza en aspectos concretos de la materia posibilitando al estudiante avanzar en la adquisición de determinados conocimientos y procedimientos de la materia, 2) Estudio individualizado de los contenidos de la materia 3) Actividades evaluativas (informes, exámenes, ...).

*Competencias:* Favorecer en el estudiante la capacidad para autorregular su aprendizaje, planificándolo, diseñándolo, evaluándolo y adecuándolo a sus especiales condiciones e intereses

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

**Modalidad Evaluación Continua (Ordinaria):**

Ponderación de calificaciones:

- Práctica 1: Estudios de regulación 1/10
- Práctica 2: Cálculo de presas 1/10
- Práctica 3: Cálculo de presas 1/10
- Práctica 4: Prácticas de campo 1/10
- Examen Teoría: 3/10
- Examen Problemas: 3/10

**Modalidad Evaluación Continua (Extraordinaria):**

Ponderación de calificaciones:

- Examen de Prácticas: 2/10
- Examen de Teoría: 4/10
- Examen de Problemas: 4/10

Para aprobar la asignatura se necesita aprobar por separado cada una de las partes.

**INFORMACIÓN ADICIONAL**

Se requiere la utilización de la plataforma SWAD, (sistema Web de Apoyo a la Docencia): <http://swad.ugr.es>, o similar.



