



Universidad  
Politécnica  
de Cartagena



## Guía docente de la asignatura

# Máquinas Hidráulicas

**Titulación: Máster Universitario en Ingeniería Industrial**

CSV:	ZsP2HmB8Nx5COjgpFfw48jPfu	Fecha:	29/01/2019 23:10:57	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	<a href="https://validador.upct.es/csv/ZsP2HmB8Nx5COjgpFfw48jPfu">https://validador.upct.es/csv/ZsP2HmB8Nx5COjgpFfw48jPfu</a>	Página:	1/14	

## 1. Datos de la asignatura

<b>Nombre</b>	Máquinas Hidráulicas				
<b>Materia*</b>	Máquinas Hidráulicas (Hydraulic Machinery)				
<b>Módulo*</b>	Tecnologías Industriales				
<b>Código</b>	223101003				
<b>Titulación</b>	Máster en Ingeniería Industrial				
<b>Plan de estudios</b>	2013				
<b>Centro</b>	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial				
<b>Tipo</b>	Obligatoria				
<b>Periodo lectivo</b>	Cuatrimestral	<b>Cuatrimestre</b>	1º	<b>Curso</b>	1º
<b>Idioma</b>	Castellano				
<b>ECTS</b>	3	<b>Horas / ECTS</b>	30	<b>Carga total de trabajo (horas)</b>	90

\* Todos los términos marcados con un asterisco están definidos en *Referencias para la actividad docente en la UPCT y Glosario de términos*:

<http://repositorio.bib.upct.es/dspace/bitstream/10317/3330/1/isbn8469531360.pdf>

## 2. Datos del profesorado

<b>Profesor responsable</b>	Blas Zamora Parra		
<b>Departamento</b>	Ingeniería Térmica y Fluidos		
<b>Área de conocimiento</b>	Mecánica de Fluidos		
<b>Ubicación del despacho</b>	2ª planta Hospital de Marina		
<b>Teléfono</b>	968325982	<b>Fax</b>	968325999
<b>Correo electrónico</b>	blas.zamora@upct.es		
<b>URL / WEB</b>	<a href="https://aulavirtual.upct.es">https://aulavirtual.upct.es</a>		
<b>Horario de atención / Tutorías</b>	Lunes 17 a 20 h Jueves 11 a 14 h		
<b>Ubicación durante las tutorías</b>	Ubicación indicada		

<b>Titulación</b>	Doctor Ingeniero Industrial (UNED, 1995)
<b>Vinculación con la UPCT</b>	Profesor Titular de Universidad (Universidad de Murcia, 1997)
<b>Año de ingreso en la UPCT</b>	1999
<b>Nº de quinquenios (si procede)</b>	4
<b>Líneas de investigación (si procede)</b>	Análisis y cálculo numérico de flujos Maquinaria hidráulica Sistemas pasivos de climatización con convección natural y forzada Flujos bifásicos aire-gotas de agua en torres de refrigeración
<b>Nº de sexenios (si procede)</b>	3
<b>Experiencia profesional (si procede)</b>	
<b>Otros temas de interés</b>	

### 3. Descripción de la asignatura

#### 3.1. Descripción general de la asignatura

La asignatura “Máquinas Hidráulicas” es de carácter fundamentalmente aplicado. Tiene como objetivo que los alumnos de la Titulación de Máster en Ingeniería Industrial adquieran los conocimientos básicos de la profesión relacionados con la capacidad para analizar y diseñar maquinaria hidráulica, así como con el conocimiento de la explotación y del funcionamiento de los sistemas de generación basados en energía hidráulica (centrales hidroeléctricas, energía del mar). Se fomenta también el desarrollo de habilidades y competencias genéricas como el trabajo en equipo, aprendizaje autónomo y la capacidad de aplicar los conocimientos a la práctica.

#### 3.2. Aportación de la asignatura al ejercicio profesional

Las Máquinas Hidráulicas (bombas y turbinas fundamentalmente) ocupan un lugar preponderante en sistemas de transporte de fluidos a través de redes de tuberías, y en centrales de producción de energía eléctrica (centrales hidroeléctricas, centrales de acumulación por bombeo). Desde el punto de vista de la eficiencia energética, el estudio de los procedimientos a seguir para analizar y diseñar instalaciones de bombeo, seleccionar la bomba más adecuada y regular el punto de funcionamiento de esta, resulta de gran interés. Por otro lado, el conocimiento de las características de la energía hidráulica es importante para un Máster en Ingeniería Industrial. El estudio y el prediseño de las distintas partes hidráulicas de las Centrales Hidroeléctricas es un ingrediente fundamental de la asignatura, profundizando además en las turbinas hidráulicas. La asignatura se completa además con una introducción a los modos de aprovechamiento de la energía marina o energía del mar, como una de las energías renovables emergentes. Por lo anterior, la asignatura “Máquinas Hidráulicas” se considera totalmente necesaria para la correcta formación técnica de un Máster en Ingeniería Industrial. La asignatura coadyuva a conferir un perfil profesional (y también investigador) al Máster.

#### 3.3. Relación con otras asignaturas del plan de estudios

La asignatura está relacionada con “Tecnología y Gestión Energéticas”, de 2ºC del primer curso, y resulta de interés para la realización del Trabajo Fin de Máster.

#### 3.4. Incompatibilidades de la asignatura definidas en el plan de estudios

No existen.

#### 3.5. Recomendaciones para cursar la asignatura

La asignatura “Máquinas Hidráulicas” parte de los conocimientos que el alumnado debe haber adquirido sobre Mecánica de Fluidos e Ingeniería de Fluidos en los Grados vinculados con Ingeniería Industrial.

#### 3.6. Medidas especiales previstas

Se adoptarán medidas especiales que permitan la integración de aquellos alumnos que tienen que simultanear los estudios con el trabajo. Se fomentará el seguimiento de la asignatura mediante la programación de tutorías de grupo y planificación y entrega de actividades.

CSV:	ZsP2HmB8Nx5COjgpFfw48jPfu	Fecha:	29/01/2019 23:10:57	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	<a href="https://validador.upct.es/csv/ZsP2HmB8Nx5COjgpFfw48jPfu">https://validador.upct.es/csv/ZsP2HmB8Nx5COjgpFfw48jPfu</a>	Página:	4/14	

## 4. Competencias y resultados del aprendizaje

### 4.1. Competencias básicas\* del plan de estudios asociadas a la asignatura

(R.D. 861/2010)

**CB06**-Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.

**CB07**-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.

**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.

### 4.2. Competencias generales del plan de estudios asociadas a la asignatura

(Orden CIN/311/2009)

**CG01**-Tener conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de: métodos matemáticos, analíticos y numéricos en la ingeniería, ingeniería eléctrica, ingeniería energética, ingeniería química, ingeniería mecánica, mecánica de medios continuos, electrónica industrial, automática, fabricación, materiales, métodos cuantitativos de gestión, informática industrial, urbanismo e infraestructuras.

**CG02**-Proyectar, calcular y diseñar productos, procesos, instalaciones y plantas.

**CG04**-Realizar investigación, desarrollo e innovación en productos, procesos y métodos.

**CG06**-Gestionar técnica y económicamente proyectos, instalaciones, plantas, empresas y centros tecnológicos.

**CG07**-Poder ejercer funciones de dirección general, dirección técnica y dirección de proyectos I+D+i en plantas, empresas y centros tecnológicos.

**CG08**-Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero Industrial.

### 4.3. Competencias específicas\* del plan de estudios asociadas a la asignatura

(Orden CIN/311/2009)

**CE05**-Conocimientos y capacidades para el diseño y análisis de máquinas y motores térmicos, máquinas hidráulicas e instalaciones de calor y frío industrial.

**CE06**-Conocimientos y capacidades que permitan comprender, analizar, explotar y gestionar las distintas fuentes de energía.

Estas competencias quedan repartidas entre las asignaturas “Máquinas Hidráulicas” y “Tecnología y Gestión Energéticas”. En la presente asignatura, se desarrolla la parte correspondiente a Máquinas y Energía Hidráulicas.

### 4.4. Competencias transversales del plan de estudios asociadas a la asignatura

#### 4.5. Resultados\*\* del aprendizaje de la asignatura

Al finalizar la asignatura el alumno deberá ser capaz de:

1. Describir las características y función de cada uno de los elementos que componen las máquinas hidráulicas, así como los tipos de máquinas hidráulicas y sus curvas características y aplicación en instalaciones de bombeo y/o turbinación.
2. Diseñar instalaciones de bombeo. Calcular y seleccionar la bomba y el sistema de regulación más adecuado.
3. Seleccionar y analizar el comportamiento de las turbinas hidráulicas en centrales hidroeléctricas.
4. Aplicar criterios técnicos y energéticos al diseño hidráulico de centrales hidroeléctricas.
5. Proyectar la gestión y explotación de centrales hidroeléctricas.
6. Describir y caracterizar los distintos modos de aprovechamiento de la energía del mar.
7. Evaluar la potencia obtenible de los distintos tipos de recursos de energía marina.

Las actividades de enseñanza/aprendizaje diseñadas permitirán al alumno desarrollar su capacidad de: trabajo en equipo, análisis y síntesis de información, expresión escrita y comunicación oral mediante la redacción de informes técnicos y exposiciones orales. Estos informes tratarán sobre instalaciones de bombeo o turbinación, elegido por cada uno de los grupos de trabajo y desarrollados durante el curso.

**\*\* Véase también la *Guía de apoyo para la redacción, puesta en práctica y evaluación de los resultados del aprendizaje*, de ANECA:**

[http://www.aneca.es/content/download/12765/158329/file/learningoutcomes\\_v02.pdf](http://www.aneca.es/content/download/12765/158329/file/learningoutcomes_v02.pdf)

CSV:	ZsP2HmB8Nx5COjgpFfw48jPfu	Fecha:	29/01/2019 23:10:57	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	<a href="https://validador.upct.es/csv/ZsP2HmB8Nx5COjgpFfw48jPfu">https://validador.upct.es/csv/ZsP2HmB8Nx5COjgpFfw48jPfu</a>	Página:	6/14	

## 5. Contenidos

### 5.1. Contenidos del plan de estudios asociados a la asignatura

Máquinas hidráulicas: tipos y clasificación. Balance energético y análisis dimensional en turbomáquinas hidráulicas. Teoría general de turbomáquinas hidráulicas. Efectos del flujo real y de cavitación. Prediseño de turbomáquinas hidráulicas. Energía hidráulica: conceptos generales y tipos de máquinas hidráulicas empleadas. Máquinas hidráulicas en centrales hidroeléctricas; explotación y gestión de la energía hidroeléctrica. Modos de aprovechamiento de la energía del mar.

### 5.2. Programa de teoría (unidades didácticas y temas)

#### UD 1. MÁQUINAS HIDRÁULICAS. INSTALACIONES DE BOMBEO Y TURBINACIÓN

Tema 1. Máquinas hidráulicas. Tipos y clasificación. Balance energético  
Tema 2. Semejanza física en turbomáquinas. Curvas características.  
Tema 3. Teoría general (unidimensional) de turbomáquinas hidráulicas.  
Tema 4. Teoría bidimensional de turbomáquinas hidráulicas.  
Tema 5. Elementos para el cálculo e instalación de bombas e instalaciones de bombeo.  
Tema 6. Elementos para el cálculo e instalación de turbinas hidráulicas. Turbinas de acción.

#### UD 2. CENTRALES HIDROELÉCTRICAS

Tema 7. Las fuentes hidráulicas de energía  
Tema 8. Centrales hidroeléctricas (I). Instalaciones hidráulicas  
Tema 9. Centrales hidroeléctricas (II). Tipos, producción, regulación e impacto ambiental.

#### UD 3. ENERGÍA DEL MAR

Tema 10. Introducción a la energía del mar.  
Tema 11. Modos de aprovechamiento de la energía marina.

### 5.3. Programa de prácticas (nombre y descripción de cada práctica)

#### Sesiones de Laboratorio: Turbinas hidráulicas

Se desarrollan diferentes sesiones de prácticas de laboratorio con el objeto de que los alumnos conozcan el funcionamiento de las turbinas Francis y Pelton (sobre todo para aquellos alumnos que no hayan adquirido este conocimiento en su formación previa). Llevarán a cabo mediciones experimentales para la determinación de las curvas características de las turbinas, así como distintas actuaciones de simulación del comportamiento de una turbina hidráulica en una central.

La realización de las Prácticas de Laboratorio tiene **carácter obligatorio**. Una vez llevadas a cabo, se guardarán para todas las convocatorias del mismo año académico, e incluso para el año académico posterior a su realización.

#### Sesiones de Aula de Informática: Simulación CFD (optativo)

A nivel introductorio, se mostrará a los alumnos la herramienta CFD para la simulación del flujo a través de una turbina hidráulica tipo Kaplan.

### Prevención de riesgos

La Universidad Politécnica de Cartagena considera como uno de sus principios básicos y objetivos fundamentales la promoción de la mejora continua de las condiciones de trabajo y estudio de toda la Comunidad Universitaria.

CSV:	ZsP2HmB8Nx5COjgpFfw48jPfu	Fecha:	29/01/2019 23:10:57	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	<a href="https://validador.upct.es/csv/ZsP2HmB8Nx5COjgpFfw48jPfu">https://validador.upct.es/csv/ZsP2HmB8Nx5COjgpFfw48jPfu</a>	Página:	7/14	

Este compromiso con la prevención y las responsabilidades que se derivan atañe a todos los niveles que integran la Universidad: órganos de gobierno, equipo de dirección, personal docente e investigador, personal de administración y servicios y estudiantes.

El Servicio de Prevención de Riesgos Laborales de la UPCT ha elaborado un "Manual de acogida al estudiante en materia de prevención de riesgos" que puedes encontrar en el Aula Virtual, y en el que encontraras instrucciones y recomendaciones acerca de cómo actuar de forma correcta, desde el punto de vista de la prevención (seguridad, ergonomía, etc.), cuando desarrolles cualquier tipo de actividad en la Universidad. También encontrarás recomendaciones sobre cómo proceder en caso de emergencia o que se produzca algún incidente.

En especial, cuando realices prácticas docentes en laboratorios, talleres o trabajo de campo, debes seguir todas las instrucciones del profesorado, que es la persona responsable de tu seguridad y salud durante su realización. Consúltale todas las dudas que te surjan y no pongas en riesgo tu seguridad ni la de tus compañeros.

#### 5.4. Programa de teoría en inglés (unidades didácticas y temas)

##### I. HYDRAULIC MACHINERY. PUMPS, TURBINES AND INSTALLATIONS

1. Hydraulic machines: types and classification. Energy balance
2. Dynamic similarity in turbo-machinery. Characteristics curves
3. General theory (one-dimensional) of turbo-machinery
4. Theory (two-dimensional) of turbo-machinery
5. Elements for pump installations and design
6. Elements for turbine installations and design. Action turbines

##### II. HYDROELECTRIC PLANTS

7. Hydraulic power. Basic concepts
8. Hydroelectric plants (I). Hydraulic systems
9. Hydroelectric plants (II). Types, operation and environmental impact

##### III. OCEAN POWER

10. Introduction. Current and future prospects of ocean power.
11. Operating principles of ocean power.

#### 5.5. Objetivos del aprendizaje detallados por unidades didácticas

Los contenidos de la asignatura se han agrupado en tres Unidades Didácticas (UD).

##### UD 1. Máquinas hidráulicas. Instalaciones de bombeo y turbinado (6 temas)

Se estudian los componentes básicos, elementos constructivos y funcionamiento de los diferentes tipos de máquinas hidráulicas, prestando especial atención a las turbomáquinas y entre ellas a las bombas centrífugas y a las turbinas hidráulicas. Las turbomáquinas se analizarán desde el punto de vista de la influencia del diseño geométrico del rotor en las prestaciones finales de la máquina. Se presta una especial atención a las turbinas hidráulicas, analizando en detalle los tipos Francis, Kaplan y Pelton. Se aplica la herramienta de la semejanza física y se analizan sus curvas características, además de estudiar fenómenos reales como la cavitación.

Se estudian además las instalaciones de bombeo y turbinación, desde el punto de vista de la selección de la máquina más adecuada en cada caso, y de la producción de energía eléctrica en el caso de las turbinas.

El objetivo es que el alumno sea capaz de:

- Diseñar y calcular instalaciones de bombeo, en función de las características de la instalación, del fluido a transportar y de otros aspectos, como: existencia de golpe de ariete o cavitación.
- Diseñar y calcular instalaciones de turbinación. Seleccionar la turbina hidráulica

CSV:	ZsP2HmB8Nx5COjgpFfw48jPfu	Fecha:	29/01/2019 23:10:57	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	<a href="https://validador.upct.es/csv/ZsP2HmB8Nx5COjgpFfw48jPfu">https://validador.upct.es/csv/ZsP2HmB8Nx5COjgpFfw48jPfu</a>	Página:	8/14	

más adecuada para una instalación de turbinado con una altura y caudal disponibles

- Calcular la potencia eléctrica que se puede extraer en un aprovechamiento hidráulico.

## **UD 2. Centrales hidroeléctricas (3 Temas)**

Se estudian las características fundamentales de las energías hidráulica y minihidráulica, introduciendo conceptos básicos de hidrología como cuenta vertiente o caudal ecológico, encaminados al conocimiento del potencial de energía hidráulica de un emplazamiento.

Se estudian los diferentes tipos de centrales hidroeléctricas. Se analiza el funcionamiento de los componentes básicos de las centrales hidroeléctricas. Se estudian los procedimientos de cálculo o selección de las distintas estructuras hidráulicas de las centrales. Se explica el funcionamiento de una central hidroeléctrica y se analiza el problema de la regulación.

Los contenidos presentados en esta unidad y en la siguiente se adaptan muy bien al aprendizaje autónomo y al trabajo en equipo, por lo que se planificarán actividades de aprendizaje cooperativo como realizar una “investigación en grupo”. Cada grupo de trabajo deberá presentar sus conclusiones mediante un informe técnico que será expuesto oralmente. El objetivo es desarrollar habilidades interpersonales y competencias transversales.

El objetivo es que el alumno sea capaz de:

- Caracterizar los distintos tipos de turbinas hidráulicas, describir el funcionamiento de sus partes principales, y establecer los parámetros fundamentales para el diseño o la selección de una turbina en un emplazamiento determinado.
- Analizar el comportamiento de las turbinas hidráulicas en centrales hidroeléctricas, y establecer los parámetros necesarios para la regulación de la potencia obtenida.

## **UD 3. Energía del mar (2 Temas)**

Por último, en esta unidad se estudian las distintas formas de aprovechamiento de la energía del mar. Es de gran importancia por su interés actual en el ámbito de las energías renovables. Se analizan métodos ya firmemente establecidos, y otros métodos actualmente en estado de experimentación y prototipado. Se estudian las posibilidades y la proyección de cada uno de los métodos, y se realizan estimaciones sobre la potencia obtenible en cada caso. El aspecto de impacto medioambiental ocupa un lugar destacado en este planteamiento.

El objetivo es que el alumno sea capaz de:

- Describir y caracterizar los distintos tipos de aprovechamientos de la energía del mar: energía undimotriz, de las corrientes marinas, mareomotriz, azul y maremotérmica.
- Evaluar la potencia obtenible de los distintos tipos de recursos de energía marina.

CSV:	ZsP2HmB8Nx5COjgpFfw48jPfu	Fecha:	29/01/2019 23:10:57	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	<a href="https://validador.upct.es/csv/ZsP2HmB8Nx5COjgpFfw48jPfu">https://validador.upct.es/csv/ZsP2HmB8Nx5COjgpFfw48jPfu</a>	Página:	9/14	

## 6. Metodología docente

6.1. Metodología docente*			
Actividad*	Técnicas docentes	Trabajo del estudiante	Horas
Clases de teoría	Clase expositiva utilizando técnicas de aprendizaje cooperativo informal de corta duración. Resolución de dudas planteadas por los estudiantes. Se tratarán los temas de mayor complejidad y los aspectos relevantes.	<u>Presencial</u> : Toma de apuntes y revisión con el compañero. Planteamiento de dudas	12
		<u>No presencial</u> : Estudio de la materia.	15
Clase de problemas. Resolución de problemas tipo y casos prácticos	Se resolverán problemas tipo y se analizarán casos prácticos. Se enfatizará el trabajo en plantear métodos de resolución y no en los resultados. Se plantearán problemas y/o casos prácticos para que el alumno los resuelva individualmente.	<u>Presencial</u> : Participación activa. Resolución de ejercicios. Planteamiento de dudas	12
		<u>No presencial</u> : Estudio de la materia. Resolución de ejercicios propuestos por el profesor.	15
Clase de Prácticas. Sesiones de laboratorio	Las sesiones prácticas de laboratorio son fundamentales para acercar el entorno de trabajo industrial al docente y permiten enlazar contenidos teóricos y prácticos de forma directa.	<u>Presencial</u> : Manejo de instrumentación. Desarrollo de competencias en expresión oral y escrita con la presentación de informes de prácticas	6
		<u>No presencial</u> : Elaboración de los informes de prácticas en grupo y siguiendo criterios de calidad establecidos	6
Seminarios de problemas y otras actividades de aprendizaje cooperativo (AC) Tutorías individuales y de grupo	Se realizarán varios seminarios de problemas a lo largo del curso. Los alumnos trabajan en grupo para resolver un conjunto de problemas. Las tutorías serán individuales o de grupo con objeto de realizar un seguimiento individualizado y/o grupal del aprendizaje. Revisión de exámenes por grupos y motivación por aprender	<u>Presencial</u> : Resolución de los problemas. Explicación del método de resolución a los compañeros. Discusión de dudas y puesta en común del trabajo.	2
		<u>Presencial</u> : Planteamiento de dudas en horario de tutorías	4
Actividades de evaluación sumativa	Se realizarán una o dos pruebas escritas de tipo individual, además del examen final. Permitirán comprobar el grado de consecución de las competencias específicas.	<u>Presencial</u> : Asistencia a las pruebas escritas y realización de estas.	6
Realización de trabajos de investigación en grupo y presentación oral	Se realizará un trabajo de investigación en equipo durante el curso (inicialmente 2). Los alumnos deberán realizar informes técnicos a partir de criterios de calidad establecidos y hacer una presentación visual de los resultados más significativos.	<u>Presencial</u> : Planteamiento del trabajo y tutorías de control y orientación por grupos. Exposición oral	2
		<u>No presencial</u> : Búsqueda y síntesis de información. Trabajo en grupo. Elaboración del informe técnico y preparación de la presentación.	10
			<b>90</b>

## 6.2. Resultados (4.5) / actividades formativas (6.1)

Actividades formativas (6.1)	Resultados del aprendizaje (4.5)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Clases de teoría	X	X	X			X	X			
Clases de problemas	X	X	X	X	X	X				
Clases de prácticas	X	X	X							
Seminario de problemas	X	X	X	X	X	X	X			
Evaluación formativa				X	X	X	X			
Evaluación sumativa	X	X	X	X	X	X	X			
Trabajos de investigación				X	X	X	X			
Ejercicios propuestos	X	X	X	X	X	X	X			
Informes de prácticas	X	X	X							
Exposiciones orales				X	X	X	X			

## 7. Metodología de evaluación

### 7.1. Metodología de evaluación\*

Actividad	Tipo		Sistema y criterios de evaluación*	Peso (%)	Resultados (4.5) evaluados
	Sumativa*	Formativa*			
<b>Prueba escrita individual</b> (1) (60 %)	X		<b>Cuestiones teóricas y/o teórico-prácticas:</b> Entre 4 y 8 cuestiones teóricas simples o acompañadas de una aplicación numérica de corta extensión. Estas cuestiones se orientan a: conceptos, definiciones, etc). Se evalúan principalmente los conocimientos teóricos.  <b>Problemas:</b> Entre 1 y 3 problemas de media o larga extensión. Se evalúa principalmente la capacidad de aplicar conocimientos a la práctica y la capacidad de análisis	40 % del examen (24 % del total)  60 % del examen (36 % del total)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
<b>Seminarios de problemas, actividades de evaluación formativa y otras actividades AC</b>	X	X	Se realizarán distintas sesiones de seminario de problemas. Los alumnos trabajando en equipo de forma presencial resuelven y discuten una serie de problemas. También se realizan pruebas de corta duración, sobre teoría, problemas y práctica.	10%	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
<b>Informes de Laboratorio</b> (2)	X		Se evalúan las ejecuciones y el trabajo en equipo, así como las destrezas y habilidades para el manejo de instalaciones, equipos y programas informáticos	13 %	1, 2, 3, 5
<b>Exposiciones Orales</b>	X		Se realizarán exposiciones orales del trabajo de prácticas de laboratorio y de los informes de trabajos de investigación desarrollados	7%	4, 5, 6, 7
<b>Trabajo de investigación en equipo</b> <sup>(3)</sup>	X	X	Se propondrán trabajos de investigación para realizar en equipo (inicialmente 2). Se deberá redactar un informe técnico y presentar los aspectos más relevantes del trabajo mediante una presentación visual	10%	4, 5, 6, 7

(1) Las pruebas escritas individuales (PEI) deben superarse con nota superior a 5. En cualquier caso, para superar la asignatura, debe obtenerse en cada una de las partes de la evaluación

- el 35 % de la valoración total de la misma.
- (2) Deberán cumplir con las rúbricas/criterios de calidad previamente establecidos.
  - (3) La extensión y estructura de los informes, así como los criterios de calidad serán establecidos previamente.

Tal como prevé el artículo 5.4 del *Reglamento de las pruebas de evaluación de los títulos oficiales de grado y de máster con atribuciones profesionales* de la UPCT, el estudiante en el que se den las circunstancias especiales recogidas en el Reglamento, y previa solicitud justificada al Departamento y admitida por este, tendrá derecho a una prueba global de evaluación. Esto no le exime de realizar los trabajos obligatorios que estén recogidos en la guía docente de la asignatura.

## 7.2. Mecanismos de control y seguimiento (opcional)

El seguimiento del aprendizaje se realizará mediante las siguientes actividades:

- Cuestiones planteadas en clase y actividades de AC informal en clase de teoría y problemas.
- Supervisión durante las sesiones de trabajo en equipo presencial de seminarios de problemas y revisión de los problemas propuestos para ser realizados individualmente o en equipo (no presencial).
- Presentaciones orales del trabajo de prácticas de laboratorio y de los trabajos de investigación en grupo.
- Tutorías.

CSV:	ZsP2HmB8Nx5COjgpFfw48jPfu	Fecha:	29/01/2019 23:10:57		
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.				
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E				
Url Validación:	<a href="https://validador.upct.es/csv/ZsP2HmB8Nx5COjgpFfw48jPfu">https://validador.upct.es/csv/ZsP2HmB8Nx5COjgpFfw48jPfu</a>	Página:	13/14		

## 8 Bibliografía y recursos

### 8.1. Bibliografía básica\*

- Apuntes (teoría y problemas) y Manual de Prácticas de Laboratorio de la asignatura “Máquinas Hidráulicas”(Servicio de Reprografía UPCT) (Temas 1 a 11).
- Cuesta Diego, L., Vallarino, E., *Aprovechamientos Hidroeléctricos* (Tomos I y II), Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid, 2000 (Temas 7, 8 y 9).
- Cruz, J., Ed., *Ocean Wave Energy-Current Status and Future Perspectives*, Springer, 2008 (Temas 10 y 11).
- Fernández Díez, P., *La energía del mar*, Edición Digital, <http://es.pfernandezdiez.es/> (Temas 10 y 11).
- Mataix, C., *Turbomáquinas Hidráulicas*, 2º ed., Univ. Pontificia Comillas, ICAI-ICADE, 2009 (Temas 1 a 6).
- Zamora, B., Viedma, A., *Máquinas Hidráulicas. Teoría y Problemas*, Edición Digital, CRAI UPCT, 2016, <http://hdl.handle.net/10317/5476> (Temas 1 a 11)

### 8.2. Bibliografía complementaria\*

- Agüera Soriano, J., *Mecánica de Fluidos Incompresibles y Turbomáquinas Hidráulicas*, 5ª ed., Editorial Ciencia 3, Madrid, 2002 (Temas 1 a 6).
- Charlier, R.H., Finkl, C.W., *Ocean Energy-Tide and Tidal Power*, Springer, 2009 (Temas 10 y 11).
- Chow, V.T., Maidment, D.R., Mays, L.W., *Hidrología aplicada*, McGraw-Hill, 1994 (Tema 7).
- Mott, R.L., *Mecánica de Fluidos Aplicada*, 4ª ed., Pearson-Prentice Hall, 1996 (Temas 1, 2, 5 y 6).
- Roberson, J.A., Cassidy, J.J., Chaudhry, M.H., *Hydraulic Engineering*, 2ª ed., Wiley, 1997 (Temas 1, 2, 5 y 6).
- Zoppetti, G., *Centrales Hidroeléctricas: su Estudio, Montaje y Ensayo*, Gustavo Gili, 1979 (Temas 8 y 9).

### 8.3. Recursos en red y otros recursos

La bibliografía básica y recomendada puede encontrarse en el Servicio CRAI de la UPCT, <http://www.bib.upct.es/>

Se utilizan los recursos del Aula Virtual de la UPCT, <https://aulavirtual.upct.es>

CSV:	ZsP2HmB8Nx5COjgpFw48jPfu	Fecha:	29/01/2019 23:10:57	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	<a href="https://validador.upct.es/csv/ZsP2HmB8Nx5COjgpFw48jPfu">https://validador.upct.es/csv/ZsP2HmB8Nx5COjgpFw48jPfu</a>	Página:	14/14	