




Universidad
Politécnica
de Cartagena



Guía docente de la asignatura

Ingeniería de Fluidos y Centrales Hidroeléctricas

Titulación: Grado en Ingeniería Eléctrica

CSV:	4znLHiSzHnM7QZlyMkslulixg	Fecha:	16/01/2019 13:13:11	
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:	https://validador.upct.es/csv/4znLHiSzHnM7QZlyMkslulixg	Página:	1/17	

1. Datos de la asignatura

Nombre	Ingeniería de Fluidos y Centrales Hidroeléctricas				
Materia*	Ingeniería de Fluidos (Fluids Engineering)				
Módulo*	Materias específicas				
Código	506103009				
Titulación	Grado en Ingeniería Eléctrica				
Plan de estudios	2009				
Centro	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial				
Tipo	Obligatoria				
Periodo lectivo	Cuatrimstral	Cuatrimstre	2º	Curso	3º
Idioma	Castellano				
ECTS	6	Horas / ECTS	30	Carga total de trabajo (horas)	180

* 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

Profesor responsable	Blas Zamora Parra		
Departamento	Ingeniería Térmica y Fluidos		
Área de conocimiento	Mecánica de Fluidos		
Ubicación del despacho	2ª planta Hospital de Marina		
Teléfono	986325982	Fax	968325999
Correo electrónico	blas.zamora@upct.es		
URL / WEB	https://aulavirtual.upct.es		
Horario de atención / Tutorías	Lunes 17 a 20 h Jueves 11 a 14 h		
Ubicación durante las tutorías	Ubicación indicada		

Titulación	Doctor Ingeniero Industrial (UNED, 1995)
Vinculación con la UPCT	Profesor Titular de Universidad (Universidad de Murcia, 1997)
Año de ingreso en la UPCT	1999
Nº de quinquenios (si procede)	4
Líneas de investigación (si procede)	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
Nº de sexenios (si procede)	3
Experiencia profesional (si procede)	
Otros temas de interés	

Profesor asociado	Joaquín Fernández Perles		
Departamento	Ingeniería Térmica y de Fluidos		
Área de conocimiento	Mecánica de Fluidos		
Ubicación del despacho	2ª Planta Hospital de Marina		
Teléfono	968 325 982	Fax	968 325 999
Correo electrónico	j.fernandez@electronica-submarina.com		
URL / WEB	https://aulavirtual.upct.es		
Horario de atención / Tutorías	Jueves de 16 a 17 h Viernes de 17 a 20 h		
Ubicación durante las tutorías	Ubicación indicada		

Titulación	Doctor Ingeniero Naval por la ETSIN de la Universidad Politécnica de Madrid R.S. Máster en Hidrodinámica Depto. Hidrodinámica y Propulsión de la Universidad de Osaka Japón
Vinculación con la UPCT	Profesor asociado
Año de ingreso en la UPCT	1999
Nº de quinquenios (si procede)	
Líneas de investigación (si procede)	Ruidos en Acústica submarina
Nº de sexenios (si procede)	
Experiencia profesional (si procede)	Jefe de programas Sonar y Responsable de Producto en la Empresa Sociedad Anónima de Electrónica Submarina (SAES)
Otros temas de interés	

3. Descripción de la asignatura

3.1. Descripción general de la asignatura

La asignatura de “Ingeniería de Fluidos y Centrales Hidroeléctricas” es de carácter fundamentalmente aplicado. Tiene como objetivo que los alumnos de la Titulación de Graduado en Ingeniería Eléctrica adquieran los conocimientos básicos de la profesión relacionados con la capacidad para analizar y diseñar tuberías, canales y sistemas de fluidos, así como máquinas hidráulicas y centrales hidroeléctricas. 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

En la práctica totalidad de los procesos industriales se necesita la capacidad de resolver problemas de transporte de fluidos a través de redes de conductos. El conocimiento de los métodos de cálculo de pérdidas de presión con flujo laminar y turbulento es indispensable para analizar y proyectar redes de tuberías. Por otro lado, el aprendizaje de los fundamentos del flujo en canales abiertos o de lámina libre es de gran interés para aplicaciones relacionadas con los aprovechamientos hidroeléctricos.

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. El conocimiento de las características de la energía hidráulica es importante para un graduado en esta titulación. La asignatura se completa con el estudio y el prediseño de las distintas partes hidráulicas de las Centrales Hidroeléctricas, profundizando en las turbinas hidráulicas. Por lo anterior, la asignatura “Ingeniería de Fluidos y Centrales Hidroeléctricas” se considera totalmente necesaria para la correcta formación técnica de un Graduado en Ingeniería Eléctrica.

3.3. Relación con otras asignaturas del plan de estudios

La asignatura tiene relación con las asignaturas de “Máquinas y Centrales Térmicas” y “Centrales Eléctricas y Energías Renovables” (tercer curso), y con “Proyectos de Ingeniería” (cuarto curso).

La asignatura permite adquirir los conocimientos básicos para afrontar con garantías algunas asignaturas optativas como: “Tecnología Energética” y “Energía Eólica”. También es de interés para la realización del Trabajo Fin de Grado.

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


No existen.

3.5. Recomendaciones para cursar la asignatura

La asignatura “Ingeniería de Fluidos y Centrales Hidroeléctricas” se estudia en el segundo cuatrimestre de tercer curso. Es una continuación de la asignatura “Mecánica de Fluidos”, de carácter más básico, que se estudia en el segundo cuatrimestre de segundo curso. Se recomienda vivamente cursar en primer lugar “Mecánica de Fluidos”.

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. En este caso, se fomentará el seguimiento de la asignatura mediante la programación de tutorías de grupo y planificación y entrega de actividades.

CSV:	4znLHiSzHnM7QZlyMkslulixg	Fecha:	16/01/2019 13:13:11		
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:	https://validador.upct.es/csv/4znLHiSzHnM7QZlyMkslulixg	Página:	6/17		

4. Competencias y resultados del aprendizaje

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

(RD 861/2010)

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

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

(Orden CIN/351/2009)

G1 - Capacidad para la redacción, firma y desarrollo de proyectos en el ámbito de la Ingeniería Industrial que tengan por objeto, de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en el apartado 5 de la Orden CIN/351/2009, la construcción, reforma, reparación, conservación, demolición, fabricación, instalación, montaje o explotación de: estructuras, equipos mecánicos, instalaciones energéticas, instalaciones eléctricas y electrónicas, instalaciones y plantas industriales y procesos de fabricación y automatización.

G7 - Capacidad de analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas.

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

(Orden CIN/351/2009)

E8 - Conocimientos de los principios básicos de la mecánica de fluidos y su aplicación a la resolución de problemas en el campo de la Ingeniería. Cálculo de tuberías, canales y sistemas de fluidos.

(UPCT)

E33 - Conocimiento y capacidad para el cálculo de las máquinas hidráulicas. Capacidad para el diseño de centrales hidroeléctricas.

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

(UPCT)

T2 - Trabajar en equipo:

Capacidad de integrarse en un equipo de trabajo, ya sea como un miembro más o realizando tareas de dirección, con sentido de responsabilidad individual y colectivo, con el objetivo de conseguir un determinado resultado (Nivel 3: Analizar la conveniencia o no del trabajo en equipo, formar equipos, resolver problemas, valorar las aportaciones individuales y la efectividad del trabajo, coordinar la presentación de resultados y saber crear un liderazgo colectivo).

4.5. Resultados** del aprendizaje de la asignatura


Al finalizar la asignatura el alumno deberá ser capaz de:

1. Calcular pérdidas de carga en instalaciones hidráulicas, tanto en flujo laminar como turbulento, fundamentalmente de fluidos incompresibles.
2. Diseñar redes de tuberías a presión y analizarlas mediante herramientas y/o programas informáticos.

3. Calcular el flujo de lámina libre y diseñar hidráulicamente los canales abiertos.
4. Describir las características y función de cada uno de los elementos que componen las máquinas hidráulicas. Tipos de máquinas hidráulicas. Curvas características y aplicación en instalaciones de bombeo y/o turbinación.
5. Diseñar instalaciones de bombeo. Calcular y seleccionar la bomba y el sistema de regulación más adecuado.
6. Seleccionar y analizar el comportamiento de las turbinas hidráulicas en centrales hidroeléctricas.
7. Aplicar criterios técnicos y energéticos al diseño hidráulico de centrales hidroeléctricas.

**** 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

CSV:	4znLHiSzHnM7QZlyMkslulixg	Fecha:	16/01/2019 13:13:11	
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:	https://validador.upct.es/csv/4znLHiSzHnM7QZlyMkslulixg	Página:	8/17	

5. Contenidos

5.1. Contenidos del plan de estudios asociados a la asignatura

Flujo turbulento. Cálculo de sistemas de tuberías. Golpe de ariete. Flujo uniforme y no uniforme en canales abiertos. Balance energético y herramientas de análisis dimensional en turbomáquinas. Teoría general de turbomáquinas hidráulicas. Fenómenos de cavitación en turbomáquinas hidráulicas. Elementos para el cálculo de bombas y turbinas hidráulicas. Centrales hidroeléctricas: instalaciones hidráulicas. Centrales hidroeléctricas: tipos de centrales y regulación. Máquinas de desplazamiento positivo y transmisiones hidráulicas.

5.2. Programa de teoría (unidades didácticas y temas)

UD 1. CONCEPTOS BÁSICOS. CAPA LÍMITE Y FLUJO TURBULENTO

Tema 0. Conceptos previos. Ecuaciones de Navier-Stokes. Introducción a la turbulencia

Tema 1. Capa límite laminar

Tema 2. Capa límite turbulenta. Flujo alrededor de cuerpos

Tema 3. Instrumentación para medida de variables fluidas

UD 2. FLUJO EN CONDUCTOS

Tema 4. Flujo laminar y turbulento en conductos cerrados

Tema 5. Flujo en canales abiertos

UD 3. REDES DE TUBERÍAS

Tema 6. Cálculo de tuberías y pérdidas localizadas

Tema 7. Fenómenos transitorios. Golpe de ariete

UD 4. MÁQUINAS HIDRÁULICAS. INSTALACIONES DE BOMBEO Y TURBINADO

Tema 8. Máquinas hidráulicas. Conceptos básicos y balance energético

Tema 9. Semejanza física en turbomáquinas. Curvas características.

Tema 10. Teoría general de turbomáquinas.

Tema 11. Elementos para el cálculo de bombas e instalaciones de bombeo.

Tema 12. Elementos para el cálculo e instalación de turbinas hidráulicas. Turbinas de acción

UD 5. CENTRALES HIDROELÉCTRICAS

Tema 13. Las fuentes hidráulicas de energía

Tema 14. Centrales hidroeléctricas (I). Instalaciones hidráulicas

Tema 15. Centrales hidroeléctricas (II). Tipos de centrales y regulación

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

Sesiones de Laboratorio: Flujo en conducciones y Máquinas Hidráulicas

Se desarrollan diferentes sesiones de prácticas de laboratorio con el objeto de que los alumnos utilicen instrumentación de medida de presiones y caudales sobre instalaciones tipo tales como: bancos de ensayo de bombas, turbinas hidráulicas, instalaciones para el cálculo de pérdidas de energía en tubo recto y en accesorios, etc.

Las prácticas de laboratorio a desarrollar serán:

Práctica 1. Medida experimental de pérdidas de carga en tubo recto y accesorios:

- Instalación neumática
- Instalación hidráulica
- Caracterización experimental de accesorios

Práctica 2. Determinación de caudales en canales abiertos

Práctica 3. Curvas características en bombas centrífugas:

- Curvas Altura-Caudal, Potencial-Caudal y otras.
- Acoplamientos serie/paralelo
- Comprobación leyes de semejanza
- Ensayos de cavitación y caracterización del Golpe de Ariete

Práctica 4. Parámetros de operación y curvas características en turbinas hidráulicas:

- Turbina Pelton
- Turbina Francis

Sesiones en el Aula de Informática: Redes hidráulicas

Se desarrollarán sesiones de prácticas en el aula de informática con el objeto de que los alumnos aprendan a analizar y calcular redes de transporte de fluidos mediante programas informáticos a la vez que desarrollan sus habilidades computacionales.

Práctica 5. Análisis de redes de transporte de fluidos a presión mediante EPANET.

La realización de las Prácticas de Laboratorio y de Aula de Informática 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.

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.

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. BASIC CONCEPTS. BOUNDARY LAYER AND TURBULENT FLOW

0. Basic concepts. Navier-Stokes equations and introduction to turbulence

1. Laminar boundary layer
2. Turbulent boundary layer. Lift and draft
3. Instrumentation for fluid properties measurement

II. CONDUIT FLOW

4. Laminar and turbulent internal flow
5. Open channel flow

III. FLUID TRANSPORT SYSTEMS

6. Pipes. Secondary losses
7. Transient phenomena. Water-hammer

IV. HYDRAULIC MACHINERY. PUMPS, TURBINES AND INSTALLATIONS

8. Introduction to hydraulic machines. Energy balance
9. Dynamic similarity in turbo-machinery. Characteristics curves

10. Theory of turbo-machinery
11. Elements for installations and design of pumps
12. Elements for installations and design of turbines. Action turbines
- V. HYDROELECTRIC PLANTS**
13. Power hydraulic sources
14. Hydroelectric plants (I). Hydraulic systems
15. Hydroelectric plants (II). Types, operation and environmental impact

5.5. Objetivos del aprendizaje detallados por unidades didácticas

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

UD 1. Conceptos básicos. Capa límite y flujo turbulento (3 Temas+1 introductorio)

Es una unidad didáctica introductoria aunque también incluye numerosas aplicaciones prácticas y se estudian fenómenos físicos reales. Se estudian conceptos fundamentales para el seguimiento de la asignatura tales como la capa límite laminar y turbulenta. También se introducen algunos conceptos básicos sobre la medición experimental de magnitudes fluidas.

El objetivo es que el alumno sea capaz de:

- Aplicar ecuaciones de tipo general y correlaciones específicas aproximadas para el cálculo de flujos con capa límite, diferenciando claramente entre flujo laminar y turbulento.
- Diseñar instalaciones básicas de medida de variables fluidas.

UD 2. Flujo en conductos (2 Temas)

Es una de las unidades didácticas más importantes, ya que es fundamental que los alumnos sean capaces de calcular pérdidas en conductos para los distintos tipos de flujos que se pueden presentar en los procesos industriales.

Se estudian los procedimientos para el cálculo de pérdidas de presión en diferentes tipos de flujos internos. Se estudia en primer lugar el flujo laminar en conductos y entre placas planas paralelas. En segundo lugar se estudian las características básicas de los flujos turbulentos, haciendo especial énfasis en el cálculo de pérdidas de presión en el flujo turbulento en conductos. Finalmente se estudia el flujo en canales abiertos o de lámina libre.

El objetivo es que el alumno sea capaz de:

- Calcular las pérdidas por fricción en conductos de cualquier geometría bajo diferentes regímenes de flujo: incompresible laminar y turbulento (líquidos y gases a baja velocidad).
- Calcular el caudal a transportar en régimen de lámina libre (canales) en función de las características geométricas de éste

UD 3. Redes de tuberías (2 Temas)

Se exponen los criterios generales de diseño y los métodos de análisis de redes de tuberías. Para el análisis de redes complejas se utilizarán programas de cálculo de características similares a los programas comerciales que se utilizan en la práctica profesional. Se estudian también otros fenómenos transitorios como el golpe de ariete, de gran interés aplicado para el diseño de instalaciones de bombeo.

El objetivo es que el alumno sea capaz de:

- Analizar y diseñar redes de tuberías de transporte de fluidos a presión mediante la utilización de programas informáticos de cálculo de perfil profesional
- Calcular las sobrepresiones debidas al golpe de ariete y dimensionar conductos

UD 4. Máquinas hidráulicas. Instalaciones de bombeo y turbinado (5 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 analizar fenómenos reales como la cavitación.

Se estudian además las instalaciones de bombeo y turbinado, 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.

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:

- 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 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 5. Centrales hidroeléctricas (3 Temas)

Se estudian las características fundamentales de las energías hidráulica y microhidráulica, 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 el analiza el problema de la regulación.

El objetivo es que el alumno sea capaz de:

- Seleccionar y analizar el comportamiento de las turbinas hidráulicas en centrales hidroeléctricas
- Aplicar criterios técnicos y energéticos al diseño hidráulico de centrales hidroeléctricas

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 más relevantes.	<u>Presencial</u> : Toma de apuntes y revisión con el compañero. Planteamiento de dudas	21
		<u>No presencial</u> : Estudio de la materia.	30
Clases 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 (inicialmente 2)	<u>Presencial</u> : Participación activa. Resolución de ejercicios. Planteamiento de dudas.	21
		<u>No presencial</u> : Estudio de la materia. Resolución de ejercicios propuestos por el profesor.	30
Clases de Prácticas. Sesiones de laboratorio y aula de informática	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. Mediante las sesiones de aula de informática se pretende que los alumnos adquieran habilidades básicas computacionales y manejen programas de cálculo profesionales.	<u>Presencial</u> : Manejo de instrumentación. Desarrollo de competencias en expresión oral y escrita con la presentación de informes de prácticas.	12
		<u>No presencial</u> : Elaboración de los informes de prácticas en grupo y siguiendo criterios de calidad establecidos.	12
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.	<u>Presencial</u> : Resolución de los problemas. Explicación del método de resolución a los compañeros. Discusión de dudas y puesta en común del trabajo.	9
		<u>Presencial</u> : Planteamiento de dudas en horario de tutorías.	12
Actividades de evaluación sumativa	Se realizarán varias pruebas escritas de corta duración (inicialmente dos) de tipo individual, que permitirán comprobar el grado de consecución de las competencias específicas. Además, se llevará a cabo un examen final teórico/práctico.	<u>Presencial</u> : Asistencia a las pruebas escritas y realización de estas.	6
Realización de trabajos de investigación en grupo y presentación oral	Se realizarán trabajos de investigación en equipo durante el curso. 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.	9
		<u>No presencial</u> : Búsqueda y síntesis de información. Trabajo en grupo. Elaboración del informe técnico y preparación de la presentación del trabajo.	18
			180

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

Resultados del aprendizaje (4.5)										
Actividades formativas (6.1)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Clases de teoría	X	X	X	X						
Clases de problemas	X	X	X	X	X	X				
Clases de prácticas	X	X	X	X		X				
Seminarios de problemas	X	X	X		X	X	X			
Evaluación formativa				X	X	X	X			
Evaluación sumativa	X	X	X		X	X	X			
Trabajos de investigación				X	X	X	X			
Ejercicios propuestos	X	X	X		X	X	X			
Informes de prácticas	X	X	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*			
Prueba escrita individual (1) (60 %)	X		Cuestiones teóricas y/o teórico-prácticas: 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. Problemas: 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 % examen (24 % total) 60 % examen (36 % total)	1,2,3,4,5,6
Seminarios de problemas, actividades de evaluación formativa y otras actividades de AC	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. Se evalúa la resolución, el procedimiento y el trabajo en equipo. Se realizarán pruebas de nivel de corta duración, sobre teoría, problemas o prácticas.	10%	1, 2, 3, 5, 6, 7
Informes de Laboratorio (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, 4, 6
Exposiciones orales	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
Trabajo de investigación en equipo (2)	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.

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

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

8 Bibliografía y recursos

8.1. Bibliografía básica*

- *Apuntes* (teoría y problemas) y *Manual de Prácticas de Laboratorio* de la asignatura “Ingeniería de Fluidos y Centrales Hidroeléctricas” (Servicio de Reprografía UPCT) (Temas 0 a 15).
- Crespo, A., *Mecánica de Fluidos*, Paraninfo-Thompson, 2006 (Temas 0 a 7).
- Cuesta Diego, L., Vallarino, E., *Aprovechamientos Hidroeléctricos* (Tomos I y II), Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid, 2000 (Temas 11, 12, 14 y 15).
- Mott, R.L., *Mecánica de Fluidos Aplicada*, 4ª ed., Pearson-Prentice Hall, 1996 (Temas 1 a 7).
- Zamora, B., Viedma, A., *Máquinas Hidráulicas. Teoría y Problemas*, Edición Digital, CRAI UPCT, 2016, <http://hdl.handle.net/10317/5476> (Temas 8 a 15).

8.2. Bibliografía complementaria*

- Agüera Soriano, J, *Mecánica de Fluidos Incompresibles y Turbomáquinas Hidráulicas*, 5ª ed., Editorial Ciencia 3, Madrid, 2002 (Temas 4 a 9).
- Çengel, Y.A., Cimbala, J.M., *Mecánica de Fluidos (Fundamentos y Aplicaciones)*, McGraw-Hill, 2006 (Temas 0 a 7).
- Mataix, C., *Turbomáquinas Hidráulicas*, 2ª ed., Univ. Pontificia Comillas, ICAI-ICADE, 2009. (Temas 8 a 15).
- Roberson, J.A., Cassidy, J.J., Chaudhry, M.H., *Hydraulic Engineering*, 2ª ed., Wiley, 1997. (Temas 1 a 7).
- Zoppetti, G., *Centrales Hidroeléctricas: su Estudio, Montaje y Ensayo*, Gustavo Gili, 1979. (Temas 14 y 15).

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>