



E.T.S. de Ingeniería de
Caminos, Canales y Puertos y
de Ingeniería de Minas
Universidad Politécnica
de Cartagena



Guía docente de la asignatura:

Centrales Hidroeléctricas

(517103001)

Titulación: Grado en Ingeniería de Recursos Minerales y Energía

CSV:	54YpVvqfhOLHakBLELRnzFq3g	Fecha:	16/01/2019 13:13:50		
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/54YpVvqfhOLHakBLELRnzFq3g	Página:	1/16		

1. Datos de la asignatura

Nombre		CENTRALES HIDROELÉCTRICAS				
Materia*		Mecánica de Fluidos (Fluid Mechanics)				
Módulo*		Formación específica				
Código		517103001				
Titulación		Grado en Ingeniería de Recursos Minerales y Energía				
Plan de estudios		2010				
Centro		Escuela de Ingeniería de Caminos y de Minas				
Tipo		Obligatoria				
Periodo lectivo		Cuatrimestral	Cuatrimestre	1º	Curso	3º
Idioma		Español				
ECTS	4,5	Horas / ECTS	30	Carga total de trabajo (horas)		135

* Todos los términos marcados con un asterisco que aparecen en este documento 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	Manuel M. Sánchez Nieto		
Departamento	Ingeniería Térmica y de Fluidos		
Área de conocimiento	Mecánica de Fluidos		
Ubicación del despacho	Hospital de Marina, Ala Norte, 3ª Planta		
Teléfono	968325523	Fax	968325999
Correo electrónico	ManuelM.Sanchez@upct.es		
URL / WEB	Aula virtual UPCT: https://aulavirtual.upct.es/		
Horario de atención / Tutorías	Actualizado cada curso en el Aula Virtual.		
Ubicación durante las tutorías	Despacho del profesor y vídeo-conferencia.		

Titulación	Doctor Ingeniero Industrial por la Univ. Politécnica de Madrid. Ingeniero Superior Industrial por la Univ. Politécnica de Madrid.
Vinculación con la UPCT	Profesor Titular de Universidad del Departamento de Ingeniería Térmica y de Fluidos UPCT.
Año de ingreso en la UPCT	2000
Nº de quinquenios (si procede)	4
Líneas de investigación (si procede)	Cambiadores de calor evaporativos. Torres de refrigeración de circuito cerrado. Fusión por confinamiento inercial. Simulación de flujos mediante CFD.
Nº de sexenios (si procede)	2
Experiencia profesional (si procede)	Desarrollo y ejecución de proyectos en Construcciones Mecánicas Ibéricas, S.A., 3 años.
Otros temas de interés	Economía de comunión como paradigma de responsabilidad social corporativa (RSC). Colaborador del United World Project (UN).

3. Descripción de la asignatura

3.1. Descripción general de la asignatura

La asignatura de “Centrales Hidroeléctricas” es de carácter fundamentalmente aplicado. Tiene como objetivo que los alumnos de la Titulación de Graduado en Ingeniería de Recursos Minerales y Energía adquieran los conocimientos básicos de la profesión relacionados con la capacidad para analizar, diseñar y gestionar instalaciones hidráulicas de energía, 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

El conocimiento de las características de la energía hidráulica, su gestión y planificación, es importante para un graduado en Ingeniería de Recursos Minerales y Energía. Dentro del marco de los recursos energéticos, resulta fundamental seguir considerando a la energía hidráulica como una de las fuentes de energía renovable más importantes, así como explorar nuevas alternativas hidráulicas (minihidráulica, microhidráulica, acumulación por bombeo), incluyendo el estudio de la disponibilidad de recursos hidráulicos a través de algunas nociones introductorias de hidrología. 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. La asignatura se centra en el estudio y el prediseño de las distintas partes hidráulicas de las Centrales Hidroeléctricas, profundizando en las turbinas hidráulicas. Se revisan además las obras civiles y complementarias necesarias. Por lo anterior, la asignatura “Centrales Hidroeléctricas” se considera totalmente necesaria para la correcta formación técnica de un Graduado en Ingeniería de Recursos Minerales y Energía.

3.3. Relación con otras asignaturas del plan de estudios

La asignatura “Centrales Hidroeléctricas” se estudia en el primer 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.

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


No existen.

3.5. Recomendaciones para cursar la asignatura

Es necesario cursar previamente otras asignaturas de diferentes cursos, entre ellas: “Matemáticas” y “Física I” y “Física II” (primer curso), “Mecánica de Fluidos” (segundo curso). Tiene una estrecha relación con esta última asignatura, e incluso con “Energías Alternativas” (tercer curso). Como prerrequisito, puede establecerse el de cursar y superar previamente la asignatura “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:	54YpVvqfhOLHakBLELRnzFq3g	Fecha:	16/01/2019 13:13:50		
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/54YpVvqfhOLHakBLELRnzFq3g	Página:	5/16		

4. Competencias y resultados del aprendizaje

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

(RD 861/2010)

B4. Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.

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

(Orden CIN/306/2009)

G01. Capacidad de análisis y síntesis

G03. Comunicación oral y escrita en lengua nativa

G05. Conocimientos de informática relativos al ámbito de estudio

G07. Resolución de problemas

G08. Toma de decisiones

G10. Trabajo en equipo

G16. Aprendizaje autónomo

G17. Adaptación a nuevas situaciones

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

(Orden CIN/306/2009)

EE02. Capacidad para conocer, comprender y utilizar los principios de las obras e instalaciones hidráulicas. Planificación y gestión de recursos hidráulicos.

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

(UPCT)

T1. Comunicarse oralmente y por escrito de manera eficaz:

Capacidad para expresar y transmitir ideas y conocimientos del ámbito profesional y académico, oralmente y por escrito, con claridad y eficacia (Nivel 2: Estructurar correctamente documentos escritos e intervenciones orales algo más largas, donde se refleje la asimilación de contenidos y la capacidad de síntesis).

4.5. Resultados** del aprendizaje de la asignatura

Al finalizar la asignatura el alumno deberá ser capaz de:

1. Calcular y diseñar redes de tuberías a presión en instalaciones de energía hidráulica y analizarlas mediante herramientas y/o programas informáticos.

2. Calcular el flujo de lámina libre y diseñar hidráulicamente los canales abiertos que pueden aparecer en instalaciones de energía hidráulica.


3. Analizar los recursos hidráulicos disponibles a partir de estudios hidrológicos, y proyectar plantas de aprovechamiento del recurso hidráulico.

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 turbinado y de acumulación por bombeo. Calcular y seleccionar las máquinas hidráulicas y el sistema de regulación más adecuado.
 6. Seleccionar y analizar el comportamiento de las turbinas hidráulicas en centrales hidroeléctricas.
 7. Aplicar criterios de aprovechamiento, transformación y gestión de los recursos de energía hidráulica.
- 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 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

CSV:	54YpVvqfhOLHakBLeLRnzFq3g	Fecha:	16/01/2019 13:13:50	
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/54YpVvqfhOLHakBLeLRnzFq3g	Página:	7/16	

5. Contenidos

5.1. Contenidos del plan de estudios asociados a la asignatura

Introducción a la planificación y gestión integrada de recursos hidráulicos. Conceptos básicos de energía hidráulica: organización, tipos de centrales y proceso de selección. Presa, canal, tubería forzada y chimenea de equilibrio. Las máquinas hidráulicas motoras: definición y elementos constitutivos. Clasificación y tipos. Regulación. Altura útil y neta. Pérdidas, potencias y rendimientos. Leyes de semejanza. Transitorios hidráulicos en centrales hidráulicas: cavitación y golpe de ariete. Reversibilidad de una central.

5.2. Programa de teoría (unidades didácticas y temas)

UD 1 ASPECTOS GENERALES DE LA ENERGÍA HIDRÁULICA

Tema 1. Las fuentes hidráulicas de energía

Tema 2. El recurso hidráulico. Introducción a la Hidrología

UD 2. FLUJO EN CONDUCTOS EN CENTRALES HIDROELÉCTRICAS

Tema 3. Flujo laminar y turbulento en conductos cerrados

Tema 4. Pérdidas Locales o Secundarias

Tema 5. Cálculo de Redes de Tuberías

Tema 6. Golpe de ariete

Tema 7. Flujo en canales abiertos

UD 3. MÁQUINAS HIDRÁULICAS. INSTALACIONES DE BOMBEO Y TURBINACIÓN

Tema 8. Teoría de Turbo Máquinas Hidráulicas.

Tema 9. Semejanza física en turbomáquinas. Curvas características

Tema 10. Cálculo de bombas e instalaciones de bombeo

Tema 11. Cálculo e instalación de turbinas hidráulicas

UD 4. CENTRALES HIDROELÉCTRICAS

Tema 12. Centrales hidroeléctricas (I). Instalaciones hidráulicas

Tema 13. Centrales hidroeléctricas (II). Tipos de centrales y regulación

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

Sesiones de Laboratorio:

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

Práctica 2. Determinación de caudales en canales abiertos

Práctica 3. Curvas características en bombas centrífugas:

- Curvas $H-Q$, $W-Q$ y $\eta-Q$

- 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:

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.

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. HYDRAULIC POWER. BASIC CONCEPTS

1. Hydraulic resources. Basics of Hydrology
2. Sources of hydropower. Planning and management

II. CONDUIT FLOW IN HYDROPOWER PLANTS

3. Laminar and turbulent internal flow
4. Secondary or Local losses
5. Piping
6. Transient phenomena. Water-hammer
7. Flow in open channels

III. HYDRAULIC MACHINERY. PUMPS, TURBINES AND INSTALLATIONS

8. Theory of turbo-machinery
9. Dynamic similarity en turbo-machinery. Characteristics curves
10. Pump installations
11. Hydraulic Turbine installations

IV. HYDROELECTRIC PLANTS

12. Hydroelectric plants (I). Hydraulic systems
13. Hydroelectric plants (II). Types and operation

5.5. Objetivos del aprendizaje detallados por unidades didácticas

UD 1. Aspectos generales de la energía hidráulica (2 Temas)

Es una unidad didáctica introductoria. 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.

El objetivo es que el alumno sea capaz de:

Situar a la energía hidráulica en el marco general de producción de la energía, y en concreto dentro de las energías renovables (incluyendo incluso a la Energía del Mar).

UD 2. Flujo en conductos en Centrales Hidroeléctricas (4 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 y energéticos.

Se estudian los procedimientos para el cálculo de pérdidas de presión en diferentes tipos de flujos internos. 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. A continuación se estudia el flujo en canales abiertos o de lámina libre.

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:

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

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 3. Máquinas hidráulicas. Instalaciones de bombeo y turbinación (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 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.

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 4. Centrales hidroeléctricas (2 Temas)

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.

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.

CSV:	54YpVvqfhOLHakBLeLRnzFq3g	Fecha:	16/01/2019 13:13:50		
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/54YpVvqfhOLHakBLeLRnzFq3g		Página:		11/16

6. Metodología docente

6.1. Metodología docente*

Actividad*	Técnicas docentes	Trabajo del estudiante	Horas
Clase 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	18
		<u>No presencial</u> : Estudio de la materia.	21
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. 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	18
		<u>No presencial</u> : Estudio de la materia. Resolución de ejercicios propuestos por el profesor.	21
Clase 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	6
		<u>No presencial</u> : Elaboración de los informes de prácticas en grupo y siguiendo criterios de calidad establecidos	9
Seminarios de problemas y otras actividades de aprendizaje cooperativo	Se realizarán varios seminarios de problemas a lo largo del curso. Los alumnos trabajan en grupo para resolver un conjunto de problemas.	<u>Presencial</u> : Resolución de los problemas. Explicación del método de resolución a los compañeros. Discusión de dudas y puesta en común del trabajo.	6
Tutorías	Las tutorías serán individuales o de grupo con objeto de realizar un seguimiento individualizado y/o grupal del aprendizaje	<u>Presencial</u> : Planteamiento de dudas en horario de tutorías	6
		<u>No presencial</u> : Planteamiento de dudas por correo electrónico	6
Actividades de evaluación sumativa	Se realizarán varias pruebas escritas de tipo individual. Permitirán comprobar el grado de consecución de las competencias específicas.	<u>Presencial</u> : Asistencia a la prueba escrita y realización de esta.	6
Realización de trabajos de investigación en grupo y presentación oral	Se realizarán diferentes 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	6
		<u>No presencial</u> : Búsqueda y síntesis de información. Trabajo en grupo. Elaboración del informe técnico y preparación de la presentación del trabajo.	12
			135

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				
Sesiones de prácticas	X	X	X	X		X				
Seminario de problemas	X	X	X		X	X	X			
Evaluación formativa				X	X	X	X			
Evaluación sumativa	X	X	X	X	X	X				
Trabajo 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 teóricoprácticas: 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% del examen) 80-90% de la nota final (60% del examen)	1 a 7
Seminarios de problemas	X	X	Se realizarán distintas sesiones de seminario de problemas. Los alumnos trabajando en equipo y de forma presencial resuelven y discuten una serie de problemas planteados en exámenes de convocatorias pasadas recientes. Se evalúa la resolución, el procedimiento y el trabajo en equipo	<=5% de la nota final	1 a 7
Informes de Laboratorio (2)			Se evalúan las ejecuciones y el trabajo en equipo, así como las destrezas y habilidades para el manejo de instalaciones, equipos y programas informáticos	10% de la nota final	1 a 7
Exposiciones orales			Se realizarán exposiciones orales del trabajo de prácticas de laboratorio y de los informes de trabajos de investigación desarrollados.	<=5% de la nota final	1 a 7
Trabajo de investigación en equipo (3)			Se propondrán trabajos de investigación para realizar en equipo. Se deberá redactar un informe técnico y presentar los aspectos más relevantes del trabajo mediante una presentación visual	<=5% de la nota final	1 a 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)

- 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:	54YpVvqfhOLHakBLELRnzFq3g	Fecha:	16/01/2019 13:13:50		
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/54YpVvqfhOLHakBLELRnzFq3g		Página:		15/16

8 Bibliografía y recursos

8.1. Bibliografía básica*

- *Apuntes (teoría y problemas)*
- *Manual de Prácticas de Laboratorio de la asignatura " Centrales Hidroeléctricas" (Servicio de Reprografía UPCT)*
- *Crespo, A., Mecánica de Fluidos, Paraninfo-Thompson, 2006*
- *Cuesta Diego, L., Vallarino, E., Aprovechamientos Hidroeléctricos (Tomos I y II), Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid, 2000*
- *Mott, R.L., Mecánica de Fluidos Aplicada, 4º ed., Pearson-Prentice Hall, 1996*
- *Viedma, A., Zamora, B., Teoría y Problemas de Máquinas Hidráulicas, 3º ed., Horacio Escarabajal, 2007*

8.2. Bibliografía complementaria*

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

8.3. Recursos en red y otros recursos

<https://aulavirtual.upct.es/>