

## PLAN DOCENTE DE LA ASIGNATURA

Curso académico: 2022/2023

Identificación y características de la asignatura											
Código	501332	Créditos ECTS	6								
Denominación (español)	Sistemas y Máquinas Fluidomecánicas										
Denominación (inglés)	Fluid-mechanic systems and machines										
Titulaciones	Grado en Ingeniería Mecánica /Grado en Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática (Rama Industrial)										
Centro	Escuela de Ingenierías Industriales										
Semestre	7	Carácter	Obligatoria/Optativa								
Módulo	Tecnologías Específicas										
Materia	Ingeniería Energética										
Profesor/es											
Nombre	Despacho	Correo-e	Página web								
José María Montanero Fernández	D0.6	jmm@unex.es	http://campusvirtual.unex.es								
Emilio José Vega Rodríguez	C1.9	ejvega@unex.es	http://campusvirtual.unex.es								
Área de conocimiento	Mecánica de Fluidos										
Departamento	Ingeniería Mecánica, Energética y de los Materiales										
Profesor coordinador (si hay más de uno)	José María Montanero Fernández										
Competencias* (ver tabla en <a href="http://bit.ly/competenciasGrados">http://bit.ly/competenciasGrados</a> )											
Competencias Básicas	Marcar con una "X"	Competencias Generales	Marcar con una "X"	Competencias Transversales	Marcar con una "X"	Competencias Específicas FB	Marcar con una "X"	Competencias Específicas CRI	Marcar con una "X"	Competencias Específicas TE	Marcar con una "X"
CB1		CG1	X	CT1	X	CEFB1		CECRI1		CETE1	
CB2		CG2	X	CT2	X	CEFB2		CECRI2		CETE2	
CB3		CG3	X	CT3	X	CEFB3		CECRI3		CETE3	
CB4		CG4	X	CT4	X	CEFB4		CECRI4		CETE4	
CB5		CG5	X	CT5	X	CEFB5		CECRI5		CETE5	
		CG6	X	CT6	X	CEFB6		CECRI6		CETE6	x
		CG7	X	CT7	X			CECRI7		CETE7	
		CG8	X	CT8	X			CECRI8		CETE8	
		CG9	X	CT9	X			CECRI9		CETE9	
		CG10	X	CT10	X			CECRI10		CETE10	
		CG11	X					CECRI11		CETE11	
		CG12						CECRI12		CETFG	

\*Los apartados relativos a competencias, breve descripción del contenido, actividades formativas, metodologías docentes, resultados de aprendizaje y sistemas de evaluación deben ajustarse a lo recogido en la memoria verificada del título.

Contenidos
Breve descripción del contenido*
Fundamentos de máquinas hidráulicas y aplicaciones, leyes de semejanza, bombas, ventiladores, turbinas, máquinas de desplazamiento positivo y máquinas especiales.
Temario de la asignatura
<b>Denominación del tema 1:</b> Introducción <b>Contenidos del tema 1:</b> Generalidades, clasificación, y ejemplos.
<b>Denominación del tema 2:</b> Balance energético en una turbomáquina hidráulica <b>Contenidos del tema 2:</b> Ecuación de la energía para una máquina hidráulica, altura y potencia útil, grado de reacción, pérdidas, potencias, y rendimientos. <b>Práctica de laboratorio:</b> Ensayo simple de un ventilador centrífugo (2 h). Se obtendrán las curvas características de un ventilador centrífugo a velocidad constante.
<b>Denominación del tema 3:</b> Semejanza en turbomáquinas. <b>Contenidos del tema 3:</b> Análisis dimensional de las turbomáquinas, leyes de semejanza, punto de diseño, velocidad específica, rendimiento de una familia de turbomáquinas.
<b>Denominación del tema 4:</b> Cavitación y golpe de ariete <b>Contenidos del tema 4:</b> Cavitación, altura neta de succión, y golpe de ariete. <b>Práctica de laboratorio:</b> Medida de NPSHr de una bomba centrífuga (2 h). Se obtendrán la altura neta de succión requerida de una bomba centrífuga para diferentes velocidades de giro. <b>Práctica de laboratorio:</b> Ensayo completo de una bomba (3 h). Se analizará el comportamiento de una bomba para velocidad de giro variable. Se calcularán las curvas características de altura y rendimiento.
<b>Denominación del tema 5:</b> Teoría unidimensional de turbomáquinas <b>Contenidos del tema 5:</b> Flujo unidimensional, triángulos de velocidades, y altura de Euler para máquinas radiales y axiales. Modelo de perfil aislado para turbomáquinas axiales.
<b>Denominación del tema 6:</b> Bombas y ventiladores <b>Contenidos del tema 6:</b> Clasificación, instalación típica de una bomba, punto de operación de un sistema de bombeo, acoplamiento de bombas, descripción de bombas centrífugas y ventiladores. <b>Práctica de laboratorio:</b> Acoplamiento de bombas centrífugas (4 h). Se analizará el comportamiento de dos bombas iguales conectadas en serie y paralelo.
<b>Denominación del tema 7:</b> Turbinas <b>Contenidos del tema 7:</b> Clasificación, región de uso de una turbina hidráulica, curvas características e instalación de una turbina, descripción de las turbinas de acción y reacción. <b>Práctica de laboratorio:</b> Diagrama universal de una turbina Pelton (4 h). Se obtendrá el diagrama universal de rendimiento de una turbina Pelton. <b>Práctica de ordenador:</b> Selección de una turbina hidráulica para un caso práctico de instalación (7.5 h). Se seleccionará una turbina hidráulica de acuerdo a unas especificaciones dadas.
<b>Denominación del tema 8:</b> Máquinas de desplazamiento positivo y especiales <b>Contenidos del tema 8:</b> Clasificación, máquinas lineales, rotativas, y especiales. <b>Práctica de laboratorio:</b> Ensayo con bomba de desplazamiento positivo (2 h). Se analizará el comportamiento de una bomba de desplazamiento positivo.

Actividades formativas*								
Horas de trabajo del alumno por tema		Horas teóricas	Actividades prácticas				Actividad de seguimiento	No presencial
Tema	Total	GG	PCH	LAB	ORD	SEM	TP	EP
1	3.5	2					0.5	1
2	17	4		2			0.5	10.5
3	12.5	3					0.5	9
4	16.5	3		2+3			0.5	8
5	13	3					0.5	9.5
6	18	4		3			0.5	10.5
7	33	4		3	7.5			18.5
8	15.5	3		2				10.5
Examen Parcial	4	1						3
Examen de prácticas	4	1						3
Supuesto práctico	2							2
Prácticas de laboratorio	3							3
Examen final	8	2						6
<b>Evaluación</b>	21	4						17
<b>TOTAL</b>	<b>150</b>	<b>30</b>	<b>0</b>	<b>15</b>	<b>7.5</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>94.5</b>

GG: Grupo Grande (100 estudiantes).  
 PCH: prácticas clínicas hospitalarias (7 estudiantes)  
 LAB: prácticas laboratorio o campo (15 estudiantes)  
 ORD: prácticas sala ordenador o laboratorio de idiomas (30 estudiantes)  
 SEM: clases problemas o seminarios o casos prácticos (40 estudiantes).  
 TP: Tutorías Programadas (seguimiento docente, tipo tutorías ECTS).  
 EP: Estudio personal, trabajos individuales o en grupo, y lectura de bibliografía.

### Metodologías docentes\*

De entre las metodologías docentes incluidas en el plan de estudios del título, en la presente asignatura se utilizan las siguientes:

Metodologías docentes	Se indican con una "X" las utilizadas
1. Explicación y discusión de los contenidos teóricos	X
2. Resolución, análisis y discusión de ejemplos de apoyo o de problemas previamente propuestos	X
3. Exposición de trabajos previamente encargados a los estudiantes	X
4. Desarrollo en laboratorio, aula de informática, campo, etc., de casos prácticos	X
5. Resolución de dudas puntuales en grupos reducidos, para detectar posibles problemas del proceso enseñanza-aprendizaje y guía en los trabajos, prácticas y estudio del estudiante	X
6. Búsqueda de información previa al desarrollo del tema o complementaria una vez que se han realizado actividades sobre el mismo	X
7. Elaboración de trabajos, individualmente o en grupos	X
8. Estudio de cada tema, que puede consistir en: estudios de contenidos, preparación de problemas o casos, preparación del examen, etc.	X

**Desarrollo del temario.** (Relacionado con M1, M2, M6 y M8)

En esta asignatura se pretende adoptar una metodología basada en el "Aprendizaje Cooperativo". De forma resumida, esta metodología docente pretende que el proceso enseñanza-aprendizaje se construya conjuntamente entre profesores y alumnos en un entorno de equipo que promueve la motivación personal, la responsabilidad compartida y las habilidades interpersonales: comunicarse, enseñar, organizar el trabajo, tomar decisiones, etc.

El esquema general bajo el cual se desarrolla cada uno de los temas es:

- E1. En primer lugar, el alumno debe leer y analizar los contenidos teóricos del tema utilizando los apuntes editados por el profesor. En estos apuntes se desarrollan adecuadamente los contenidos del tema y sólo dichos contenidos.
- E2. Los alumnos y el profesor discutirán los resultados de este análisis previo, intentando clarificar las dudas que hayan surgido. Asimismo, el profesor destacará aquello que se considere más importante, y dedicará tiempo a explicar los aspectos más complejos del tema. Finalmente, se resolverán en común exámenes teóricos para motivar la discusión y participación del alumno.
- E3. El alumno debe volver sobre los contenidos teóricos del tema para profundizar en ellos y fijar los conceptos y resultados que se han destacado como más importantes en la actividad anterior.
- E4. Una vez que el alumno ha adquirido un cierto conocimiento sobre los fundamentos teóricos del tema, intentará resolver los problemas planteados por el profesor en una relación en la que aparezca la solución de los mismos.
- E5. La última actividad se dedicará a la resolución por parte del profesor de aquellos problemas que se consideren más representativos o de mayor dificultad.

**Prácticas de laboratorio.** (Relacionado con M4)

En esta actividad los alumnos serán agrupados en grupos reducidos. Cada grupo realizará seis prácticas de laboratorio. Una vez que todos los alumnos hayan realizados las prácticas, se realizará un examen individual. El examen consistirá en la resolución de un ejercicio en el que se utilizarán datos experimentales relacionados con las actividades prácticas.

**Seminarios en la sala de ordenadores.** (Relacionado con M3, M6 y M7)

En esta actividad los alumnos serán agrupados en grupos reducidos. A cada grupo se le propondrá un ejercicio práctico en el que deberá seleccionar adecuadamente una turbina hidráulica dadas unas ciertas especificaciones. Para ello deberán acceder a información disponible online y, en su caso, utilizar software de diseño de redes de distribución.

**Tutorías programadas.** (Relacionado con M1 y M5)

Las tutorías programadas se dedicarán al repaso de contenidos teóricos en grupos reducidos, lo que permitirá una interacción fluida y más cercana entre el alumno y el profesor. El profesor planteará cuestiones teóricas tipo test que serán resueltas y comentadas conjuntamente por los alumnos y el profesor. El profesor editará un documento que contiene las cuestiones tipo test.

Cada alumno asistirá a 2 tutorías programadas de 1,5 h de duración en las que se considerarán las cuestiones relativas a los temas 1 al 3 (primera tutoría) y 4 al 6 (segunda tutoría). Las cuestiones relativas a los temas 7 y 8 se analizarán en la última clase del curso.

Para el aprovechamiento de esta actividad se aconseja encarecidamente que las cuestiones sean analizadas con anterioridad por parte del alumno.

**Resultados de aprendizaje\***

Analizar, razonar y desarrollar individualmente y en equipo, diferentes soluciones de elementos constituyentes de los sistemas y máquinas fluidomecánicas que satisfagan determinadas necesidades o funciones objetivo.

Ser capaz de identificar y analizar los distintos tipos de máquinas fluidomecánicas y los distintos elementos que las constituyen.

Comprender, analizar y valorar los resultados obtenidos en la resolución de problemas y tomar decisiones.

Aplicar conocimientos de informática a la resolución de problemas de análisis y síntesis de elementos de máquinas fluidomecánicas.

**Sistemas de evaluación\***

**Criterios de evaluación**

La evaluación del aprendizaje se realizará atendiendo a los siguientes criterios:

- C1. Demostrar la comprensión de los conceptos involucrados en la asignatura. La ponderación de este criterio de evaluación en la calificación cuantitativa final es 40%. Relacionado con las competencias CB1-CB5, CG1-CG11, CT1-CT10 y CETE6.
- C2. Conocer los datos y resultados más importantes relacionados con la asignatura (10%). Relacionado con la competencia CETE6.
- C3. Resolver problemas aplicando conocimientos teóricos o basándose en resultados experimentales (40%). Relacionado con las competencias CB1-CB5, CG1-CG11, CT1-CT10 y CETE6.

C4. Exponer con claridad los resultados obtenidos (10%). Relacionado con las competencias CB1-CB5, CG1-CG11, CT1-CT10.

Como se puede apreciar, otorgamos más importancia a la comprensión de la materia que al aprendizaje memorístico de datos, ecuaciones, resultados, etc. La resolución de problemas y casos prácticos es también un elemento esencial en la evaluación del aprendizaje.

### **Actividades de evaluación**

De entre las actividades de evaluación incluidas en el plan de estudios del título, en la presente asignatura se utilizan las siguientes:

	<b>Rango establecido</b>	<b>Convocatoria ordinaria</b>	<b>Convocatoria extraordinaria</b>	<b>Evaluación global</b>
1. Examen final teórico/práctico y/o exámenes parciales acumulativos y/o eliminatorios.	0%-80%	70%	75%	80%
2. Aprovechamiento de actividades prácticas realizadas en: aula, laboratorio, sala de ordenadores, campo, visitas, etc.	0%-50%	15%	10%	0%
3. Resolución y entrega de actividades (casos, problemas, informes, trabajos, proyectos, etc.), individualmente y/o en grupo (GG, SL, ECTS).	0%-50%	15%	15%	20%
4. Participación activa en clase.	0%-10%	0%	0%	0%
5. Asistencia a las actividades presenciales.	0%-10%	0%	0%	0%

### **Descripción de las actividades de evaluación**

La **evaluación continua** se realizará mediante las siguientes actividades:

A1. Examen final (EF) en las convocatorias ordinarias y extraordinarias. Constará de una prueba objetiva de 10 ítems de 4 respuestas múltiples y 2 problemas prácticos. En la prueba objetiva se penalizarán los errores de acuerdo con la proporción "3 respuestas erróneas restan 1 correcta". Los problemas prácticos tendrán el mismo valor. El alumno podrá consultar los apuntes de clase para la resolución de los problemas prácticos.

Tanto la prueba objetiva como práctica serán calificadas con una nota entre 0 y 10. Si las calificaciones de las pruebas objetiva y práctica son iguales o superiores a 2,5, la calificación global del examen será la media entre ambas. Si no es así, la calificación global será 2,5 o la media entre ambas si esta es inferior a 2,5.

Es una actividad **recuperable**.

A2. Examen parcial (EP) a realizar a mediados del curso. Constará de una prueba objetiva de 5 ítems de 4 respuestas múltiples y 1 problema práctico. En la prueba objetiva se penalizarán los errores de acuerdo con la proporción "3 respuestas erróneas restan 1 correcta". El alumno podrá consultar los apuntes de clase para la resolución del problema práctico.

Tanto la prueba teórica como práctica serán calificadas con una nota entre 0 y 10. Si las calificaciones de la pruebas objetiva y práctica son iguales o superiores a 2,5, la calificación global del examen parcial será la media entre ambas. Si no es así, la calificación global será 2,5 o la media entre ambas si esta es inferior a 2,5.

La superación del examen parcial con una calificación igual o superior a 6 implica la **eliminación** del temario examinado; es decir, los alumnos que cumplan esta condición

no estarán obligados a presentarse a la parte correspondiente al examen parcial en el examen final de las convocatorias de junio o julio.

Es una actividad **no recuperable**.

- A3. Examen de prácticas de laboratorio (EPL). Se realizará un examen de prácticas de laboratorio individual una vez todos los alumnos las hayan realizado. El examen consistirá en la resolución de un ejercicio en el que se utilizarán datos experimentales relacionados con las actividades prácticas. El examen será calificado con una nota entre 0 y 10.

Es una actividad **no recuperable**.

- A4. Actividades prácticas de laboratorio (APL). El conjunto de las actividades prácticas de laboratorio será calificado con una nota entre 0 y 10. El alumno obtendrá 1.67 puntos por cada práctica que sea correctamente realizada y expuesta, y 0 si alguna de estas dos condiciones no se verifica.

Son actividades de evaluación **no recuperables**. La calificación de las prácticas de laboratorio se mantendrá indefinidamente hasta que el alumno vuelva a realizar, si lo desea, dichas prácticas en cursos académicos posteriores.

- A5. Supuesto práctico (SP). El alumno resolverá en grupo y en horario no presencial un ejercicio práctico relacionado con el diseño de una instalación hidráulica. El supuesto práctico será calificado con una nota entre 0 y 10 en función de la corrección de los resultados y la claridad de la exposición de los mismos.

Es una actividad de evaluación **no recuperable** salvo para aquellos alumnos que no hayan presentado esta actividad en la convocatoria ordinaria.

La calificación final (C) se calculará atendiendo a las siguientes fórmulas:

Para alumnos que superen el parcial y NO se presenten a esa parte en el examen final:

- A) Si la calificación del examen final es igual o superior a 3,5:

$$C=0.6 (EF/2+EP/2)+0.1 EPL+0.15 APL+0.15 SP$$

- B) Si la calificación del examen final es inferior a 3,5:

$$C=EF$$

Para alumnos que SÍ se presenten en el examen final a la parte evaluada en el parcial:

- A) Si la calificación del examen final es igual o superior a 3,5:

$$C=0.6 EF+0.1 EPL+0.15 APL+0.15 SP$$

- B) Si la calificación del examen final es inferior a 3,5:

$$C=EF$$

La **evaluación global** tendrá lugar el mismo día asignado al examen final de cada convocatoria por la Subdirección de Ordenación Académica de la E.II.II. Constará de las siguientes pruebas:

A1. Examen final (EF) en las convocatorias ordinarias y extraordinarias. Constará de una prueba objetiva de 10 ítems de 4 respuestas múltiples y 2 problemas prácticos. En la prueba objetiva se penalizarán los errores de acuerdo con la proporción "3 respuestas erróneas restan 1 correcta". Los problemas prácticos tendrán el mismo valor. El alumno podrá consultar los apuntes de clase para la resolución de los problemas prácticos.

Tanto la prueba teórica como práctica serán calificadas con una nota entre 0 y 10. Si las calificaciones de las pruebas objetiva y práctica son iguales o superiores a 2,5, la calificación global del examen parcial será la media entre ambas. Si no es así, la calificación global será 2,5 o la media entre ambas si esta es inferior a 2,5.

Es una actividad **recuperable**.

A2. Realización de un supuesto práctico de laboratorio (SPL). Se realizará un ejercicio en el aula tras el examen final que consistirá en la resolución de un supuesto práctico en el que se utilizarán datos experimentales relacionados con las actividades prácticas. El ejercicio será calificado con una nota entre 0 y 10.

Es una actividad **no recuperable**.

La calificación final se calculará atendiendo a la siguiente fórmula:

$$C=0.8 EF+0.2 SPL$$

Con carácter general, en la **convocatoria de noviembre** se mantendrán las calificaciones de las actividades prácticas de laboratorio (AP), examen de prácticas de laboratorio (EPL) y supuesto práctico (SP) obtenidas en el curso anterior. No obstante, se realizará un examen de prácticas de laboratorio (EPL) en el mes de octubre al que podrán presentarse sólo los alumnos de la convocatoria de noviembre que deseen renunciar a la nota de esta actividad en el curso anterior. Asimismo, se podrá realizar de nuevo el supuesto práctico (SP) que deberá entregarse antes de la fecha marcada para el examen de prácticas de laboratorio (EPL). Las calificaciones que se obtengan en estas dos actividades reemplazarán a todos los efectos a las obtenidas en el curso previo, independientemente de si el resultado es superior o inferior.

### Bibliografía (básica y complementaria)

#### Bibliografía Básica

- MONTANERO, J. M. "Apuntes editados por el profesor", 2013.
- LECUONA, A. Y NOGUEIRA, J. I. "Turbomáquinas. Procesos, análisis y tecnología". Ariel Ciencia y Tecnología. Barcelona, 2000.
- DIXON, S.L. Y HALL, C. A. "Fluid Mechanics and Thermodynamics of Turbomachinery". Sixth Edition. Elsevier, 2010.
- HERNÁNDEZ KRAHE, J. M. "Mecánica de fluidos y máquinas hidráulicas". UNED. Madrid, 1995

#### Bibliografía Complementaria

- JAPIKSE, D. Y NICHOLAS, C. B. "Introduction to turbomachinery". Oxford Univ. Press. Vermont, 1994.
- TURTON, R. K. "Principles of turbomachinery". Chapman and Hall. London, 1995.
- WRIGHT, T. "Fluid machinery: performance, analysis and design". CRC Press. Boca Raton, 1999.
- BRENNEN, C. E. "Hydrodynamics of pumps". Oxford Univ. Press. Oxford, 1994.
- CHERKASSKY, V. "Pumps, fans and compressors". MIR. Moscú, 1977.



## Otros recursos y materiales docentes complementarios

### Páginas web

<http://eii.unex.es/profesores/mfluidos>

<http://campusvirtual.unex.es>

Características de bombas hidráulicas

<http://www.itur.es/frames.htm>

Características de ventiladores centrífugos

<http://www.casals.tv/producto.html>