

Plan Docente de una materia

“MECÁNICA DE FLUIDOS”

I. Descripción y contextualización

<i>Identificación y características de la materia</i>				
<i>Denominación</i>	Mecánica de Fluidos			
<i>Curso y Titulación</i>	2 ^o curso de Ingeniería Industrial (75 ctos. LRU)			
<i>Coordinador-Profesor/es</i>	José María Montanero Fernández, Joaquín Fernández Francos			
<i>Área</i>	Mecánica de Fluidos			
<i>Departamento</i>	Ingeniería Mecánica, Energética y de los Materiales			
<i>Tipo</i>	Común (4+2 ctos. LRU)	Fundamentos (primer ciclo)		
<i>Coefficientes</i>	Practicidad: 2		Agrupamiento: 4	
<i>Duración ECTS (créditos)</i>	Primer Cuatrimestre		4.8 ECTS (130 h.)	
<i>Distribución ECTS (rangos)</i>	Grupo Grande: 28%	Seminario-Lab.: 6%	Tutoría ECTS: 2%	No presenciales: 65%
	1,33 ECTS (36 h.)	0,28 ECTS (7,5 h.)	0.08 ECTS (2 h.)	3,13 ECTS (84,5 h.)
<i>Descriptor</i> <i>(según BOE)</i>	Procesos fluidomecánicos			

*Contextualización curricular**

El Plan de Estudios para la titulación de Ingeniero Industrial de la Escuela de Ingenierías Industriales de la Universidad de Extremadura fue aprobado el 25 de Julio de 1994 (BOE del 19-8-1994) y modificado el 22 de Octubre de 1998 (BOE. del 12-11-1998). Este Plan de Estudios establece que en el segundo curso de la titulación se impartirá la asignatura troncal cuatrimestral *Mecánica de Fluidos*, con una asignación de 6 créditos (4 créditos teóricos y 2 créditos prácticos). La continuación natural de *Mecánica de Fluidos* es la asignatura denominada *Ampliación de Mecánica de Fluidos*. Esta última asignatura es obligatoria y se imparte en el segundo cuatrimestre con una asignación de 4,5 créditos (2 teóricos y 2,5 prácticos). Los descriptores marcados por el BOE. para *Mecánica de Fluidos* y *Ampliación de Mecánica de Fluidos* son, respectivamente, *procesos fluidomecánicos* y *continuación de procesos fluido-mecánicos*.

A lo largo de esta sección comentaremos brevemente la relación existente entre las asignaturas *Mecánica de Fluidos* y aquellas asignaturas troncales, obligatorias o de libre elección que les son afines. Para ello hemos utilizado como fuente de información los programas oficiales de las asignaturas que publica la Escuela de Ingenierías Industriales de la Universidad de Extremadura.

Existe una evidente relación entre las asignaturas *Mecánica de Fluidos*, *Ampliación de Mecánica de Fluidos* y *Máquinas Hidráulicas*. Los fundamentos de la Mecánica de Fluidos se explican en las dos primeras, mientras que en la tercera se aplican dichos fundamentos al estudio de máquinas que procesan fluidos en régimen incompresible, y que poseen un destacado interés industrial. Dada la fuerte componente de cálculo de la *Mecánica de Fluidos*, se puede afirmar que todas las asignaturas de Matemáticas se encuentran relacionadas con la materia que nos ocupa. Estas asignaturas son:

- Álgebra lineal (Troncal, 6 créditos, 1er curso)
- Cálculo I (Troncal, 7,5 créditos, 1er curso)
- Cálculo II (Troncal, 7,5 créditos, 1er curso)
- Métodos Matemáticos I (Troncal, 6 créditos, 4o curso)
- Métodos Matemáticos II (Troncal, 6 créditos, 4o curso)

Las materias en las que se imparten conocimientos básicos de Física deben ser igualmente consideradas. Así, la asignatura *Física* (Troncal, 7,5 créditos, 1^{er} curso) incluye temas dedicados a la Mecánica, Teoría de Campos y Termodinámica Fundamental íntimamente relacionados con la Mecánica de Fluidos. La asignatura *Ampliación de Física* (Troncal, 4,5 créditos, 2^o curso) dedica algunos temas a la Teoría Cinética de Gases, disciplina conectada con los fundamentos de la Mecánica de Fluidos. En la asignatura *Mecánica Técnica* (Obligatoria, 4,5 créditos, 1^{er} curso) se analizan los sistemas de fuerzas, estableciendo principios básicos muy útiles en la resolución de problemas de Hidrostática.

Es de destacar la estrecha relación existente entre la Mecánica de Fluidos y la Termodinámica. En este sentido, es lógico encontrar un cierto solapamiento de los programas de las asignaturas relacionadas con estas materias. La asignatura *Termodinámica Técnica* (Troncal, 7,5 créditos, 2^o curso) desarrolla en detalle aspectos termodinámicos de la Mecánica de Fluidos que, como comprobaremos más adelante, quedan reducidos a un tema introductorio en el programa de esta disciplina. La asignatura *Termodinámica Técnica* también incluye 4 lecciones dedicadas a problemas elementales de movimiento de fluidos. En el tercer curso de la titulación se imparte la asignatura *Ingeniería Térmica* (Obligatoria, 9 créditos, 3^{er} curso) que trata los fundamentos de la transmisión de calor y sus aplicaciones industriales. Se dedican 7 lecciones al estudio de la transmisión de calor en sus tres formas (conducción, radiación y convección). La convección, con evidentes implicaciones fluidomecánicas, es tratada de forma superficial. La formación del alumno en temas relacionados con la Termodinámica se completa con las asignaturas *Ampliación de Termodinámica* (Obligatoria, 6 créditos, 4^o curso) y *Ampliación de Ingeniería Térmica* (Troncal, 4,5 créditos, 5^o curso), de cuyos programas no disponemos.

Entre las asignaturas optativas debemos destacar *Métodos Numéricos en Mecánica de Fluidos* (Optativa, 6 créditos, 2^o ciclo), que presenta distintas técnicas numéricas y su aplicación a problemas de Mecánica de Fluidos, tanto fundamentales como de interés tecnológico. Por último, la asignatura de libre elección *Sistemas Neumáticos* (Libre Elección, 6 créditos) dedica un capítulo a la distribución de aire comprimido, en estrecha conexión con el programa de *Mecánica de Fluidos*

II. Objetivos

<i>Relacionados con competencias académicas y disciplinares</i>	<i>Vinculación</i>
<i>Descripción</i>	<i>CET</i>

1.- Aprender a predecir el comportamiento de un sistema fluido a partir de las leyes de conservación para las propiedades mecánicas	
2.- Entender la naturaleza de la dinámica de una partícula fluida a partir de las ecuaciones de la hidrodinámica	
3.- Aprender a determinar los factores dominantes en la dinámica de un fluido para predecir su comportamiento en situaciones complejas	
4.- Aplicar los conocimientos y destrezas adquiridos para la resolución teórica de problemas tanto de hidrostática como de hidrodinámica	
5.- Comprender los aspectos esenciales de la interacción entre una máquina y el fluido que procesa	
6.- Aprender a predecir el comportamiento de una máquina fluido-mecánica a partir de las leyes de conservación para las propiedades mecánicas	
7.- Aprender a diseñar, dimensionar y calcular instalaciones hidráulicas de diverso tipo (redes de distribución, depósitos, sistemas de bombeo, canales,...)	

<i>Relacionados con otras competencias personales y profesionales</i>	<i>Vinculación</i>
<i>Descripción</i>	<i>CET</i>
8.- Aprender a profundizar sobre las causas que explican el comportamiento de un sistema para poder predecirlo con mayor precisión	
9.- Aprender a determinar qué es relevante y qué es secundario en el análisis de un problema para simplificarlo	
10.- Aprender a expresarse con propiedad, claridad y concisión tanto oralmente como, especialmente, por escrito	
11.- Desarrollar habilidades de escucha activa y negociación de soluciones en la resolución de problemas ingenieriles	
12.- Aprender a buscar la información necesaria para la resolución de problemas ingenieriles	

III. Secuenciación de bloques temáticos y temas e interrelación

<i>Secuenciación de bloques temáticos y temas</i>
1. Introducción a la Mecánica de Fluidos
1.1.- Introducción 1.2.- Nociones básicas de Termodinámica 1.3.- Cinemática de fluidos
2. Fundamentos de la dinámica de fluidos
2.1.- Transporte en un fluido 2.2.- Ecuaciones para un volumen de control 2.3.- Ecuaciones hidrodinámicas 2.4.- Turbulencia
3. Tensión superficial, análisis dimensional e hidrostática
3.1.-Tensión superficial 3.2.-Análisis dimensional 3.3.-Hidrostática
4. Flujo incompresible viscoso
4.1.-Flujos laminares unidireccionales 4.2.-Lubricación fluidodinámica 4.3.-Capa límite laminar

5. Flujo incompresible turbulento
5.1.-Flujo turbulento unidireccional*
5.2.-Capa límite turbulenta*
6. Aplicaciones hidráulicas
6.1.- Pérdidas locales y redes de distribución
6.2.- Canales y vertederos*

<i>Interrelación</i>			
<i>Requisitos (Rq) y redundancias (Rd)</i>		<i>Tema</i>	<i>Procedencia</i>
Nociones básicas de Termodinámica	Rd	1.2	Termodinámica Técnica (2 ^o de II. II.)
Nociones básicas de análisis vectorial	Rq	1.3	Física (1 ^o de II. II.)
Cálculo de sistemas de fuerzas equivalentes	Rq	3.3	Mecánica Técnica (1 ^o de II.II.)
Nociones básicas de ecuaciones diferenciales	Rq	4	Cálculo II (1 ^o de II.II.)

IV. Metodología docente y plan de trabajo del estudiante

<i>Actividades de enseñanza-aprendizaje</i>				<i>Vinculación</i>	
<i>Descripción y secuenciación de actividades</i>	<i>Tipo</i>		<i>D</i>	<i>Tema</i>	<i>Objet.</i>
Presentación del Plan Docente de la asignatura	GG	C-E	1	1-6	1-12
Lectura previa del tema	NP	T	0,5	1.1	1-4
Explicación y discusión en clase	GG	T	0,5	1.1	1-4
Estudio de los contenidos explicados	NP	T	1	1.1	1-4
Lectura previa del tema	NP	T	1,5	1.2	1-4
Explicación y discusión en clase	GG	T	1	1.2	1-4
Estudio de los contenidos explicados	NP	T	1,5	1.2	1-4
Realización de problemas	NP	P	2	1.2	1-4
Resolución en común de problemas	GG	P	1	1.2	1-4
Lectura previa del tema	NP	T	1,5	1.3	1-4
Explicación y discusión en clase	GG	T	1	1.3	1-4
Estudio de los contenidos explicados	NP	T	1,5	1.3	1-4
Realización de problemas	NP	P	2	1.3	1-4,12
Resolución en común de problemas	GG	P	2	1.3	1-4
Visionado de una película	GG	P	1	1.3	1-4
Repaso-Evaluación	S	C-E	1,5	1	1-4
Lectura previa del tema	NP	T	1,5	2.1	1-4,8
Explicación y discusión en clase	GG	T	1	2.1	1-4,8
Estudio de los contenidos explicados	NP	T	1,5	2.1	1-4,8
Lectura previa del tema	NP	T	1	2.2	1-6,8
Explicación y discusión en clase	GG	T	1	2.2	1-6,8
Estudio de los contenidos explicados	NP	T	2	2.2	1-6,8
Realización de problemas	NP	P	3	2.2	1-6,9,12
Resolución en común de problemas	GG	P	3	2.2	1-6,9
Repaso-Evaluación	S	C-E	1,5	2.1,2.2	1-6

Análisis individualizado del proceso de aprendizaje	Tut	C-E	1	2.1-2.2	1-12
Presentación de las prácticas de laboratorio*	GG	P	(0,5)	1-6	9,11,12
Realización de las prácticas (a lo largo del curso)*	NP	P	(12)	1-6	9,11,12
Tutorización de las prácticas (a lo largo del curso)*	Tut	C-E	(1)	1-6	9,11,12
Lectura previa del tema	NP	T	1,5	2.3	1-4,8,9
Explicación y discusión en clase	GG	T	1	2.3	1-4,8,9
Estudio de los contenidos explicados	NP	T	1,5	2.3	1-4,8,9
Lectura previa del tema	NP	T	0,5	2.4	1-4,8,9
Explicación y discusión en clase	GG	T	0,5	2.4	1-4,8,9
Estudio de los contenidos explicados	NP	T	1	2.4	1-4,8,9
Repaso-Evaluación	S	T-P	1,5	2.3,2.4	1-4
Lectura previa del tema	NP	T	1,5	3.1	1-4,8,9
Explicación y discusión en clase	GG	T	1	3.1	1-4,8,9
Estudio de los contenidos explicados	NP	T	1,5	3.1	1-4,8,9
Realización de problemas	NP	P	2	3.1	1-4,9,12
Resolución en común de problemas	GG	P	1	3.1	1-4,9
Lectura previa del tema	NP	T	1,5	3.2	1-6
Explicación y discusión en clase	GG	T	1	3.2	1-6
Estudio de los contenidos explicados	NP	T	1,5	3.2	1-6
Realización de problemas	NP	P	2	3.2	1-6,9
Resolución en común de problemas	GG	P	1	3.2	1-6,9
Lectura previa del tema	NP	T	2	3.3	1-4
Explicación y discusión en clase	GG	T	2	3.3	1-4
Estudio de los contenidos explicados	NP	T	2,5	3.3	1-4
Realización de problemas	NP	P	2	3.3	1-4,9,12
Resolución en común de problemas	GG	P	2	3.3	1-4,9
Repaso-Evaluación	S	C-E	1,5	3	1-6
Análisis individualizado del proceso de aprendizaje	Tut	C-E	1	2.3-3.3	1-12
Lectura previa del tema	NP	T	0,5	4.1	1-6
Explicación y discusión en clase	GG	T	1	4.1	1-6
Estudio de los contenidos explicados	NP	T	1	4.1	1-6
Realización de problemas	NP	P	2	4.1	1-6,9,12
Resolución en común de problemas	GG	P	2	4.1	1-6,9
Estudio de los contenidos	NP	T	0,5	4.2	1-6
Realización de problemas	NP	P	1	4.2	1-6,9
Resolución en común de problemas	GG	P	2	4.2	1-6,9
Lectura previa del tema	NP	T	1,5	4.3	1-6
Explicación y discusión en clase	GG	T	1	4.3	1-6
Estudio de los contenidos explicados	NP	T	1,5	4.3	1-6
Realización de problemas*	NP	P	(2)	4.3	1-6,9,12
Resolución en común de problemas*	GG	P	(1)	4.3	1-6,9
Repaso-Evaluación	S	C-E	1,5	4	1-6
Lectura previa del tema*	NP	T	(1)	5.1	1-4,8
Explicación y discusión en clase*	GG	T	(1)	5.1	1-4,8
Estudio de los contenidos explicados*	NP	T	(2)	5.1	1-4,8

Lectura previa del tema *	NP	T	(0,5)	5.2	1-4,8
Explicación y discusión en clase *	GG	T	(0,5)	5.2	1-4,8
Estudio de los contenidos explicados *	NP	T	(1,5)	5.2	1-4,8
Lectura previa del tema	NP	T	1,5	6.1	7,9
Explicación y discusión en clase	GG	T	1	6.1	7,9
Estudio de los contenidos explicados	NP	T	1,5	6.1	7,9
Realización de problemas	NP	P	4	6.1	7,9,12
Resolución en común de problemas	GG	P	3	6.1	7,9
Lectura previa del tema *	NP	T	(1)	6.2	7,9
Explicación y discusión en clase *	GG	T	(1)	6.2	7,9
Estudio de los contenidos explicados *	NP	T	(2)	6.2	7,9
Realización de problemas *	NP	P	(2)	6.2	7,9,12
Resolución en común de problemas *	GG	P	(2)	6.2	7,9
Examen de prácticas *	S	C-E	1	1-6	9,11,12
Estudio y preparación del examen final	NP	T-P	30	1-6	1-10,12
Examen final	GG	C-E	3	1-6	1-10,12

<i>Distribución del tiempo (ECTS)</i>		<i>Dedicación del alumno</i>		<i>Dedicación del profesor</i>		
<i>Distribución de actividades</i>		<i>Nº alumnos</i>	<i>H. presenciales</i>	<i>H. no presenc.</i>	<i>H. presenciales</i>	<i>H. no presenc.</i>
Grupo grande (Más de 20 alumnos)	Coordinac./evaluac.	60	4	-	4	20
	Teóricas	60	14	-	14	7
	Prácticas	60	18	-	18	9
	Subtotal	60	36	-	36	36
Seminario- Laboratorio (6-20 alumnos)	Coordinac./evaluac.	20	7,5	-	2,5	5
	Teóricas	20	0	-	0	0
	Prácticas	20	15	-	5	5
	Subtotal	20	22,5	-	7,5	10
Tutoría ECTS (1-5 alumnos)	Coordinac./evaluac.	3	2	-	40	0
	Teóricas	3	0	-	0	0
	Prácticas	3	0	-	0	0
	Subtotal	3	2	-	40	0
Teóricas		1	-	34,5	-	-
Prácticas		1	-	20	-	-
Tutorías complementarias					10	
Estudio y preparación del examen		1	-	30	-	18
Totales			60,5	84,5	93,5	64

*Otras consideraciones metodológicas**

Numerosos autores describen las ventajas del “Aprendizaje Cooperativo” y su fácil adecuación a áreas como las Matemáticas o la Física¹. De forma resumida, esta metodología docente consiste en conseguir que el conocimiento 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. Éste es el procedimiento de enseñanza que se intenta, en cierta medida, implementar mediante el Plan Docente que se presenta.

El esquema general bajo el que desarrolla un tema de la asignatura es el siguiente:

¹ A. B. Capa, R. Rodríguez y A. Portela, “La enseñanza de la Física para la Convergencia Europea”, Revista Española de Física **18** (2004) 20-22, y referencia en ella.

1. 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 desarrollarán adecuadamente los contenidos del tema y sólo dichos contenidos.
2. Los alumnos y el profesor discutirán en grupo los resultados de este análisis previo, intentando clarificar las dudas que hayan surgido. El profesor destacará aquello que se considere más importante. Esta actividad debería desarrollarse en grupos reducidos (Seminario-Laboratorio) para facilitar la participación del alumno y el intercambio de ideas. No obstante, se ha optado por el grupo grande para mantener la dedicación del profesor en un nivel similar al actual.
3. 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.
4. 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.
5. La última actividad se dedicará a la resolución en común de aquellos problemas que se consideren más representativos o de mayor dificultad. De nuevo sería deseable realizar esta actividad en grupos reducidos, aunque con los recursos actuales tendría que llevarse a cabo probablemente en grupos grandes.

Es posible favorecer la consecución de los objetivos 11 y 12 (“Desarrollar habilidades de escucha activa y negociación de soluciones en la resolución de problemas ingenieriles”, y “Aprender a buscar la información necesaria para la resolución de problemas ingenieriles”) introduciendo dinámicas de grupo en los puntos 1 y 5. Por ejemplo, para el análisis inicial del tema propuesto en punto 1 se podría dividir la clase en grupos reducidos de alumnos, indicar los contenidos del tema, y dejar que cada grupo se organice para buscar la información necesaria relacionada con esos contenidos. Algo similar podría proponerse en la etapa de resolución individual de los problemas (punto 4). En mi opinión, este tipo de metodología requiere mucho más tiempo de trabajo no presencial, y medios bibliográficos probablemente no disponibles en la actualidad. Quizás se trate de un procedimiento a implementar en ciertas asignaturas diseñadas con este objetivo primordial, y en las que el profesor esté dispuesto a reducir drásticamente los contenidos. No se debería llevar a cabo en asignaturas cuyo contenido sea esencial en el proceso de aprendizaje propuesto en la titulación. La Mecánica de Fluidos (Troncal, 2^o curso) es un ejemplo de este tipo de asignaturas.

La adquisición de información acerca de si se ha alcanzado el pretendido objetivo o no es clave para que el proceso de aprendizaje sea eficaz. Permite tanto al profesor como al propio alumno detectar si este último está aprendiendo lo que debe y en la forma adecuada. De otro lado, el reconocimiento por parte del profesor de la labor realizada por el alumno proporciona a éste un estímulo que le ayuda a sentirse motivado. Para potenciar estos dos aspectos de la docencia se han propuesto las actividades de “Repaso-Evaluación” y “Análisis individualizado del proceso de aprendizaje”. En el “Repaso-Evaluación” el alumno deberá resolver una prueba objetiva de 6 ítems de respuestas múltiples en 20 minutos. Una vez finalizada la prueba, ésta y otras similares se resolverán y discutirán en común hasta finalizar los 90 minutos dedicados a esta actividad. De esta forma, tanto el profesor como el alumno pueden evaluar la eficacia del proceso de aprendizaje. Esta actividad se realizará periódicamente en grupos reducidos. Además, en dos ocasiones durante el curso el profesor se entrevistará con cada alumno para reflexionar acerca de las dificultades que éste encuentra, y hallar posibles soluciones. Esta actividad se realizará a través de una tutoría

previamente concertada en grupos de 3 alumnos.

Se han propuesto en este Plan Docente un conjunto de contenidos y actividades de carácter voluntario. Estos contenidos pueden ser eliminados del Plan Docente sin pérdida de continuidad. La realización de las actividades voluntarias como, por ejemplo, las prácticas de laboratorio, será considerada positivamente en el proceso de evaluación. Un aumento en la asignación de créditos ECTS permitiría considerar estos contenidos y actividades como obligatorios.

V. Evaluación

<i>Criterios de evaluación</i>	<i>Vinculación</i>	
	<i>Objetivo</i>	<i>CC</i>
<i>Descripción</i>		
1. Demostrar la comprensión de los conceptos involucrados en la asignatura	1-9	40%
2. Conocer los datos y resultados más importantes relacionados con la asignatura	1-7	10%
3. Resolver problemas aplicando conocimientos teóricos o basándose en resultados experimentales	1-7,9,12	40%
4. Exponer con claridad los resultados obtenidos	10	10%
5. Realizar correctamente las prácticas de laboratorio	9,11,12	(10%)

<i>Actividades e instrumentos de evaluación</i>		
Seminarios de C-E	En cada seminario se propondrá una prueba objetiva de 5 ítems de respuestas múltiples relativas a los temas que (25% de la calificación final)	25%
Examen final	Constará de una prueba objetiva de 20 ítems de respuestas múltiples (25 % de la calificación final) y otra prueba escrito con 3 problemas (50% de la calificación final)	75%
Exámen de prácticas*	Realización de una prueba para comprobar que se han realizado correctamente las prácticas de laboratorio propuestas	(10%)

VI. Bibliografía

<i>Bibliografía de apoyo seleccionada</i>
Frank M. White (1979), "Mecánica de Fluidos", McGraw-Hill
Irving H. Shames (1995), "Introducción a la Mecánica de Fluidos", McGraw-Hill
<i>Bibliografía o documentación de lectura obligatoria*</i>
Apuntes editados por el profesor

Códigos.-

ⁱ *CET*: Competencias Específicas del Título (véase el apartado de Contextualización curricular)

ⁱⁱ *Tipos de actividades*: GG (Grupo Grande); S (Seminario); Tut (Tutoría ECTS); NP (No presenciales); C-E (Coordinación o evaluación); T (Teórica de carácter expositivo, de aprendizaje a partir de documentos o de discusión); P (Prácticas de laboratorio o campo y de solución de problemas); T-P (Otras teórico-prácticas).

ⁱⁱⁱ *D*: Duración en sesiones de 1 hora de trabajo presencial o no presencial (considerando en cada hora 50-55 minutos de trabajo neto y 5-10 de descanso).

^{iv} *CC*: Criterios de Calificación (ponderación del criterio de evaluación en la calificación cuantitativa final)

(*) Contenidos que pueden ser eliminados sin pérdida de continuidad, o actividades no obligatorias ni computadas