



GUÍA DOCENTE DE  
**MÁQUINAS DE FLUIDOS**

Grado en Ingeniería Mecánica

**Curso 2021-2022**

CENTRO UNIVERSITARIO DE LA DEFENSA

ESCUELA NAVAL MILITAR



## 1. DATOS GENERALES DE LA ASIGNATURA

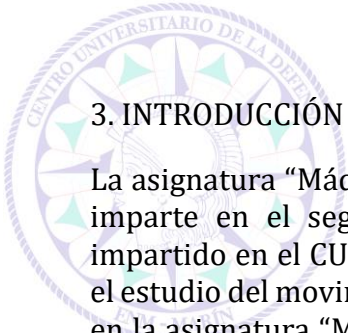
Denominación	Máquinas de fluidos
Titulación	Grado en Ingeniería Mecánica
Curso y cuatrimestre	Tercer curso (Segundo cuatrimestre)
Carácter	Obligatoria (Tecnología Específica Mecánica)
Duración ECTS (créditos)	6 créditos ECTS

## 2. DATOS GENERALES DEL PROFESORADO



Profesor responsable de la asignatura	Araceli Regueiro Pereira
Despacho	208
Despacho Virtual	Sala: 2122 <a href="https://campusremotouvigo.gal/access/public/meeting/604005643">https://campusremotouvigo.gal/access/public/meeting/604005643</a>
Contraseña alumnos	KRZUWSZF
Correo electrónico	<a href="mailto:regueiro@ cud.uvigo.es">regueiro@cud.uvigo.es</a>
Dirección mensajería	Centro Universitario de la Defensa en la Escuela Naval Militar Plaza de España, s/n 36920 Marín

Profesor responsable de la asignatura	Guillermo Lareo Calviño
Despacho	108
Despacho Virtual	Sala: 1351 <a href="https://campusremotouvigo.gal/access/public/meeting/703258897">https://campusremotouvigo.gal/access/public/meeting/703258897</a>
Contraseña alumnos	8qgQY8hJ
Correo electrónico	<a href="mailto:glareo@ cud.uvigo.es">glareo@cud.uvigo.es</a>
Dirección mensajería	Centro Universitario de la Defensa en la Escuela Naval Militar Plaza de España, s/n 36920 Marín



### 3. INTRODUCCIÓN

La asignatura “Máquinas de Fluidos” es una asignatura del bloque específico mecánico que se imparte en el segundo cuatrimestre del tercer curso del grado en ingeniería mecánica impartido en el CUD. La asignatura se sirve de las herramientas fundamentales empleadas en el estudio del movimiento de los fluidos (diferencial, integral y análisis dimensional) adquiridas en la asignatura “Mecánica de Fluidos” y los aplica a dispositivos transformadores de energía en los que se transfiere energía entre el fluido que recorre la máquina y las partes móviles de ésta. La materia se centra en el estudio de las máquinas de fluido incompresible.

La necesidad de compatibilizar la formación específica militar del futuro Oficial de la Armada con la del título de grado en ingeniería mecánica lleva a que la materia se imparta y evalúe a bordo del Buque Escuela “Juan Sebastián de Elcano”. En esta ocasión, dada la duración del crucero, se ha decidido hacer un curso concentrado de la asignatura en los meses anteriores al embarque de los guardiamarinas, de modo que la asignatura quede impartida en el CUD antes del embarque.



## 4. COMPETENCIAS

### 4.1 COMPETENCIAS BÁSICAS

Las competencias básicas descritas en el Real Decreto 1393/2007 no serán tratadas de forma específica por ningún módulo, materia o asignatura, sino que serán el resultado del conjunto del Grado. En cualquier caso, como se indica en la memoria de verificación de la titulación, la adquisición de las competencias generales descritas por la Orden Ministerial CIN/351/2009 garantiza la adquisición de las competencias básicas (enumeradas a continuación), cumpliéndose por ello el objetivo marcado en el citado Real Decreto.

**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

**CB2** Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio

**CB3** Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética

**CB4** Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado

**CB5** Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía

### 4.2 COMPETENCIAS GENERALES

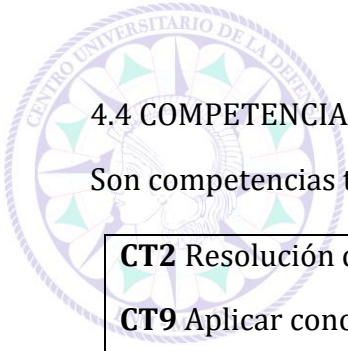
Son competencias generales de esta asignatura:

**CG3** Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones

### 4.3 COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

La competencia específica de la titulación a la que contribuye esta asignatura es:

**CE24** Conocimiento aplicado de los fundamentos de los sistemas y máquinas fluidomecánicas



#### 4.4 COMPETENCIAS TRANSVERSALES

Son competencias transversales de esta asignatura:

**CT2** Resolución de problemas

**CT9** Aplicar conocimientos

**CT10** Aprendizaje y trabajo autónomos

**CT17** Trabajo en equipo



## 5. RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Se muestran a continuación los resultados de aprendizaje de esta asignatura vinculados a las respectivas competencias.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE	COMPETENCIAS VINCULADAS
Comprender los aspectos básicos de las máquinas de fluido	<b>CG3, CE24, CT2, CT9, CT10</b>
Adquirir habilidades sobre el proceso de dimensionado de instalaciones de bombeo y máquinas de fluidos	<b>CG3, CE24, CT2, CT9, CT10, CT17</b>

En la siguiente tabla podemos ver el nivel de desarrollo con el que se contribuye a lograr cada uno de aquellos sub-resultados de aprendizaje establecidos por ENAEE (*European Network for Accreditation of Engineering Education*) trabajados en la materia, así como las competencias asociadas a dicho sub-resultado y tratadas en la asignatura.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE	SUB-RESULTADOS DE APRENDIZAJE	Nivel de desarrollo de cada sub-resultado (Básico (1), Adecuado (2) y Avanzado (3))	COMPETENCIAS ASOCIADAS
1. Conocimiento y comprensión	1.2 Conocimiento y comprensión de las disciplinas de ingeniería propias de su especialidad, en el nivel necesario para adquirir el resto de competencias del título, incluyendo nociones de los últimos adelantos.	<b>Adecuado (2)</b>	<b>CG3, CE24</b>
2. Análisis en ingeniería	2.2 La capacidad de identificar, formular y resolver problemas de ingeniería en su especialidad; elegir y aplicar de forma adecuada métodos analíticos, de cálculo y experimentales ya establecidos; reconocer la importancia de las restricciones sociales, de salud y seguridad, ambientales, económicas e industriales.	<b>Adecuado (2)</b>	<b>CT2, CT9</b>
3. Proyectos de ingeniería	3.2 Capacidad de proyecto utilizando algún conocimiento de vanguardia de su especialidad de ingeniería.	<b>Básico (1)</b>	<b>CT9, CE24</b>
4. Investigación e innovación	4.3 Capacidad y destreza para proyectar y llevar a cabo investigaciones experimentales, interpretar resultados y llegar a conclusiones en su campo de estudio.	<b>Básico (1)</b>	<b>CT9, CE24</b>



5. Aplicación práctica de la ingeniería	5.1 Comprensión de las técnicas aplicables y métodos de análisis, proyecto e investigación y sus limitaciones en el ámbito de su especialidad	<b>Básico (1)</b>	<b>CT9, CE24</b>
	5.2 Competencia práctica para resolver problemas complejos, realizar proyectos complejos de ingeniería y llevar a cabo investigaciones propias de su especialidad.	<b>Básico (1)</b>	<b>CT9</b>
	5.3 Conocimiento de aplicación de materiales, equipos y herramientas, tecnología y procesos de ingeniería y sus limitaciones en el ámbito de su especialidad.	<b>Básico (1)</b>	<b>CT9</b>
8. Formación continua	8.2 Capacidad para estar al día en las novedades en ciencia y tecnología.	<b>Básico (1)</b>	<b>CT10</b>





## 6. CONTENIDOS

### 6.1 Programación: créditos teóricos

Teniendo en cuenta las circunstancias y necesidades específicas del Centro Universitario de la Defensa, la carga de la asignatura se distribuye a lo largo de 6 semanas lectivas. La carga lectiva varía de unas semanas a otras. En total se planifican 28 horas de teoría, 14 de laboratorio y 7 seminarios.

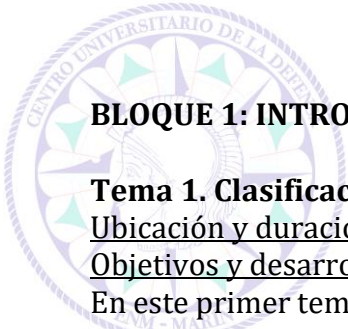
En los siguientes apartados se presenta la descripción de cada uno de los temas en el programa propuesto. En cada tema se incluye, además de su duración mínima y su ubicación aproximada, sus objetivos, una breve descripción de su desarrollo y un índice detallado de contenidos.

Los contenidos están estructurados en los tres bloques temáticos siguientes:

BLOQUE 1: Introducción

BLOQUE 2: Máquinas de desplazamiento positivo

BLOQUE 3: Turbomáquinas hidráulicas



## **BLOQUE 1: INTRODUCCIÓN**

### **Tema 1. Clasificación de las máquinas de fluidos.**

Ubicación y duración: Semana 1 [1 período lectivo]

Objetivos y desarrollo:

En este primer tema se realiza la clasificación de las máquinas de fluidos atendiendo a diversos criterios. Se aporta mucha información visual de las máquinas hidráulicas que serán analizadas con posterioridad a lo largo del curso.

Índice del tema

- 1.1 Clasificación de las máquinas de fluidos.
- 1.2 Elementos constitutivos.
- 1.3 Aplicaciones de las máquinas de fluidos.

### **Tema 2. Balance energético en una máquina de fluido.**

Ubicación y duración: Semanas 1-2 [5 períodos lectivos]

Objetivos y desarrollo:

El objetivo de este tema es comprender el diagrama energético que experimenta un fluido en su recorrido por la máquina. Se hace hincapié en las diversas formas de energía mostrando las importantes diferencias entre la energía total y la mecánica.

Se definen los límites normalizados de entrada y salida para toda máquina de fluido. A continuación, se establecen los balances energéticos en forma integral de la energía total e interna y se deriva el balance de energía mecánica. Relacionando la potencia hidráulica con la potencia mecánica del árbol se define el rendimiento global de la máquina. El rendimiento global se desglosa en componentes para dar cuenta de las distintas pérdidas que se producen.

Índice del tema

- 2.1 Caracterización de las Máquinas de Fluido. Definición de las secciones de entrada y salida.
- 2.2 Ecuación de conservación de la energía total.
- 2.3 Ecuación de conservación de la energía interna.
- 2.4 Ecuación de conservación de la energía mecánica. Altura útil.
- 2.5 Balance de energía mecánica y rendimiento en máquinas generadoras.
- 2.6 Balance de energía mecánica y rendimiento en máquinas motoras.



## **BLOQUE 2: MÁQUINAS DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO**

### **Tema 3. Máquinas de desplazamiento positivo**

Ubicación y duración: Semanas 2-3 [4 períodos lectivos]

Objetivos y desarrollo:

En este tema se presenta el principio de funcionamiento de las máquinas de desplazamiento positivo. Se realiza una clasificación de las máquinas motoras y generadoras y se presentan las soluciones tecnológicas de mayor uso para aplicaciones diversas industriales y navales.

Índice del tema

- 3.1 Máquinas de desplazamiento positivo. Principio de funcionamiento y clasificación. Características. Aplicaciones.
- 3.2 Bombas volumétricas alternativas.
- 3.3 Bombas volumétricas rotativas y peristálticas.
- 3.4 Motores hidráulicos y actuadores lineales. Curvas características.

### **Tema 4. Fundamentos de los circuitos oleohidráulicos**

Ubicación y duración: Semana 4 [4 períodos lectivos]

Objetivos y desarrollo:

En este tema se presenta el esquema funcional de los circuitos oleohidráulicos y se explica la función de los elementos de control y accesorios básicos. Se analiza el desempeño de circuitos hidráulicos elementales y se da paso al diseño de circuitos básicos para aplicaciones sencillas. En las prácticas con ordenador los diseños de los circuitos hidráulicos se ejecutan con programas de simulación de circuitos.

Índice del tema

- 4.1 Esquema general de un circuito oleohidráulico. Descomposición funcional y simbología.
- 4.2 Elementos de control y accesorios en circuitos hidráulicos.
- 4.3 Diseño y control de circuitos hidráulicos elementales.

### **Tema 5. Fundamentos de los circuitos neumáticos**

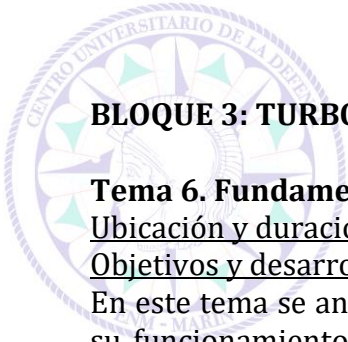
Ubicación y duración: Semanas 4-5 [4 períodos lectivos]

Objetivos y desarrollo:

En este tercer tema del bloque 2 se presentan las instalaciones neumáticas y su representación esquemática normalizada. Se realiza una comparativa con las instalaciones oleohidráulicas vistas en el tema precedente. A continuación, se presentan los elementos acondicionadores de aire y se analiza la ejecución de circuitos neumáticos elementales. En la última parte de la lección se diseñan circuitos neumáticos para cumplir las especificaciones de una tarea de automatización básica. El diseño de circuitos neumáticos se complementa en las prácticas con ordenador en donde se realizan proyectos neumáticos de mayor nivel y se ejecutan con programas de simulación de circuitos.

Índice del tema

- 5.1 Esquema general de un circuito neumático. Descomposición funcional y simbología.
- 5.2 Elementos de control y accesorios en circuitos neumáticos.
- 5.3 Diseño y control de circuitos neumáticos elementales.



## **BLOQUE 3: TURBOMÁQUINAS HIDRÁULICAS**

### **Tema 6. Fundamentos de las turbomáquinas hidráulicas**

Ubicación y duración: Semanas 5-6 [5 períodos lectivos]

Objetivos y desarrollo:

En este tema se analizan los principios de funcionamiento de la turbomáquina sin considerar su funcionamiento acoplado a una red o una instalación. Se comienza definiendo las vistas normalizadas y visualizando las distintas componentes de la velocidad del fluido. A continuación, se aplica un balance integral de conservación del momento cinético para derivar el teorema de Euler y expresar el par intercambiado entre rotor y fluido en función de las componentes de velocidad a la entrada y salida del rodete. El modelo simplificado se aplica en primer lugar a las turbomáquinas radiales en su versión generadora (turbobomba) y en su versión motora (turbina Francis) y en segundo lugar a las turbomáquinas axiales motoras (turbinas Kaplan). El último ítem del tema se dedica a la aplicación del análisis dimensional a las turbomáquinas presentadas.

Índice del tema

- 6.1 Introducción. Sistemas de referencia. Vistas normalizadas.
- 6.2 Ecuación de conservación del momento cinético. Teorema de Euler.
- 6.3 Teoría unidimensional de las turbomáquinas.
- 6.4 Ecuación de Bernouilli en el movimiento relativo al rotor.
- 6.5 Estudio simplificado de las turbomáquinas radiales. Turbobombas. Turbinas Francis.
- 6.6 Estudio simplificado de las turbomáquinas axiales. Turbinas Kaplan.
- 6.7 Análisis dimensional y semejanza física en turbomáquinas hidráulicas.

### **Tema 7. Máquinas e instalaciones hidráulicas reales**

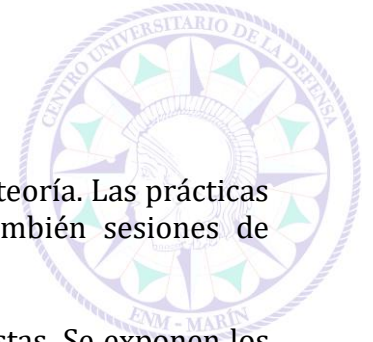
Ubicación y duración: Semanas 5-6 [5 períodos lectivos]

Objetivos y desarrollo:

En el segundo tema del bloque 3 la atención se centra en el funcionamiento de las turbomáquinas acopladas a una instalación. Se comienza con el estudio de las instalaciones de bombeo. Problemas en la puesta en marcha como la necesidad de cebado, anomalías en el funcionamiento como la cavitación y la regulación del caudal son explicados y cuantificados analíticamente y gráficamente. En los puntos siguientes se presenta la necesidad de regulación de caudal en las turbinas hidráulicas para ajustarse a la demanda eléctrica. A continuación se dedica una hora a la explicación del funcionamiento hidrodinámico de las hélices de propulsión marinas. Por último y de un modo más descriptivo se explica el funcionamiento de los aerogeneradores y de las centrales hidráulicas reversibles.

Índice del tema

- 7.1 Elementos para el cálculo de bombas e instalaciones de bombeo. Curvas características de la bomba y curva característica de la instalación.
- 7.2 Funcionamiento de turbinas hidráulicas Pelton. Regulación.
- 7.3 Funcionamiento de turbinas hidráulicas Francis. Regulación.
- 7.4 Hélices de propulsión marinas.
- 7.5 Aerogeneradores.
- 7.6 Centrales hidráulicas reversibles.



## 6.2. Programación: créditos prácticos

Los contenidos prácticos de la asignatura están vinculados a los temas de teoría. Las prácticas incluyen sesiones íntegramente experimentales en el laboratorio y también sesiones de simulación en aulas de informática.

Se describen, a continuación, en detalle cada una de las prácticas propuestas. Se exponen los objetivos de cada práctica, indicando su duración y concretando los conceptos teóricos necesarios para el desarrollo de cada una de ellas.

### **Práctica 1: Identificación de máquinas de fluido en el Laboratorio de Máquinas y Elementos Auxiliares**

Duración: 2 horas.

Objetivos y desarrollo:

En esta primera sesión práctica se realiza una visita guiada al laboratorio de aparatos auxiliares. En el laboratorio se dispone de una amplia variedad de máquinas de fluidos expuestas en las estanterías (hélices marinas, reductoras hidráulicas, turbobombas, compresores, bombas rotoestáticas) así como también de instalaciones de bombeo demostrativas, equipos de filtración de agua, instalaciones de refrigeración y un banco de compresión multietapa. El objetivo de la práctica es reconocer las máquinas de fluidos, identificar sus partes y entender su función en el conjunto. En el estudio de las máquinas de fluido es esencial tener una imagen visual del flujo de la máquina a la vez que se realiza un análisis basado en un esquema simplificado.

Vinculación con contenidos teóricos: Tema 1.

Ubicación: Semana 2.

Lugar: Laboratorio de Máquinas y Elementos Auxiliares.

### **Práctica 2: Banco de bombas de desplazamiento positivo**

Duración: 2 horas.

Objetivos y desarrollo:

El objetivo de esta segunda sesión práctica es la visualización de las diferentes bombas de desplazamiento positivo. Se trata de caracterizar y comprender el funcionamiento de estas bombas, buscando la comprensión de sus características y posibles aplicaciones.

Vinculación con contenidos teóricos: Tema 3.

Ubicación: Semana 4.

Lugar: Laboratorio de Máquinas y Elementos Auxiliares.

### **Práctica 3: Simulación de circuitos oleohidráulicos con software demostrativo.**

Duración: 2 horas.

Objetivos y desarrollo:

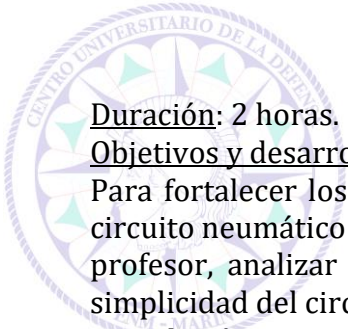
Para fortalecer los conocimientos teóricos del tema 4, en esta práctica se diseñará un circuito hidráulico sencillo, con el objetivo de comprender las actividades de cada uno de los elementos implicados: elementos de generación, de actuación y de control.

Vinculación con contenidos teóricos: Tema 4.

Ubicación: Semana 4.

Lugar: Aula de Informática.

### **Práctica 4: Simulación de circuitos neumáticos con software demostrativo.**



Duración: 2 horas.

Objetivos y desarrollo:

Para fortalecer los conocimientos teóricos del tema 5 se pretende que el alumno diseñe un circuito neumático de complejidad intermedia para satisfacer unos requisitos impuestos por el profesor, analizar el funcionamiento de los diferentes elementos y búsqueda de la mayor simplicidad del circuito.

Vinculación con contenidos teóricos: Tema 5.

Ubicación: Semana 5.

Lugar: Aula de Informática.

### **Práctica 5: Análisis de un circuito hidráulico o neumático real mediante el software Fluidsim**

Duración: 2 horas.

Objetivos y desarrollo:

Para fortalecer los conocimientos teóricos adquiridos en los temas 4 y 5, y para reforzar los conceptos y habilidades de manejo de software desarrollados en las prácticas 3 y 4 se plantea esta práctica, en la que emplea el software Fluidsim, cuyas actualizaciones van incorporando conocimientos de vanguardia. En ella, el alumno tiene que analizar un caso sencillo de un circuito hidráulico o neumático real (gato hidráulico, componente hidráulico de una excavadora, apertura de una puerta...). El alumno escogerá el componente que quiere analizar con el fin de que se estudien diferentes componentes y cada alumno se tenga que enfrentar a diferentes problemáticas.

Vinculación con contenidos teóricos: Tema 4 y 5.

Ubicación: Semana 5.

Lugar: Aula de Informática.

### **Práctica 6: Resolución de problemas del acoplamiento de una turbobomba radial en una instalación.**

Duración: 2 horas.

Objetivos y desarrollo:

El alumno resolverá un problema de turbobombas en el que entran en juego parámetros de diseño del rodete y la instalación. Posteriormente se calcularán las curvas de funcionamiento de una turbobomba centrífuga empleando para ello un programa de cálculo numérico.

Vinculación con contenidos teóricos: Tema 7.

Ubicación: Semana 6.

Lugar: Aula de Informática.

### **Práctica 7: Cálculo de una instalación hidráulica real mediante el software Epanet**

Duración: 2 horas.

Objetivos y desarrollo:

En esta práctica se modelizan y resuelven problemas de instalaciones de bombeo reales con el software Epanet. Con esta práctica se pretende inculcar que las herramientas de software disponibles facilitan el trabajo de cálculo, pero no liberan al usuario de tener los conocimientos de ingeniería necesarios para la correcta introducción de los datos e interpretación de los resultados.

Vinculación con contenidos teóricos: Tema 7.

Ubicación: Semana 6.

Lugar: Laboratorio de Máquinas y Elementos Auxiliares.



### **6.3 Recursos específicos para las prácticas propuestas**

Las prácticas 1, 2 y 7 hacen uso de varios equipos de laboratorio mientras que las prácticas de simulación 3, 4, 5 y 6 requieren un aula de informática con software específico instalado en los PCs.

#### **6.3.1. Equipamiento de laboratorio**

Del Laboratorio de Máquinas y Elementos Auxiliares se utilizan los siguientes bancos didácticos:

1. Equipo Impianti H60 (Banco de prueba de 8 bombas). La unidad consta de dos circuitos cerrados distintos, uno para agua y otro para aceite. Está compuesta por 5 bombas para agua (bomba centrífuga, de canal, volumétrica, peristáltica, dosificadora) y 3 para aceite (bomba de engranajes, de tornillos, de émbolo giratorio).
2. Equipo Impianti H83/H8301 (Banco bomba centrífuga de velocidad variable en circuito cerrado). El banco consta del equipo necesario de medidores para el análisis y determinación de las curvas características de altura, rendimiento y cavitación.

#### **6.3.2. Entorno software**

Para las prácticas en aula de informática se utilizan los siguientes programas de simulación:

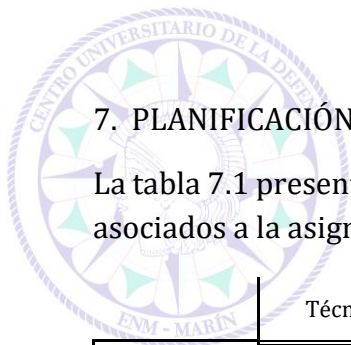
1. Software demostrativo de simulación de circuitos.
2. Software libre CFD OpenFOAM.

#### **6.3.3. Documentación específica**

En lo que se refiere a la documentación específica de las prácticas, se entrega al alumno:

1. (Pr1 y Pr2) Guión de prácticas con cuestiones y problemas que será entregado a la finalización.
2. (Pr3 y Pr4) Guión de prácticas, ejemplos y boletín de problemas a subir en la plataforma de teledocencia.
3. (Pr5) Guión de prácticas con todos los pasos a seguir y las diferentes cuestiones a analizar y entregar a posteriori. Pequeña presentación con diferentes casos reales sencillos para que el alumno seleccione aquel que considere más interesante para su estudio.
4. (Pr6) Guión de prácticas.
5. (Pr7) Presentación de introducción, ejemplo guiado y caso real propuesto.





## 7. PLANIFICACIÓN DOCENTE

La tabla 7.1 presenta la organización del esfuerzo del alumno para cubrir los seis créditos ECTS asociados a la asignatura.

	Técnica	Actividad	Horas presenciales	Factor	Trabajo autónomo	Horas totales	ECTS
Teoría	Clases magistrales expositivas en grupos de 35 alumnos	Asimila contenidos. Preparación de problemas	28	1,5	42	70	<b>2,80</b>
Prácticas	Trabajo práctico en laboratorio o aula informática	Medida de caudales y presiones. Simulación con software de cálculo	14	1,5	21	35	<b>1,4</b>
Tutorías	Tutorías personalizadas y grupales	Recibe orientación personalizada	7	-	-	7	<b>0,28</b>
Otras actividades	Exámenes Pruebas Intermedias	Realización de exámenes	2	1	2	38	<b>1,52</b>
	Examen Evaluación Continua	Realización de exámenes	3	1	3		
	Exámenes Ordinario y Extraordinario	Realización de exámenes	6	1	6		
	Curso intensivo preparación extraordinario	Horas de refuerzo	15	-	1		
<b>TOTAL</b>			<b>76</b>		<b>74</b>	<b>150</b>	<b>6</b>

TABLA 7.1. Planificación del tiempo y del esfuerzo del alumno





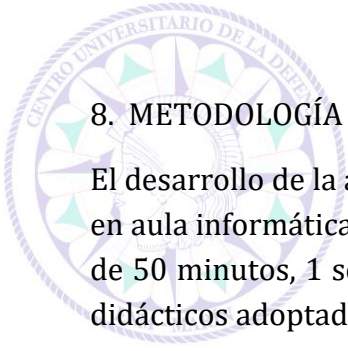
Las tablas 7.2 y 7.3 muestran la planificación de las horas de trabajo del alumno (en presenciales y no presenciales) para la parte teórica y práctica respectivamente.

<b>Parte teórica</b>	<b>Horas presenciales</b>	<b>Horas NO presenciales</b>
T1: Clasificación de las M. de F.	1	1.5
T2: Balance energético en M. de F.	5	6
T3: Máquinas de desplazamiento positivo	4	5
T4: Fundamentos de los circuitos oleohidráulicos	4	5
T5: Fundamentos de los circuitos neumáticos	4	5
T6: Fundamentos de las turbomáquinas hidráulicas	5	9
T7: Máquinas e instalaciones hidráulicas reales	5	10.5
<b>Total</b>	<b>28</b>	<b>42</b>

TABLA 7.2. Distribución temporal de los temas de teoría con trabajo presencial en el aula

<b>Parte práctica</b>	<b>Horas presenciales</b>	<b>Horas NO presenciales</b>
Pr1: Identificación de máquinas de fluido en el laboratorio de Máquinas y Elementos Auxiliares	2	3
Pr2: Banco de bombas de desplazamiento positivo	2	3
Pr3: Simulación de circuitos oleohidráulicos con software demostrativo	2	3
Pr4: Simulación de circuitos neumáticos con software demostrativo	2	3
Pr5: Análisis de un circuito hidráulico o neumático real mediante el software Fluidsim	2	3
Pr6: Resolución de problemas del acoplamiento de una turbobomba radial en una instalación	2	3
Pr7: Cálculo de una instalación hidráulica real mediante el software Epanet	2	3
<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>21</b>

TABLA 7.3. Distribución temporal de las prácticas propuestas cuyo trabajo presencial se realiza en aula con ordenadores portátiles



## 8. METODOLOGÍA DOCENTE

El desarrollo de la asignatura se estructura en sesiones de teoría en aula, sesiones de prácticas en aula informática y seminarios. La distribución por semana lectiva es de 5 períodos de teoría de 50 minutos, 1 sesión de laboratorio de dos horas y 1 seminario de una hora. Los métodos didácticos adoptados se pueden agrupar teniendo en cuenta el tipo de sesión:

### 8.1. Clases de aula

**Clases magistrales participativas.** En estas sesiones, se explicarán detalladamente los contenidos teóricos básicos del programa, exponiendo ejemplos aclaratorios con los que profundizar en la comprensión de la asignatura.

Se utilizará la pizarra electrónica en modo expositivo y de edición. A principio de curso se proporcionará copia de las transparencias a los alumnos que lo soliciten. De todos modos, las reproducciones en papel de las transparencias nunca deben ser consideradas como sustitutos de los textos o apuntes, sino como material complementario.

### 8.2. Clases prácticas

**Pequeñas sesiones magistrales participativas.** A veces, será necesario explicar en el laboratorio determinados conceptos prácticos suministrando consejos útiles para el mejor aprovechamiento de las clases prácticas.

**Prácticas de laboratorio.** (Pr1, Pr2, Pr7) En el laboratorio se dispone de equipos de docencia que montan máquinas de fluido y accesorios de equipos industriales reales. En estas sesiones los alumnos ponen en funcionamiento las máquinas y miden las variables de operación de mayor interés. Las prácticas facilitan enormemente la aplicación de los conocimientos teóricos adquiridos y su asimilación.

**Prácticas de laboratorio con ordenador.** (Pr3, Pr4, Pr5, Pr6) Las prácticas con ordenador son de gran importancia en esta asignatura. Los simuladores de circuitos facilitan enormemente la comprensión de los circuitos. Por su parte las prácticas de simulación fluidodinámica CFD permiten visualizar el flujo tridimensional en las turbomáquinas.

**Resolución de problemas y/o ejercicios de forma autónoma.** En alguna de las sesiones prácticas se plantea al alumno la resolución de un problema como actividad de cierre de la práctica.

### 8.3. Seminarios

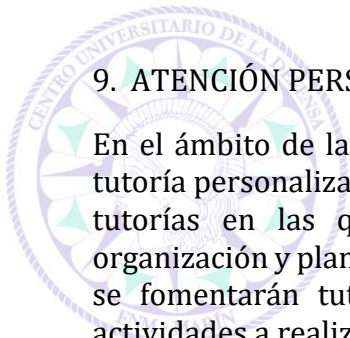
Dado que la acción tutorial se afronta como una actuación de apoyo grupal al proceso de aprendizaje del alumno, las tutorías se realizarán preferentemente en seminarios y bajo el formato de reuniones de grupo pequeño.

**Resolución de problemas y/o ejercicios.** El profesor realiza la resolución de un problema representativo vinculado a la teoría.



Se muestran, a continuación, estas metodologías de aprendizaje vinculadas a las competencias que se trabajan con cada una de ellas.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE	COMPETENCIAS VINCULADAS	METODOLOGÍAS DE APRENDIZAJE
Comprender los aspectos básicos de las máquinas de fluido	<b>CG3, CE24, CT2, CT9, CT10</b>	Sesión magistral Resolución de problemas y/o ejercicios Prácticas de laboratorio
Adquirir habilidades sobre el proceso de dimensionado de instalaciones de bombeo y máquinas de fluidos	<b>CG3, CE24, CT2, CT9, CT10, CT17</b>	Sesión magistral Resolución de problemas y/o ejercicios Prácticas de laboratorio



## 9. ATENCIÓN PERSONALIZADA

En el ámbito de la acción tutorial, se distinguen acciones de tutoría académica, así como de tutoría personalizada. En el primero de los casos, el alumnado tendrá a su disposición horas de tutorías en las que puede consultar cualquier duda relacionada con los contenidos, organización y planificación de la asignatura, etc. Las tutorías pueden ser individualizadas, pero se fomentarán tutorías grupales para la resolución de problemas relacionados con las actividades a realizar.

En las tutorías personalizadas, cada alumno, de manera individual, podrá comentar con el profesor cualquier problema que le esté impidiendo realizar un seguimiento adecuado de la asignatura, con el fin de encontrar entre ambos algún tipo de solución. Conjugando ambos tipos de acción tutorial, se pretenden compensar los diferentes ritmos de aprendizaje mediante la atención a la diversidad.

El profesor de la asignatura atenderá personalmente las dudas y consultas de los alumnos, tanto de forma presencial en su despacho, como a través de medios telemáticos (correo electrónico, videoconferencia, foros de MOOVI, etc.) bajo la modalidad de cita previa.



## 10. EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE

En este apartado se exponen los criterios de evaluación y calificación del alumno propuestos para esta asignatura. Dadas las peculiaridades del Centro Universitario de la Defensa, donde se impartirá esta asignatura, y teniendo en cuenta que los alumnos se hallan en régimen de internado, únicamente se proponen criterios de evaluación para asistentes.

### 10.1. Criterios de evaluación

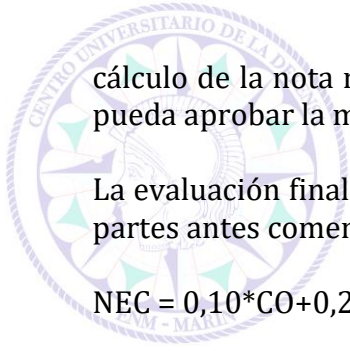
Teniendo en cuenta las metodologías empleadas en la práctica docente, así como las diferentes actividades propuestas a lo largo del cuatrimestre (dirigidas a asegurar la adquisición de competencias), se presenta en la tabla 10.1 una primera aproximación a la contribución en la nota final de cada elemento evaluado. Debemos tener en cuenta, además, que las estrategias de evaluación empleadas garanticen que evalúan la obtención de las competencias que se desarrollan en esta asignatura.

Elemento a evaluar	Estrategia de evaluación	Porcentaje de la nota final
Conocimientos de teoría	Cuestionarios online: cuestiones y problemas tipo test	10%
	Prueba escrita intermedia (PI): cuestiones y problemas cortos	25%
	Prueba escrita Final (PF): cuestiones, problemas y preguntas de teoría	40%
Evaluación de las prácticas	(Pr1, Pr2, Pr6) Tareas asignadas en guión (Pr3, Pr4) Boletín de problemas (Pr5) Cuestionario (Pr7) Informe de prácticas	25%
<b>Total</b>		<b>100%</b>

TABLA 10.1. Desglose de porcentajes en la evaluación y estrategias empleadas

Los conocimientos de teoría impartidos en la clase de aula se evalúan a través de pruebas escritas a lo largo del cuatrimestre. La prueba intermedia es una prueba de corta duración (2 horas) realizada en el horario de clase habitual y que tiene por objeto evaluar la asimilación de los contenidos por el alumnado, motivar el estudio autónomo e identificar a aquellos alumnos que requieren de atención en tutorías individualizadas. Durante el curso se realiza una prueba intermedia que consta de cuestiones conceptuales y problemas cortos. Por su parte la prueba escrita final es una prueba de larga duración (4 horas) que tiene como objetivo la evaluación del aprendizaje de todos los contenidos de la asignatura.

La evaluación de las prácticas (NP) se lleva a cabo realizando la media de las puntuaciones obtenidas en las sesiones. Todas las prácticas tienen el mismo peso en la evaluación de la nota. En cada guión de prácticas se recogen las tareas a realizar y los criterios de evaluación. Se permite la ausencia justificada a una sesión de prácticas quedando esa práctica excluida del



cálculo de la nota media. La ausencia a más de una sesión de prácticas impide que el alumno pueda aprobar la materia por evaluación continua.

La evaluación final de alumno atenderá a la suma de la puntuación otorgada a cada una de las partes antes comentadas, siendo su nota de evaluación continua (NEC):

$$NEC = 0,10 * CO + 0,25 * PI + 0,25 * NP + 0,40 * PF$$

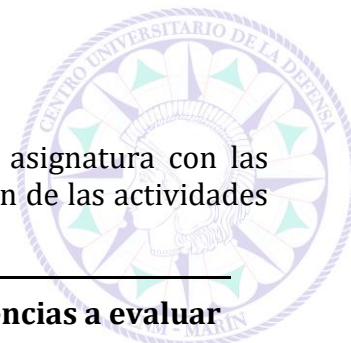
Para aprobar la asignatura por evaluación continua se exige una nota NEC igual o superior a 5 puntos. Sin embargo, se exigirán unos requerimientos mínimos en alguno de los apartados a objeto de garantizar el equilibrio entre todos los tipos de competencias. Dichos requerimientos son:

1. Realizar la prueba intermedia y al menos 6 de las 7 sesiones prácticas.
2. Obtener una nota igual o superior a 4 puntos sobre 10 en la prueba final de evaluación continua (PF).

Los alumnos con NEC inferior a 5 o que no cumplan alguno de los dos requerimientos anteriores deberán presentarse al examen ordinario para poder superar la asignatura. Para aquellos alumnos que no cumplen los dos requerimientos la nota final de evaluación continua se obtiene como: NEC FINAL = min (4, NEC). Además, se ofrece la opción de acudir al examen ordinario a todos aquellos alumnos aprobados que deseen mejorar su calificación obtenida por evaluación continua.

Tanto en el examen ordinario como en el extraordinario (convocatoria de julio) se evaluarán todas las competencias de la asignatura. Por ello, dichos exámenes incluirán una cuestión referente a las tareas realizadas durante las prácticas.

**COMPROMISO ÉTICO:** Se espera que los alumnos tengan un comportamiento ético adecuado. Si se detecta un comportamiento poco ético (copia, plagio, uso de dispositivos electrónicos no autorizados u otros) se penalizará al alumno con la imposibilidad de superar la asignatura por la modalidad de evaluación continua (en la que obtendrá una calificación de 0). Si este tipo de comportamiento se detecta en examen ordinario o extraordinario, el alumno obtendrá en dicha convocatoria una calificación en acta de 0.

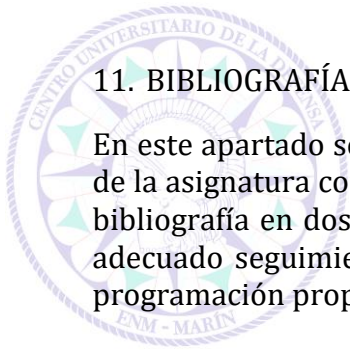


## 10.2. Evaluación de las competencias asociadas a la asignatura

La tabla 10.2 relaciona cada uno de los elementos de evaluación de la asignatura con las competencias que están siendo evaluadas. La fecha estimada de realización de las actividades A1 y A2 se indica en el cronograma del último punto de esta guía docente.

<b>Actividades</b>	<b>Competencias a evaluar</b>
A1 Prueba intermedia (Semana 4)	CE24, CG3, CT2, CT9, CT10
A2 Prueba final (Semana 7)	CE24, CG3, CT2, CT9, CT10
A3.1 Informe de prácticas	CE24, CG3, CT9, CT17
A3.2 Entrega ejercicios en sesiones prácticas	CE24,CT2,CT9,CT17

TABLA 10.2. Evaluación de las competencias asociadas a la asignatura



## 11. BIBLIOGRAFÍA, RECURSOS Y FUENTES DE INFORMACIÓN BÁSICOS Y COMPLEMENTARIOS

En este apartado se resume la bibliografía recomendada al alumno, tanto para el seguimiento de la asignatura como para profundizar en determinados temas. Dividiremos el conjunto de la bibliografía en dos apartados, el que se refiere a la bibliografía de la asignatura destinada al adecuado seguimiento de la parte teórica; y el que se refiere a la bibliografía que apoya la programación propuesta para la carga lectiva práctica.

Además, se describe en el apartado 11.3. el conjunto de aquellos recursos web suministrados al alumno que facilitan el seguimiento de la asignatura, destacando, en mayor medida, la zona virtual de la asignatura, punto clave no sólo para el intercambio de información, sino que se convierte en vehículo fundamental de comunicación entre docente y alumnos, así como entre los propios alumnos.

### 11.1. Bibliografía para los contenidos de teoría

Clasificaremos la bibliografía propuesta según los bloques temáticos de la misma.

#### 11.1.1. Bibliografía Bloque 1: Introducción

Para el seguimiento del Bloque 1, se propone como libro de referencia básica:

- J. Agüera Soriano, *Mecánica de fluidos incompresibles y turbomáquinas hidráulicas*. (Libre descarga en la página web del autor <http://www.uco.es/termodinamica>) **(Básica)**

#### 11.1.2. Bibliografía Bloque 2: Máquinas de desplazamiento positivo

Para el Bloque 2:

- C. Paz, E. Suarez, y A. Eirís, *Máquinas hidráulicas de desplazamiento positivo*. (4 ejemplares en biblioteca académica) **(Básica)**
- A. Serrano Nicolás, *Oleohidráulica*, (1 Ejemplar profesor) **(Complementaria)**
- J. Roldán Vitoria, *Tecnología y circuitos de aplicación de Neumática, Hidráulica y Electricidad*. (4 ejemplares en biblioteca académica) **(Básica)**
- A. Esposito, *Fluid Power with Applications*, 7th edition. (1 Ejemplar profesor) **(Complementaria)**

#### 11.1.3. Bibliografía básica. Bloque 3: Turbomáquinas

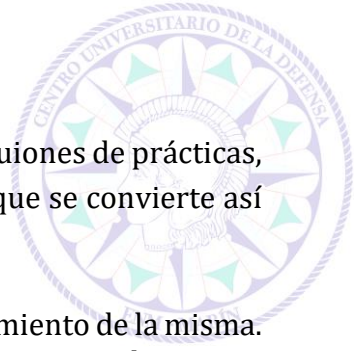
Para el Bloque temático 3, se sugiere:

- J. Agüera Soriano, *Mecánica de fluidos incompresibles y turbomáquinas hidráulicas*. (Libre descarga en la página web del autor <http://www.uco.es/termodinamica>) **(Básica)**

### 11.2. Bibliografía de la parte de problemas del Bloque 3: Turbomáquinas

- J. Hernández Rodríguez, P. Gómez del Pino y C. Zanzi, *Máquinas hidráulicas. Problemas y soluciones*. Editorial UNED (1 ejemplar profesor) **(Básica)**





### 11.3. Recursos web

Toda la información relativa a la asignatura (presentaciones informáticas, guiones de prácticas, etc.) estará disponible en la plataforma de teledocencia (moovi.uvigo.gal) que se convierte así en el vehículo de comunicación y registro de información de la materia.

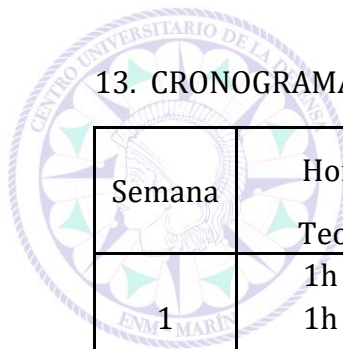
Resulta de especial importancia la zona virtual de la asignatura para el seguimiento de la misma. Por una parte, será un contenedor de información, más o menos estática, como la que se enumera a continuación.

- Información sobre el profesorado.
- Guía docente de la asignatura.
- Bibliografía recomendada.
- Información académica de la asignatura: horarios, fechas de exámenes y forma de evaluación.
- Material de clases teóricas: presentaciones y colecciones de problemas propuestos.
- Material de prácticas de laboratorio: manuales, enunciados y software necesario.
- Acceso a la información más reciente sobre la asignatura (novedades).
- Enlaces de interés relacionados con los contenidos conceptuales, los contenidos de caso de estudio y los contenidos prácticos.

Pero lo más interesante, es que permite crear un canal de comunicación efectivo y rápido, no sólo entre profesor y alumnos (a través de encuestas, correos electrónicos, entregas de ejercicios, comunicaciones de soluciones, etc.), sino entre los propios alumnos. Haciendo uso del foro proporcionado, se ayudan mutuamente, lo que reporta grandes beneficios académicos, no sólo para el que recibe la ayuda sino también para el que la ofrece.

## 12. RECOMENDACIONES AL ALUMNO

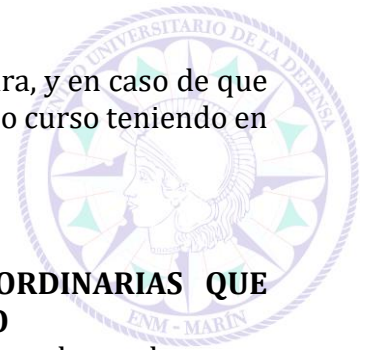
Durante la impartición de la asignatura se hará continuamente mención a fundamentos de la Mecánica de Fluidos que se asumen que el alumno domina. En caso de dificultades se recomienda que los alumnos refresquen conocimientos adquiridos y acudan a tutorías.



### 13. CRONOGRAMA DE TODAS LAS ACTIVIDADES DOCENTES

Semana	Horas Teoría	Contenidos Teoría	Horas Lab	Horas Sem	Horas Evaluación y Refuerzo	Horas semanales		
1	1h T1	Clasificación MF				5h		
	1h T2	Balance Energético		1h				
2	2h T2	Balance Energético				7h		
	3h T2	Balance Energético						
	4h T2	Balance Energético						
3	5h T2	Balance Energético	2h	1h		2h		
	1h T3	M.D.P.						
4	2h T3	M.D.P.				14h		
	3h T3	M.D.P.						
5	4h T3	M.D.P.				12h		
	1h T4	Circuitos Oleohidráulicos						
6	2h T4	Circuitos Oleohidráulicos	4h	2h	Prueba intermedia 2h	11h		
	3h T4	Circuitos Oleohidráulicos						
7	4h T4	Circuitos Oleohidráulicos				3h		
	1h T5	Circuitos Neumáticos						
8	2h T5	Circuitos Neumáticos				4h		
	3h T5	Circuitos Neumáticos						
9	4h T5	Circuitos Neumáticos				8h		
	1h T6	Turbomáquinas	4h	2h				
10	2h T6	Turbomáquinas				7h		
	3h T6	Turbomáquinas						
11	4h T6	Turbomáquinas				4h		
	5h T6	Turbomáquinas						
12	1h T7	Instalaciones				3h		
	2h T7	Instalaciones	4h	1h				
13	3h T7	Instalaciones				4h		
	4h T7	Instalaciones						
14	5h T7	Instalaciones				4h		
	EXAMEN FINAL DE EVALUACIÓN CONTINUA							
Junio - Julio	Examen ordinario							
	Curso intensivo de preparación examen extraordinario							
Julio	Examen extraordinario							
	<b>TOTAL</b>				<b>28</b>	<b>14</b>	<b>7</b>	<b>28</b>

A lo largo del cuatrimestre se seguirán una serie de mecanismos de control y seguimiento que permitan evaluar la adecuación del esquema temporal de la asignatura que se acaba de presentar a la marcha real del curso. Se realizará un control semanal del esquema temporal prefijado y se tomarán decisiones de acuerdo con los resultados obtenidos. Tras la impartición



de la misma, los profesores analizarán cómo se ha desarrollado la asignatura, y en caso de que sea necesario se modificará la Guía Docente de la asignatura para el próximo curso teniendo en cuenta las conclusiones alcanzadas.

#### **14. ANEXO: MODIFICACIONES EN CASO DE SITUACIONES EXTRAORDINARIAS QUE IMPLIQUEN SEMIPRESENCIALIDAD PARA PARTE DEL ALUMNANDO**

A continuación, se detallan aquellos aspectos que se modificarán en la guía en el caso de que se determine alguna actuación derivada de criterios de seguridad.

Apartados de la guía docente donde se reflejarán cambios:

- 6 Contenidos
  - **6.2. Programación de créditos prácticos:**  
En caso de semipresencialidad habría que valorar la posibilidad de mantener la realización de las prácticas presenciales o incluso trasladarlas a otras fechas.
- 8 Metodología docente

Se añaden dos nuevas metodologías docentes:

- **8.4 Sesión magistral y/o sesión práctica virtual síncrona:**  
Se imparte a través de una plataforma de videoconferencia web. Cada sala contiene diversos paneles de visualización y componentes, cuyo diseño se puede personalizar para que se adapte mejor a las necesidades de la clase. En el aula virtual, los profesores (y aquellos participantes autorizados) pueden compartir la pantalla o archivos de su equipo, emplear una pizarra, chatear, transmitir audio y vídeo o participar en actividades en línea interactivas (encuestas, preguntas, etc.).
  - **8.5 Foros de discusión:** actividades desarrolladas en un entorno virtual para resolución de dudas y/o debatir sobre cuestiones que surjan en el estudio de la asignatura.
- 10 Evaluación del aprendizaje
    - Las pruebas de evaluación se realizarán combinando la plataforma de teledocencia MOOVI y el Campus Remoto de la Universidad de Vigo.