



GUÍA DOCENTE DE

ELASTICIDAD Y AMPLIACIÓN DE RESISTENCIA DE MATERIALES

Grado en Ingeniería Mecánica

Curso 2020-2021

CENTRO UNIVERSITARIO DE LA DEFENSA

ESCUELA NAVAL MILITAR



1. DATOS GENERALES DE LA MATERIA

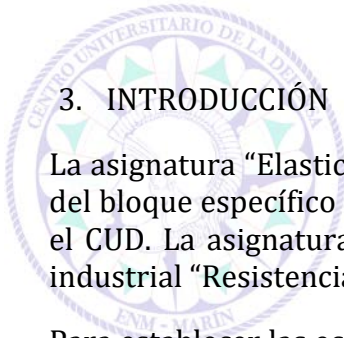
Denominación	Elasticidad y Ampliación de Resistencia de Materiales
Titulación	Grado en Ingeniería Mecánica
Curso	Tercer curso (primer cuatrimestre)
Carácter de la asignatura	Obligatoria (Tecnología específica mecánica)
Duración ECTS (créditos)	6 créditos ECTS

2. DATOS GENERALES DEL PROFESORADO



Profesor responsable de la asignatura	Antón Cacabelos Reyes
Despacho	36 (Isaac Peral) https://campusremotouvigo.gal/access/public/meeting/127775522
Correo electrónico	acacabelos@cud.uvigo.es
Dirección mensajería	Centro Universitario de la Defensa en la Escuela Naval Militar Plaza de España, s/n 36920 Marín

Profesor de la asignatura	Lara Febrero Garrido
Despacho	208 (CUD) https://campusremotouvigo.gal/access/public/meeting/104478936
Correo electrónico	lfebrero@cud.uvigo.es
Dirección mensajería	Centro Universitario de la Defensa en la Escuela Naval Militar Plaza de España, s/n 36920 Marín



3. INTRODUCCIÓN

La asignatura “Elasticidad y Ampliación de Resistencia de Materiales” es una asignatura del bloque específico mecánico que se imparte en el primer cuatrimestre del 3º curso en el CUD. La asignatura es continuación y ampliación de la asignatura común a la rama industrial “Resistencia de Materiales” de 2º curso.

Para establecer las ecuaciones generales que gobiernan el comportamiento mecánico de los sólidos deformables, es necesario complementar las ecuaciones de la estática, cinemática y dinámica, con ecuaciones que relacionan las tensiones y deformaciones en el entorno del punto. En el caso de pequeñas deformaciones, se comprueba que en la mayoría de los materiales el proceso de deformación es reversible, hablándose de comportamiento elástico. Así pues, se establece como objeto de la Teoría de la Elasticidad el estudio de los sólidos deformables con comportamiento elástico. La formulación matemática de todas estas teorías conduce a ecuaciones de gran complejidad haciendo que la obtención de soluciones exactas quede limitada a casos muy particulares de forma geométrica y de tipo de cargas aplicadas. Para el caso de sólidos unidimensionales o bidimensionales es posible establecer a priori hipótesis simplificativas referentes a la distribución tensional y deformacional. Éste es el planteamiento de la Resistencia de Materiales que permite abordar el estudio de aquellos sólidos deformables que admiten hipótesis simplificativas en relación a sus estados tensional y deformacional.

Con la docencia de esta asignatura se persigue que los alumnos adquieran los conocimientos básicos relacionados con la capacidad para conocer y comprender el comportamiento del sólido elástico ante cualquier tipo de esfuerzo. Además, se refuerzan los conceptos básicos del análisis tensional para que posteriormente pueda aplicarlos al diseño y cálculo de elementos estructurales y elementos de máquinas, que se irán complementando en asignaturas posteriores. La elasticidad y resistencia de materiales establece los criterios que permiten determinar el material más conveniente, la forma y las dimensiones más adecuadas que deben tener los elementos de una construcción o de una máquina para resistir la acción de las fuerzas exteriores que los solicitan de la forma más económica posible. Asimismo, se da un paso adelante en el uso de programas informáticos como ayuda al cálculo de esfuerzos, de desplazamientos y tensiones de sistemas estructurales básicos.



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

CG4 Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Industrial en la especialidad de Mecánica



COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

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

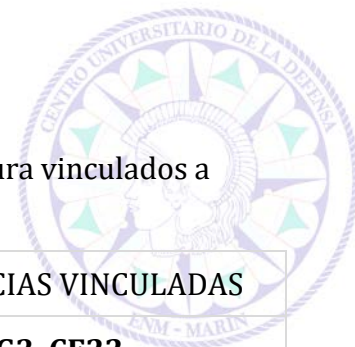
CE22 Conocimientos y capacidades para aplicar los fundamentos de la elasticidad y resistencia de materiales al comportamiento de sólidos reales

4.3 COMPETENCIAS TRANSVERSALES

Son competencias transversales de esta asignatura:

CT2 Resolución de problemas
CT5 Gestión de la Información
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
Conocimiento de los fundamentos de la elasticidad	CG3, CE22
Mayor dominio de la resistencia de materiales	CG3, CG4, CE22, CT2, CT10
Mayor conocimiento de las deformaciones en elementos barra	CG3, CG4, CE22, CT2, CT9
Capacidad para aplicar la elasticidad y la resistencia de materiales al análisis del comportamiento de máquinas, estructuras y elementos resistentes en general	CG4, CE22, CT2, CT5, CT9
Capacidad para tomar decisiones sobre las características del material, la forma y las dimensiones adecuadas que debe tener un elemento para resistir las acciones a las que esté sometido	CG4, CE22, CT2, CT5, CT9, CT17
Conocimiento de diferentes métodos de resolución de problemas y capacidad de selección del más adecuado en cada caso	CG4, CE22, CT2, CT5, CT9

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.	Adecuado (2)	CG3, CE22



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.	Avanzado (3)	CG4, CT2, CT9
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.	Básico (1)	CT9, CE22
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.	Adecuado (2)	CT9, CE22



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 11 semanas. Para abordar los contenidos teóricos de la misma, se han programado clases teóricas (expositivas y de problemas) de una hora de duración.

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.

Tema 1. Introducción y repaso de Resistencia de Materiales.

Ubicación y duración: Semana 1 [4 horas]

Objetivos y desarrollo:

Esta unidad temática tiene como objeto retomar las capacidades adquiridas en la asignatura Resistencia de Materiales. Se hará un recordatorio de las reglas de obtención de diagramas de fuerzas internas de axial, cortante y momento flector.

Índice del tema

- 1.1 Tracción-compresión.
- 1.2 Cortadura.
- 1.3 Flexión pura y simple.

Tema 2. Fundamentos de Elasticidad

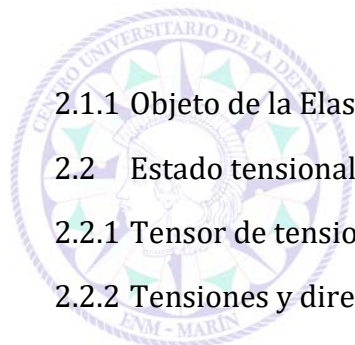
Ubicación y duración: Semanas 2-3 [6 horas]

Objetivos y desarrollo:

La elasticidad establece las relaciones constitutivas de un material resistente. Primero se explica el campo de estudio de la Elasticidad y se establecen las hipótesis simplificativas que dan pie al desarrollo de la Resistencia de Materiales como rama aplicada. A continuación, se presenta el estado de tensiones de un punto material elástico de acuerdo con la mecánica del medio continuo. Se prosigue con el estado de deformación de un punto elástico y su representación tensorial. Por último, se indican las relaciones existentes entre tensiones y deformaciones en el punto.

Índice del tema

- 2.1 Introducción al estudio de la Elasticidad.



2.1.1 Objeto de la Elasticidad y de la Resistencia de Materiales.

2.2 Estado tensional en los sólidos elásticos.

2.2.1 Tensor de tensiones.

2.2.2 Tensiones y direcciones principales.

2.2.3 Representación gráfica del estado tensional tridimensional. Círculos de Mohr.

2.3 Análisis de las deformaciones en un medio continuo.

2.3.1 Deformaciones en el entorno de un punto.

2.3.2 Tensor de deformación.

2.3.3 Representación gráfica del estado deformacional. Círculos de Mohr.

2.4 Relaciones entre tensiones y deformaciones.

2.4.1 Leyes de Hooke generalizadas.

Tema 3. Torsión

Ubicación y duración: Semana 4 [3 horas]

Objetivos y desarrollo:

En esta unidad temática se va a realizar un estudio de la distribución de tensiones y deformaciones que se producen en barras rectilíneas de sección recta circular sometidas a torsión, que tiene una aplicación inmediata al cálculo de árboles de transmisión de potencia. La última parte de la unidad se reserva a una breve exposición de la torsión en barras de sección recta no circular.

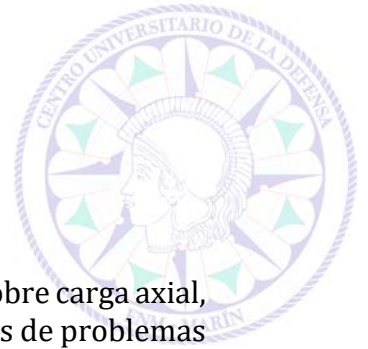
Índice del tema

3.1 Torsión de una barra cilíndrica: Teoría elemental de Coulomb.

3.2 Cálculo de árboles para transmisión de potencia.

3.3 Energía de deformación almacenada por torsión.

3.4 Torsión hiperestática.



Tema 4. Solicitaciones compuestas

Ubicación y duración: Semanas 5-6 [4 horas]

Objetivos y desarrollo:

Esta unidad sirve como repaso de los análisis de esfuerzos desarrollados sobre carga axial, cortante, flexión y torsión. El objetivo de esta unidad es conducir el análisis de problemas en los que varias de estas cargas internas ocurren simultáneamente sobre la sección transversal de un elemento.

Índice del tema

- 4.1 Solicitaciones compuestas.
- 4.2 Flexión y torsión combinadas en ejes de sección circular.
- 4.3 Flexión de vigas con secciones que no tienen eje de simetría vertical. Centro de esfuerzos cortantes.
- 4.4 Flexión compuesta en cuerpos de poca esbeltez.
- 4.5 Recipientes a presión de pared delgada.

Tema 5. Flexión lateral. Pandeo

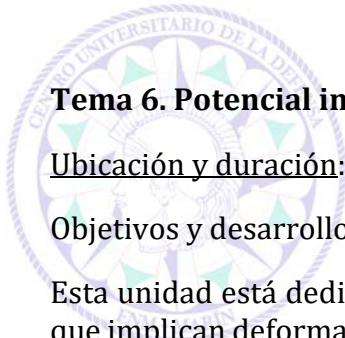
Ubicación y duración: Semanas 6-7 [3 horas]

Objetivos y desarrollo:

En esta unidad temática se van a analizar las causas y efectos del pandeo en prismas mecánicos rectos sometidos a compresión. Se analiza la influencia que tienen los posibles tipos de ligaduras y por último se presenta el método de cálculo para realizar su dimensionado.

Índice del tema

- 5.1 Pandeo. Introducción.
- 5.2 Compresión centrada en barra esbelta. Carga crítica de Euler.
- 5.3 Valor de la fuerza crítica según el tipo de sustentación de la barra. Longitud de pandeo.
- 5.4 Compresión excéntrica en barra esbelta.
- 5.5 Límites de aplicación de la teoría de Euler. Gráfico de pandeo.
- 5.6 Método de los coeficientes de pandeo para el dimensionado de barras esbeltas a compresión.



Tema 6. Potencial interno. Teoremas energéticos

Ubicación y duración: Semanas 7-9 [5 horas]

Objetivos y desarrollo:

Esta unidad está dedicada a los métodos basados en la energía para resolver problemas que implican deformaciones. Se desarrollan y aplican los métodos del trabajo virtual y los teoremas de Castigliano para determinar el desplazamiento y giro en ciertos puntos de elementos estructurales y mecánicos.

Índice del tema

- 6.1 Concepto de potencial interno o energía de deformación.
- 6.2 Relaciones entre las fuerzas exteriores y las deformaciones. Coeficientes de influencia.
- 6.3 Expresiones del potencial interno. Teorema de Clapeyron.
- 6.4 Principio de los trabajos virtuales.
- 6.5 Teoremas de Castigliano.

Tema 7. Teorías acerca del comienzo de deformaciones no elásticas. Estado límite

Ubicación y duración: Semanas 9-10 [2 horas]

Objetivos y desarrollo:

Introducir el concepto de estado límite y transmitir su importancia para la Resistencia de Materiales. Presentar las diferentes teorías de falla explicando su fundamento y las expresiones que determinan las condiciones en las que se alcanza el estado límite.

Índice del tema

- 7.1 Deformación plástica de los materiales. Estado límite.
- 7.2 Teoría de la tensión normal máxima o de Rankine.
- 7.3 Teoría de la deformación longitudinal unitaria máxima o de Saint-Venant.
- 7.4 Teoría de la tensión cortante máxima o de Coulomb.
- 7.5 Teoría de la energía de deformación, o de Beltrami y Haigh.
- 7.6 Teoría de la energía de distorsión, o de von Mises.
- 7.7 Comentarios sobre las distintas teorías de estado límite. Coeficiente de seguridad.



Tema 8. Métodos experimentales en elasticidad

Ubicación y duración: Semana 10 [1 hora]

Objetivos y desarrollo:

El objetivo que se persigue con los métodos experimentales es el conocimiento de la distribución de tensiones en un sólido elástico. Se hará una breve exposición de los métodos extensométricos y los métodos fotoelásticos bidimensionales.

Índice del tema

- 8.1 Método extensométrico. Fundamentos y finalidad.
- 8.2 Galgas extensométricas eléctricas. Análisis de datos.
- 8.3 Método fotoelástico. Fundamentos y finalidad.
- 8.4 Conceptos ópticos básicos del método fotoelástico.
- 8.5 Aparatos de un equipo fotoelásticos. Interpretación de los mapas de esfuerzos.

6.2 PROGRAMACIÓN: CRÉDITOS PRÁCTICOS

Los contenidos prácticos de la asignatura están vinculados a las unidades temáticas de teoría.

Práctica 1: Deformación elástica de vigas en flexión simple

Duración: 2 horas.

Objetivos y desarrollo:

En esta primera sesión práctica se estudia la influencia del material, sección transversal y tipo de apoyo en la deformación elástica de una viga estáticamente determinada e indeterminada bajo cargas que inducen flexión. El objetivo fundamental de la práctica es retomar la ecuación de la línea elástica y familiarizar al alumno con el manejo de relojes comparadores para registrar los desplazamientos.

Vinculación con contenidos teóricos: Tema 1.

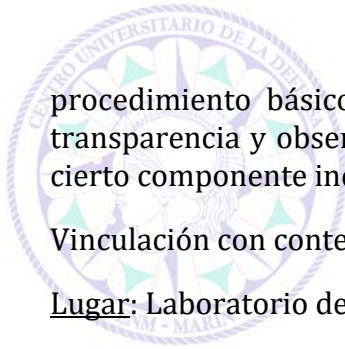
Lugar: Laboratorio de Máquinas y Elementos Auxiliares.

Práctica 2: Montaje demostrativo de fotoelasticidad

Duración: 2 horas.

Objetivos y desarrollo:

Los objetivos principales de esta práctica consisten en conocer los fundamentos básicos de la técnica experimental de Fotoelasticimetría a nivel conceptual y físico, conocer el



procedimiento básico para el uso de un equipo industrial de fotoelasticimetría por transparencia y observar mediante esta técnica experimental el estado tensional de un cierto componente industrial sometido a carga.

Vinculación con contenidos teóricos: Tema 2 y Tema 8

Lugar: Laboratorio de Máquinas y Elementos Auxiliares.

Práctica 3: Deformación elástica de barras solicitadas a torsión

Duración: 2 horas.

Objetivos y desarrollo:

En esta práctica el alumno se familiarizará con un montaje industrial para el control y medición experimental de acciones de torsión pura. Se estudiará el comportamiento elástico en torsión pura de distintas probetas de sección circular, además de la influencia de la geometría y/o el material sobre el comportamiento elástico.

Vinculación con contenidos teóricos: Tema 3.

Lugar: Laboratorio de Máquinas y Elementos Auxiliares.

Práctica 4: Cálculo computacional de deformaciones en barras con solicitación combinada con el software demostrativo MDSolids.

Duración: 2 horas.

Objetivos y desarrollo:

En esta práctica en aula informática se realiza una simulación computacional con un software de cálculo específico de Resistencia de Materiales. El objetivo principal de esta práctica nada tiene que ver con la metodología numérica de resolución. Se pretende que el alumno tome consciencia de que aunque el método numérico de resolución esté oculto la entrada y la salida de datos de la información son idénticos a la del mismo problema resuelto por métodos de resolución analíticos o experimental clásicos. En la memoria de esta práctica el alumno resolverá por medio del software MDSolids y analíticamente la deformación en una estructura tridimensional de barras.

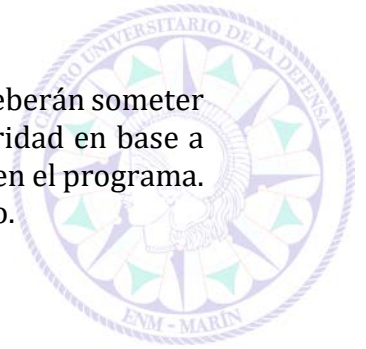
Vinculación con contenidos teóricos: Tema 4.

Lugar: Aula de Informática sin concretar.

Práctica 5: Criterios de falla.

Duración: 2 horas.

Objetivos y desarrollo:



En esta práctica se trabajará en el entorno de simulación de Inventor. Se deberán someter a esfuerzos diferentes piezas y se determinarán los coeficientes de seguridad en base a los diferentes criterios establecidos por cada una de las teorías aplicables en el programa. Además, se evaluará para cada caso, cuál de los criterios es más restrictivo.

Vinculación con contenidos teóricos: Temas 6 y 7.

Lugar: Aula de Informática sin concretar.

Práctica 6: Pandeo

Duración: 2 horas.

Objetivos y desarrollo:

El objetivo de la práctica de pandeo es doble. Por una parte se plantea llevar a cabo una comprobación experimental de la teoría de Euler del pandeo y por otra mostrar el procedimiento básico para la realización de ensayos de este tipo.

Vinculación con contenidos teóricos: Tema 5.

Lugar: Laboratorio de Máquinas y Elementos Auxiliares.

Práctica 7: Teoremas energéticos.

Duración: 2 horas.

Objetivos y desarrollo:

En esta práctica se resolverán problemas de deformación de estructuras mediante la aplicación del principio de trabajos virtuales y los teoremas de Castigliano.

Vinculación con contenidos teóricos: Temas 1, 3, 4 y 6.

Lugar: Aula de Informática sin concretar.

6.2.1 Entorno software

Software educativo MDSolids.

Página web de descarga del programa MDSolids: <http://www.mdsolids.com/>

Software Inventor de Autodesk.

6.2.2 Equipos de laboratorio

Bancos didácticos:



Equipo experimental Gunt WP 100. "Deformación de barras por flexión o torsión".

Equipo experimental Gunt FL 210. "Demostración fotoelástica de tensiones".

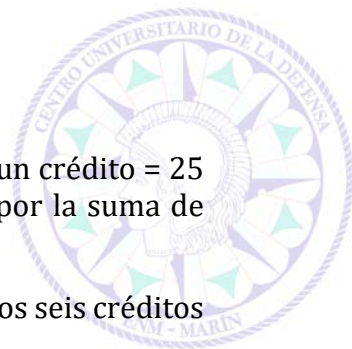
Equipo experimental Gunt WP 120. "Pandeo de barras".

6.2.3 Documentación específica

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

Un documento de especificación de prácticas que contiene, además del enunciado de las mismas, las fechas de finalización y evaluación, pequeños ejemplos ilustrativos que se sugieren al alumno antes de afrontar cada práctica, y la bibliografía de consulta relacionada con las prácticas.

7. PLANIFICACIÓN DOCENTE



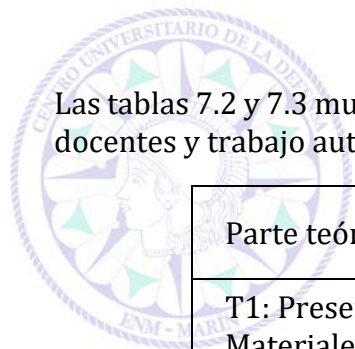
La carga de trabajo del alumnado se obtiene mediante la equivalencia de un crédito = 25 horas, en tanto que la carga de trabajo del profesor viene determinada por la suma de horas de los tres tipos de clases: teoría, prácticas o laboratorio y tutoría.

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

	Técnica	Actividad	Horas	Factor	Trabajo autónomo	Horas totales	ECTS
Teoría	Clases magistrales expositivas en grupos de 40 alumnos	Asimila contenidos. Preparación de problemas	28	2	56	84	3,36
Prácticas	Trabajo práctico en laboratorio o aula informática	Medición de deformaciones bajo acciones de carga. Simulación con software de cálculo	14	1	14	28	1,12
Seminarios	Seminarios y tutorías personalizadas y grupales	Recibe orientación personalizada.	7	-	-	7	0,28
Otras actividades	Tareas de evaluación y refuerzo	Realización de exámenes, pruebas y clases de preparación, examen ordinario, etc.	27	-	4	31	1,24
TOTAL			76		74	150	6

TABLA 7.1. Planificación del tiempo y del esfuerzo del alumno

La asignatura es una materia tipo 2-1-0.5; materia de 6 créditos con mayor carga teórica que práctica. Así, durante las once semanas de duración de las clases se impartirán 2 a 4 horas de teoría, 1 hora de prácticas y ½ hora de clases de seminario de media por semana.



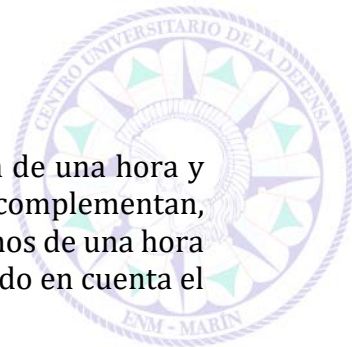
Las tablas 7.2 y 7.3 muestran la planificación de las horas de trabajo del alumno (en horas docentes y trabajo autónomo) para la parte teórica y práctica, respectivamente.

Parte teórica	Horas docentes	Horas trabajo autónomo
T1: Presentación + Repaso Resistencia Materiales	4	6
T2: Fundamentos de elasticidad	6	14
T3: Torsión	3	6
T4: Solicitaciones compuestas	4	8
T5: Pandeo	3	6
T6: Teoremas energéticos	5	10
T7: Estado límite	2	4
T8: Métodos experimentales	1	2
Total	28	56

TABLA 7.2. Distribución temporal de los temas de teoría diferenciando entre horas docentes recibidas y horas de trabajo autónomo.

Parte práctica	Horas docentes	Horas trabajo autónomo
P1: Deformación elástica de vigas en flexión simple	2	2
P2: Montaje demostrativo de fotoelasticidad	2	2
P3: Deformación elástica de barras solicitadas a torsión	2	2
P4: Cálculo computacional con MDSolids	2	2
P5: Criterios de falla	2	2
P6: Pandeo	2	2
P7: Teoremas energéticos	2	2
Total	14	14

TABLA 7.3. Distribución temporal de las prácticas propuestas (Laboratorio, Aula informática, Aula virtual)



8. METODOLOGÍA DOCENTE

El desarrollo de la asignatura se estructura en sesiones de teoría en aula de una hora y una sesión de prácticas en el laboratorio de dos horas de duración, que se complementan, en semanas alternas, con una sesión en seminario en grupos de diez alumnos de una hora de duración. Los métodos didácticos adoptados se pueden agrupar teniendo en cuenta el tipo de sesión:

8.1 CLASES TEÓRICAS

Sesión magistral. Exposición por parte del profesor de los contenidos sobre la materia objeto de estudio, bases teóricas y/o directrices de un trabajo, ejercicio o proyecto a desarrollar por el estudiante.

Se utilizarán de forma combinada presentaciones y pizarra. A comienzo del curso se entrega a los alumnos un cuaderno con la totalidad de las transparencias utilizadas por los profesores. Por tanto, los alumnos disponen del material de trabajo con anterioridad a la exposición consiguiendo centrar el esfuerzo del profesor y del alumnado en la exposición y comprensión de los conocimientos y no simplemente en la transmisión de conocimientos. 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. Se pretende dar al alumno la posibilidad de contrastar con ellas sus apuntes de clase y, de esta manera, ayudarle a comprender mejor las ideas transmitidas por el profesor.

Resolución de problemas y/o ejercicios. Actividad en la que se formulan problema y/o ejercicios relacionados con la asignatura. El alumno debe desarrollar las soluciones adecuadas o correctas mediante la ejercitación de rutinas, la aplicación de fórmulas o algoritmos, la aplicación de procedimientos de transformación de la información disponible y la interpretación de los resultados. Se suele utilizar como complemento de la lección magistral.

8.2 CLASES PRÁCTICAS

Sesión magistral. Breve exposición por parte del profesor de los contenidos sobre la materia objeto de estudio, bases teóricas y/o directrices de un trabajo, ejercicio o proyecto a desarrollar por el estudiante.

Prácticas de laboratorio. Actividades de aplicación de los conocimientos a situaciones concretas y de adquisición de habilidades básicas y procedimentales relacionadas con la materia objeto de estudio. Se desarrollan en espacios especiales con equipamiento especializado (laboratorios, aulas informáticas, etc.).



8.3 SEMINARIOS

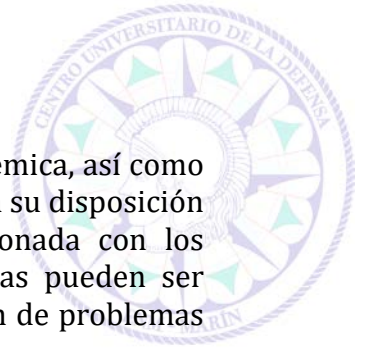
Dado que la acción tutorial se afronta como una actuación de apoyo grupal al proceso de aprendizaje del alumno, las tutorías se realizarán preferentemente en seminarios y bajo el formato de reuniones de grupo pequeño.

En los seminarios se utiliza mayormente un tipo de actividad, a saber:

Resolución de problemas y/o ejercicios. Actividad en la que se formulan problema y/o ejercicios relacionados con la asignatura. El alumno debe desarrollar las soluciones adecuadas o correctas mediante la ejercitación de rutinas, la aplicación de fórmulas o algoritmos, la aplicación de procedimientos de transformación de la información disponible y la interpretación de los resultados. Se suele utilizar como complemento de la lección magistral.

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
Conocimiento de los fundamentos de la elasticidad	CG3, CE22	Sesión magistral Resolución de problemas y/o ejercicios
Mayor dominio de la resistencia de materiales	CG3, CG4, CE22, CT2, CT10	Sesión magistral Resolución de problemas y/o ejercicios
Mayor conocimiento de las deformaciones en elementos barra	CG3, CG4, CE22, CT2, CT9	Sesión magistral Resolución de problemas y/o ejercicios Prácticas de laboratorio
Capacidad para aplicar la elasticidad y la resistencia de materiales al análisis del comportamiento de máquinas, estructuras y elementos resistentes en general	CG4, CE22, CT2, CT5, CT9	Sesión magistral Resolución de problemas y/o ejercicios Prácticas de laboratorio
Capacidad para tomar decisiones sobre las características del material, la forma y las dimensiones adecuadas que debe tener un elemento para resistir las acciones a las que esté sometido	CG4, CE22, CT2, CT5, CT9, CT17	Sesión magistral Resolución de problemas y/o ejercicios Prácticas de laboratorio
Conocimiento de diferentes métodos de resolución de problemas y capacidad de selección del más adecuado en cada caso	CG4, CE22, CT2, CT5, CT9	Sesión magistral Resolución de problemas y/o ejercicios Prácticas de laboratorio



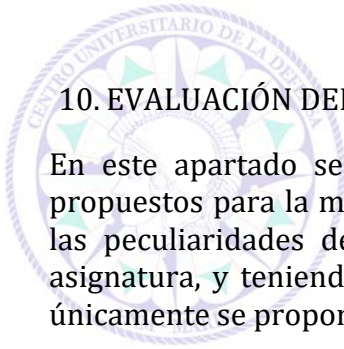
9. ATENCIÓN AL ALUMNO

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 materia, etc. Las tutorías pueden ser individualizadas, pero se fomentarán tutorías grupales para la resolución de problemas relacionados con las actividades a realizar en grupo.

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 materia, 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.

Los profesores de la asignatura atenderán personalmente las dudas y consultas de los alumnos, tanto de forma presencial, según el horario que se publicará en la página web del centro, como a través de medios telemáticos (correo electrónico, videoconferencia, foros de FAITIC, etc.) bajo la modalidad de cita previa.



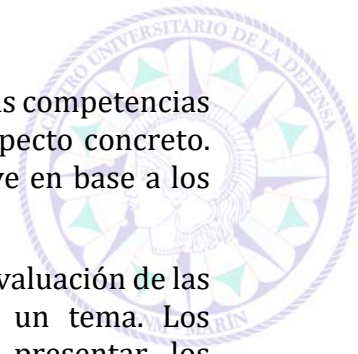
10. EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE

En este apartado se exponen los criterios de evaluación y calificación del alumno propuestos para la materia *Elasticidad y Ampliación de Resistencia de Materiales*. 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 y actividades desarrolladas las técnicas de evaluación consideradas hacen uso de:

- Prueba Intermedia. Se realizará un control intermedio obligatorio (PI) durante el curso, puntuado sobre 10 puntos. Podrá ser:
 - Prueba de tipo test. Prueba para evaluación de las competencias adquiridas que incluyen preguntas cerradas con diferentes alternativas de respuesta (verdadero/falso, elección múltiple, emparejamiento de elementos...). Los alumnos seleccionan una respuesta entre un número limitado de posibilidades.
 - Prueba de respuesta corta. Pruebas para evaluación de las competencias adquiridas que incluyen preguntas directas sobre un aspecto concreto. Los alumnos deben responder de manera directa y breve en base a los conocimientos que tienen sobre la materia.
 - Prueba de respuesta larga, de desarrollo. Pruebas para evaluación de las competencias que incluyen preguntas abiertas sobre un tema. Los alumnos deben desarrollar, relacionar, organizar y presentar los conocimientos que tienen sobre la materia en una respuesta extensa.
- Prueba Final (PF). La prueba escrita tiene como objetivo la evaluación del aprendizaje de todos los contenidos teóricos seleccionados para la asignatura. La prueba escrita se confeccionará atendiendo a las siguientes características. En primer lugar, debe ser completa, es decir, aspirará a cubrir toda la materia impartida, puesto que se trata de juzgar lo que el alumno sabe de una asignatura, no de una parte de ella. En segundo lugar, debe consistir en una serie de cuestiones que primen el razonamiento conceptual y lógico, a fin de verificar la madurez intelectual de los alumnos para obtener conclusiones a partir de las nociones o las teorías expuestas en la clase. Podrán ser:
 - Pruebas de tipo test. Pruebas para evaluación de las competencias adquiridas que incluyen preguntas cerradas con diferentes alternativas de respuesta (verdadero/falso, elección múltiple, emparejamiento de elementos...). Los alumnos seleccionan una respuesta entre un número limitado de posibilidades.

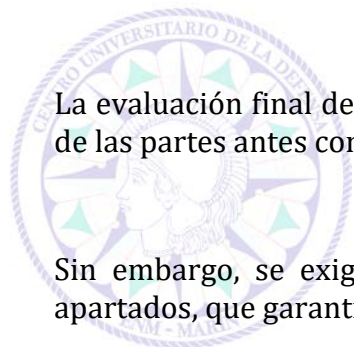


- Pruebas de respuesta corta. Pruebas para evaluación de las competencias adquiridas que incluyen preguntas directas sobre un aspecto concreto. Los alumnos deben responder de manera directa y breve en base a los conocimientos que tienen sobre la materia.
- Pruebas de respuesta larga, de desarrollo. Pruebas para evaluación de las competencias que incluyen preguntas abiertas sobre un tema. Los alumnos deben desarrollar, relacionar, organizar y presentar los conocimientos que tienen sobre la materia en una respuesta extensa.
- Informes/memorias de prácticas (MP). Elaboración de un documento por parte del alumno en el que se reflejan las características del trabajo llevado a cabo. Los alumnos deben describir las tareas y procedimientos desarrollados, mostrar los resultados obtenidos u observaciones realizadas, así como el análisis y tratamiento de datos. La evaluación de las prácticas se llevará a cabo mediante la calificación de las memorias de prácticas. El alumno deberá entregar una memoria de prácticas por cada una de las prácticas de laboratorio que realice. El formato de cada memoria será especificado en cada práctica; también si se entrega posteriormente a la realización de la práctica o se entrega al terminar la práctica en la plataforma de teledocencia FAITIC (en el caso de prácticas con ordenador). La nota de cada memoria de prácticas será sobre 10 puntos. La nota de las Memorias de Prácticas (MP) será la media de las notas de todas las prácticas realizadas.
- Actividades evaluables (AE): Durante el transcurso de la asignatura se irán proponiendo actividades (problemas o trabajos evaluables) con el objetivo de que los alumnos los resuelvan de forma autónoma y/o los expongan en la propia clase. Se valorará tanto la resolución como la explicación del proceso resolutivo, además de las capacidades de expresión oral, comprensión y exposición en público.

En la siguiente tabla, se presenta el porcentaje que representa cada una de las partes en la nota final del alumno.

Estrategia de evaluación	Porcentaje de la nota final
Prueba Intermedia (PI)	30%
Memorias de Prácticas (MP)	20%
Actividades evaluables (AE)	10%
Prueba final (PF)	40%
Porcentaje total	100%

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



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):

$$NEC = 0.3 \cdot PI + 0.2 \cdot MP + 0.1 \cdot AE + 0.4 \cdot PF$$

Sin embargo, se exigirán unos requisitos mínimos y condiciones en algunos de los apartados, que garanticen el equilibrio entre todos los tipos de competencias.

Si la NEC es inferior a 5, el alumno deberá presentarse al examen ordinario de todos los contenidos de la asignatura, que supondrá el 100% de la nota. Además, el alumno deberá presentarse al examen ordinario en los siguientes supuestos:

- La no realización o entrega de alguno de los puntuables anteriores.
- Obtener una nota inferior a 4 puntos sobre 10 en el examen final de evaluación continua.

En cualquiera de estos dos supuestos, la calificación de la evaluación continua será el mínimo de la nota de evaluación continua calculada con la fórmula anterior y 4 puntos.

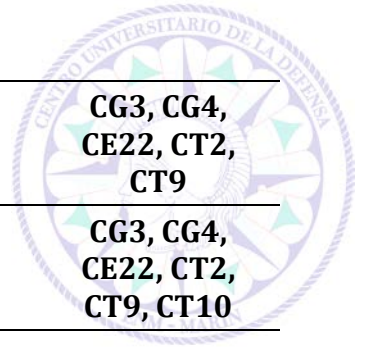
El intento de fraude académico durante la realización de alguna de estas pruebas (PI o PF) supondrá que el alumno o alumnos implicados no superarán la materia por evaluación continua. (en la que obtendrá una calificación de "0,0"). Asimismo, el alumno o grupo de alumnos que se detecte que han plagiado o copiado un trabajo obtendrán en el mismo una calificación de cero. Si este tipo de comportamiento se detectase en el examen ordinario o en el examen extraordinario, el alumno obtendría en dicha convocatoria una calificación de "0,0".

En cualquier caso, el alumno que haya superado la evaluación continua, se le ofrece la oportunidad de presentarse al examen ordinario para subir nota.

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.

Actividades y fechas aproximadas de evaluación	Competencias a evaluar
A1 Entrega de memorias de las sesiones prácticas P1-P7 (fecha: entrega en la semana de realización de cada práctica)	CG4, CE22, CT2, CT5, CT9, CT10, CT17
A2 Prueba escrita para evaluar los conocimientos de teoría (fecha: semana oficial de evaluación del centro, a la finalización del cuatrimestre)	CG3, CG4, CE22, CT2, CT9



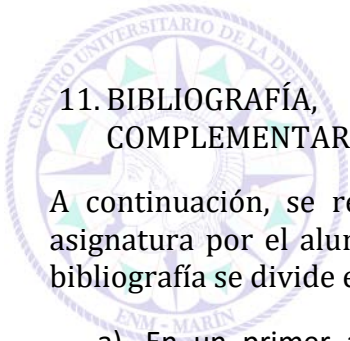
A3 Prueba intermedia para evaluar los conocimientos de teoría (fecha: semana 7)

**CG3, CG4,
CE22, CT2,
CT9**

A4 Entrega de ejercicios o trabajos evaluables (fecha: semanas 2-10)

**CG3, CG4,
CE22, CT2,
CT9, CT10**

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



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

A continuación, se resume la bibliografía recomendada tanto para el seguimiento de la asignatura por el alumno como para profundizar en determinados temas. El conjunto de la bibliografía se divide en dos apartados:

- a) En un primer apartado se incluye la bibliografía básica de la asignatura destinada al adecuado seguimiento tanto de la parte teórica como de la parte de problemas y práctica.
- b) En un segundo apartado se resume la bibliografía complementaria que apoya la programación propuesta y que puede utilizar el alumno que busque profundizar de una forma más exhaustiva en la temática de la asignatura.

11.1 BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Se han seleccionado libros de referencia dentro de la mecánica de materiales que completan tanto los contenidos teóricos como prácticos.

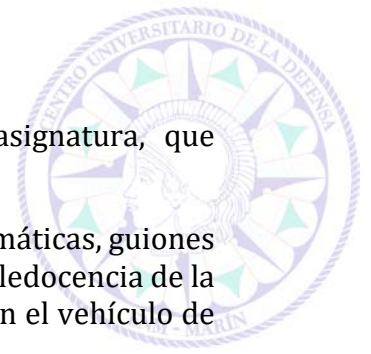
- Hibbeler, R.C. Mecánica de Materiales. 8ª ed, Pearson. (8)
- Gere, J.M. y Timoshenko, S.P. Resistencia de Materiales. Int. Thomson. (3)
- Craig, R. R. Mechanics of Materials, 3th ed, John Wiley & Sons. (5)

*Entre paréntesis se indica el número de ejemplares de cada obra disponibles en la biblioteca académica del CUD o en el despacho del profesor.

11.2 BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

En este apartado se incluye la bibliografía de carácter complementario que se recomienda por el profesorado a aquellos alumnos que muestren dificultades en la resolución de problemas, carencias en la elaboración de informes de prácticas o para el alumnado que quiera profundizar en los contenidos de la asignatura.

- Rodríguez Avial, M. Problemas de elasticidad y resistencia de materiales. Sección de publicaciones U.P.M. (1)
- Lumbreras Azanza, José Javier, Elasticidad y resistencia de materiales. Prácticas de laboratorio. Servicio de publicaciones Universidad de Navarra.
- Hibbeler, R.C. Mechanics of materials, 9th ed SI, Pearson. (1)
- Gere, J.M. Goodno, B.J. Mechanics of materials, 8th ed SI, Cengage Learning. (1)
- Ortiz-Berrocal, L. Elasticidad. 3ª ed., McGraw Hill. (1)
- Ortiz-Berrocal, L. Resistencia de materiales, 3ª ed, McGraw Hill. (7)
- Philpot, Timothy A. Mechanics of materials: An integrated learning systems, 2nd ed, John Wiley & Sons. (1)



Recursos propios

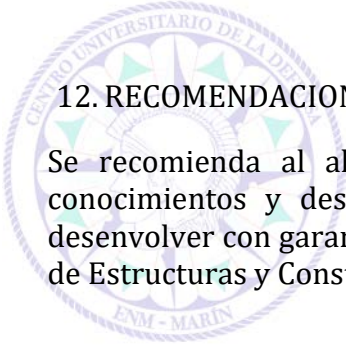
Entre los recursos web proporcionados, destaca la zona virtual de la asignatura, que comentaremos a continuación.

- Toda la información relativa a la asignatura (presentaciones informáticas, guiones de prácticas, etc.) estará disponible a través de la plataforma de teledocencia de la Universidad de Vigo (<http://faitic.uvigo.es>) 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.

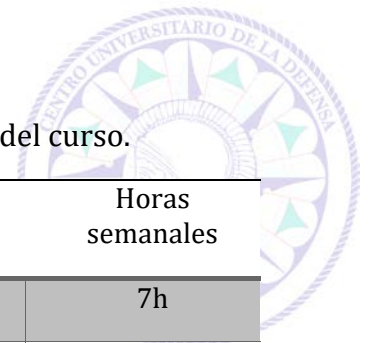
- Información sobre el profesorado.
- Guía docente de la asignatura.
- Bibliografía recomendada.
- Información académica de la asignatura: horarios, fechas de exámenes y forma de evaluación.
- Material de clases teóricas: presentaciones y colecciones de problemas propuestos.
- Material de prácticas de 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 eficaz, 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

Se recomienda al alumno haber cursado la asignatura Resistencia de Materiales. Los conocimientos y destrezas adquiridos al cursar esta materia le servirán de base para desenvolver con garantías competencias de asignaturas posteriores, como por ejemplo Teoría de Estructuras y Construcciones Industriales y Diseño de Máquinas.



13. CRONOGRAMAS DE TODAS LAS ACTIVIDADES DOCENTES

A continuación, se muestra la programación temporal de todas las actividades del curso.

Semana	Horas teoría	Horas laboratorio	Evaluación y refuerzo	Horas seminario	Horas semanales
1	4h T1	2h PL1		1h S1	7h
2	4h T2	0	0	0	4h
3	2h T2+2h T3	2h PL2	0	1h S2	7h
4	1h T3+1h T4		0		2h
5	3h T4	2h PL3	0	1h S3	6h
6	3h T5+1h T6		0	0	4h
7	2h T6	2h PL4	2h PI	1h S4	7h
8	2h T6 +1h T7	2h PL5	0		5h
9	1h T7	2h PL6	0	1h S5	4h
10	1h T8	2h PL7	0	1h S6	4h
11				1h S7	1h
12	0	0	Examen Final (3h)	0	3h
13-14	CURSO INTENSIVO PREPARACIÓN EXAMEN ORDINARIO		15h		15h
15	0	0	Examen Ordinario (3h)	0	3h
Julio	Convocatoria extraordinaria		Examen Extraordinario (4h)	0	4h
TOTAL	28h	14h	27h	7h	76h

* Este programa es una estimación aproximada que podrá verse modificado según las incidencias del curso.



14. ANEXO: MODIFICACIONES EN CASO DE SITUACIONES EXTRAORDINARIAS QUE IMPLIQUEN LA SUSPENSIÓN DE LA ACTIVIDAD ACADÉMICA PRESENCIAL.

Apartado 6 CONTENIDOS: Las sesiones de laboratorios PL1, PL2, PL3 y PL6 se desarrollan utilizando equipos presentes en los laboratorios. Estas prácticas, en la medida de lo posible, se sustituirían por tareas demostrativas, resolución de ejercicios y/o casos prácticos que permitan al alumno alcanzar los objetivos fijados para dichas prácticas. Las prácticas PL4 y PL5 requieren de programas informáticos para su realización. Si la licencia de los programas y las capacidades de los equipos informáticos de los alumnos lo permiten, se mantendrían dichas prácticas o se adaptarían para lograr alcanzar los objetivos fijados para dichas prácticas. La sesión de laboratorio PL7, en cambio, permite la adaptación a la modalidad online de una manera mas sencilla dado que está orientada al refuerzo del tema 6 mediante la resolución de problemas aplicando teoremas energéticos.

Apartado 8: METODOLOGÍA DOCENTE.

Se añade una nueva metodología docente:

Sesión magistral y/o sesión práctica virtual síncrona: Se imparte a través de una plataforma de videoconferencia web. Cada aula virtual 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.).

Apartado 10: EVALUACIÓN: Las pruebas de evaluación se realizarían combinando la plataforma de teledocencia FAITIC-Moodle y el Campus Remoto de la Universidad de Vigo.