

Curso Académico: 2021/22

## 66424 - Deformación y fractura de materiales

### Información del Plan Docente

**Año académico:** 2021/22

**Asignatura:** 66424 - Deformación y fractura de materiales

**Centro académico:** 110 - Escuela de Ingeniería y Arquitectura

**Titulación:** 536 - Máster Universitario en Ingeniería Mecánica

**Créditos:** 6.0

**Curso:** 1

**Periodo de impartición:** Primer semestre

**Clase de asignatura:** Obligatoria

**Materia:**

## 1. Información Básica

### 1.1. Objetivos de la asignatura

El objetivo de la asignatura es que el alumno tome conciencia de la importancia del conocimiento de las diferentes propiedades mecánicas de los materiales en función del tipo de material y su microestructura. También es importante que el alumno conozca los diversos ensayos mecánicos y se familiarice con las normas que se utilizan. Otro objetivo es que el alumno conozca los conceptos de la mecánica de la fractura para que pueda identificar los mecanismos de fallo mecánico. Igualmente el alumno tiene que aprender el formalismo matemático que permite incorporar las ecuaciones constitutivas del comportamiento del material en las herramientas avanzadas computacionales para el diseño y el cálculo mecánico.

Estos planteamientos y objetivos están alineados con algunos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, ODS, de la Agenda 2030 (<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>) y determinadas metas concretas, de tal manera que la adquisición de los resultados de aprendizaje de la asignatura proporciona capacitación y competencia al estudiante para contribuir en cierta medida a su logro:

- Objetivo 9. Industria, innovación e infraestructuras.
  - Meta 9.1 Desarrollar infraestructuras fiables, sostenibles, resilientes y de calidad, incluidas infraestructuras regionales y transfronterizas, para apoyar el desarrollo económico y el bienestar humano, haciendo especial hincapié en el acceso asequible y equitativo para todos.
- Objetivo 12: Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles
  - Meta 12.2 De aquí a 2030, lograr la gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales.

### 1.2. Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

La asignatura *Deformación y Fractura de Materiales* es una asignatura obligatoria que forma parte del Master Universitario en Ingeniería Mecánica. Los conceptos aprendidos en esta asignatura sirven al ingeniero para que posea un conocimiento de diferentes propiedades mecánicas de los materiales empleados en la Ingeniería Mecánica, los ensayos que permiten adquirir esa información y la simulación computacional de los diferentes comportamientos en el régimen elástico y plástico. La mecánica de la fractura constituirá una herramienta potente para el conocimiento de las limitaciones de los materiales bajo las diferentes sollicitaciones mecánicas.

### 1.3. Recomendaciones para cursar la asignatura

Es importante, para cursar esta asignatura, poseer los conocimientos de la asignatura Fundamentos de Ingeniería de Materiales y de la asignatura de Tecnología de Materiales.

El diseño de la asignatura se ha realizado con el fin de guiar al alumno para que se introduzca en el conocimiento de las propiedades mecánicas de las diferentes familias de materiales y las herramientas para su caracterización y descripción. A lo largo del curso se propone la realización de diversas actividades que tienen por objetivo que el propio estudiante pueda conocer y controlar la evolución de su proceso de aprendizaje. Conviene que el estudiante acuda al profesor en los horarios de tutoría o mediante el correo electrónico cuando detecte determinadas deficiencias en la evolución de su aprendizaje, para definir los procedimientos más adecuados de corrección. Los horarios de tutoría serán expuestos en el ADD de la asignatura y en la puerta de los despachos de los profesores al comienzo del curso.

## 2. Competencias y resultados de aprendizaje

## 2.1. Competencias

C.G.1 Conocer los métodos de investigación y preparación de proyectos en el ámbito de la ingeniería mecánica.

C.G.2 Diseñar y desarrollar sistemas mecánicos en el ámbito de la ingeniería mecánica que satisfagan las exigencias técnicas y los requisitos de sus usuarios, respetando los límites impuestos por los factores presupuestarios y la normativa vigente.

C.G.3 Conocer las herramienta avanzadas computacionales y su aplicación en el ámbito de la ingeniería mecánica.

C.G.4 Conocer las herramienta avanzadas experimentales y su aplicación en el ámbito de la ingeniería mecánica.

C.E.O.10 Conocimiento y capacidad de diseñar y desarrollar metodologías de ensayo y caracterización de las propiedades estructurales de materiales.

C.E.O.11 Conocimiento y capacidad para identificar mecanismos de fallo mecánico y fractura de materiales estructurales.

## 2.2. Resultados de aprendizaje

- Comprender el comportamiento mecánico de los materiales metálicos, cerámicos, polímeros y materiales compuestos en diversas sollicitaciones mecánicas.
- Conocer y aplicar la teoría de la fractura y fatiga de los materiales.
- Relacionar el comportamiento mecánico de los materiales con sus aspectos microestructurales.
- Conocer los ensayos que los caracterizan y el formulismo matemático que permite su incorporación al diseño y al cálculo mecánico.
- Identificar y resolver problemas aplicando los conocimientos adquiridos.

## 2.3. Importancia de los resultados de aprendizaje

Los resultados de aprendizaje de la asignatura son fundamentales al proporcionar al futuro ingeniero un conocimiento de las propiedades mecánicas de los materiales utilizados en ingeniería mecánica que hoy en día se extienden a metales y aleaciones, polímeros de ingeniería, cerámicas tenaces y materiales compuestos. Estas propiedades deben sustentarse en el establecimiento de la microestructura que es importante para conocer mejor el comportamiento del material después de los procesos de conformado y fabricación que alteran en muchos casos dicha microestructura. La influencia que los defectos y el comportamiento en servicio generan en las causas de fallo son elementos de vital importancia en el diseño de materiales y en establecer las limitaciones de los componentes y estructuras mecánicas.

## 3. Evaluación

### 3.1. Tipo de pruebas y su valor sobre la nota final y criterios de evaluación para cada prueba

El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación continua:

- E1: Examen final.

Un examen escrito al finalizar el curso con puntuación de 0 a 10 puntos. La prueba constará de diversas cuestiones teórico-prácticas. Esta prueba se realizará en las convocatorias establecidas a lo largo del curso, en las fechas y horarios determinados por la Escuela.

- E2: Entrega de ejercicios a lo largo del curso.

Cada semana se le irá proponiendo a los estudiantes la realización de un problema sobre los conceptos trabajados esa semana, los cuales deberán entregar antes de las sesiones de la semana siguiente.

- E2: Trabajos tutorizados.

Se propondrán diferentes temas con problemas para ser analizados por los estudiantes. El alumno deberá realizar una presentación en una sesión conjunta al finalizar el curso. Se tendrá en cuenta tanto la idoneidad como el rigor de la solución propuesta, así como la calidad de la presentación oral. Puntuación de 0 a 10 puntos.

- E3: Prácticas y visitas a laboratorios.

Puntuación de 0 a 10 puntos. La evaluación de las prácticas se realizará a través de los informes presentados posteriormente a las mismas.

El alumno ha de obtener una puntuación mínima total de 4 puntos sobre 10 en cada uno de los cuatro apartados anteriores para promediar de acuerdo a la ponderación propuesta.

La calificación final (F) será la mejor de las dos siguientes:

$$F=0,8 *E1 + 0,2 *E4 \quad \text{o} \quad F=0,5 *E1+0,15 *E2+0,15 *E3+0,2 *E4$$

Si algún alumno no realiza o no supera las prácticas y visitas a laboratorios (E4) a lo largo del curso, podrá optar a una prueba global teórico-práctica en las convocatorias oficiales. Esta prueba global constará de dos partes, el examen final con

un peso del 80% en la nota final, y una segunda específica sobre los contenidos trabajados durante las prácticas de laboratorio que supondrá un 20% en la calificación global de la prueba. Será necesario obtener una calificación superior a 4 en cada una de las dos partes para poder promediar.

## 4. Metodología, actividades de aprendizaje, programa y recursos

### 4.1. Presentación metodológica general

Con objeto de que los alumnos alcancen los resultados de aprendizaje descritos anteriormente y adquieran las competencias diseñadas para esta asignatura, se proponen las siguientes actividades formativas:

**A01 Clase magistral participativa** (30 horas). Exposición por parte del profesor de los principales contenidos de la asignatura.

**A02 Resolución de problemas y casos** (15 horas). Resolución por parte del profesor, con participación de los estudiantes, de ejercicios en los que se utilizan los conceptos trabajados en las clases magistrales.

**A03 Prácticas y visitas a laboratorios** (12 horas).

**A04 Realización de trabajos prácticos** (20 horas de trabajo personal). El alumno deberá realizar un trabajo a lo largo del curso relacionado con las propiedades mecánicas de materiales y su caracterización.

**A05: Tutoría (5 horas):** Horario de atención personalizada al alumno con el objetivo de revisar y discutir los materiales y temas presentados en las clases tanto teóricas como prácticas, así como dudas surgidas a lo largo del desarrollo de los trabajos.

**A06: Estudio de la teoría y resolución de problemas** (62 horas). Con el objeto de que los estudiantes dispongan de una herramienta para poder monitorizar su evolución y conocer si están alcanzando los objetivos de la asignatura, deberán ir entregando regularmente ejercicios resueltos.

**A07: Evaluación (6 horas)** Conjunto de pruebas escritas teórico-prácticas y presentación de informes o trabajos utilizados en la evaluación del proceso de aprendizaje del estudiante.

### 4.2. Actividades de aprendizaje

1. Estudio de las propiedades mecánicas de las diferentes familias de materiales y las ecuaciones constitutivas de sus comportamientos.

2. Realización de ensayos mecánicos sobre diferentes tipos de materiales y visita a las principales instalaciones del entorno del Campus Río Ebro en donde se realizan estos tipos de ensayos.

3. Simulación computacional de los comportamientos mecánicos.

4. La aplicación de la mecánica de la fractura a diversos tipos de materiales.

Reparto de horas

1. Clases magistrales y problemas. 45 horas. 30 horas de clases magistrales y 15 horas de problemas.
2. Prácticas de laboratorio. Cada alumno realizará seis prácticas con un total de 12 horas.
3. Estudio y trabajo personal. En esta parte no presencial cada alumno deberá dedicar, al menos, unas 88 horas, necesarias para el estudio de teoría, realización de problemas, elaboración de un trabajo y elaboración de los informes de prácticas.
4. Tutorías. El profesor publicará un horario de atención a los estudiantes a lo largo del cuatrimestre. 5 horas

### 4.3. Programa

#### Bloque 1. Deformación de materiales para ingeniería.

-Comportamiento del material para el diseño mecánico

-Ensayos mecánicos y sus normas: Ensayos de tracción, compresión, flexión y torsión. Elementos y condiciones experimentales

- Comportamiento elástico: elasticidad en metales y cerámicas, elasticidad no lineal en elastómeros, viscoelasticidad en polímeros, superelasticidad en materiales con memoria de forma

- Deformación permanente: plasticidad y superplasticidad en metales. Plasticidad en polímeros. Termofluencia.

#### Bloque 2: Fractura de materiales para ingeniería.

- Fractura y Fatiga: bases de la mecánica de fractura, fractura frágil y dúctil. Fatiga. Fractura por termofluencia. Corrosión a fatiga, corrosión bajo tensiones. Desgaste.

- Ensayos de mecánica de la fractura. Ensayos de fatiga de nucleación y de crecimiento de grietas. Ensayos de corrosión bajo tensiones. Ensayos tribológicos.

#### Bloque 3: Técnicas computacionales.

- Simulación computacional del comportamiento de materiales mediante las leyes constitutivas de materiales, como el comportamiento viscoelástico de elastómeros, o la deformación plástica de metales.

### 4.4. Planificación de las actividades de aprendizaje y calendario de fechas clave

## **Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos**

El calendario de la asignatura, tanto de las sesiones de teoría y problemas como de las sesiones prácticas, estará determinado por el calendario académico que el centro establezca para el curso correspondiente.

Cada profesor informará de su horario de atención de tutorías.

La asignatura se imparte en el cuatrimestre de otoño. Entre las principales actividades previstas se encuentran la exposición de los contenidos teóricos, la resolución de ejemplos o casos reales, la realización de prácticas de laboratorio y la elaboración de trabajos prácticos tutorizados relacionados con los contenidos de la asignatura.

Las fechas de inicio y fin de las clases teóricas y de problemas, así como las fechas de realización de las prácticas de laboratorio y las pruebas de evaluación global serán las fijadas por la Escuela de Ingeniería y Arquitectura y publicadas en la página web del máster. Las fechas de entrega y seguimiento de los trabajos prácticos tutorizados se acordarán con los estudiantes y se darán a conocer con suficiente antelación en clase y en la página web de la asignatura en el anillo digital docente.