

## 30026 - Mecánica de sólidos deformables

### Información del Plan Docente

**Año académico:** 2019/20

**Asignatura:** 30026 - Mecánica de sólidos deformables

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

**Titulación:** 436 - Graduado en Ingeniería de Tecnologías Industriales

**Créditos:** 6.0

**Curso:** 3

**Periodo de impartición:** Primer semestre

**Clase de asignatura:** Obligatoria

**Materia:** ---

## 1. Información Básica

### 1.1. Objetivos de la asignatura

**La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:**

El objetivo de la asignatura es capacitar al alumno para analizar y diseñar cualquier elemento deformable presente en estructuras como, por ejemplo, estructuras de edificación, instalaciones industriales, así como elementos de máquinas.

Se introduce al alumno al Método de los Elementos Finitos como método numérico habitualmente usado en la práctica ingenieril para la resolución del problema elástico general, si bien este método permite el análisis y diseño de elementos más complejos.

La asignatura abarca tanto los fundamentos de la Mecánica de Sólidos Deformables como del Método de los Elementos Finitos y sus aspectos más aplicados.

La realización de sesiones de prácticas permite fijar y comprobar la validez de las hipótesis básicas de la elasticidad y las distintas simplificaciones propuestas a lo largo de la exposición teórica de la asignatura y de los distintos conceptos desarrollados. En esta misma línea se encuentran las clases de problemas, que permiten la aplicación de la teoría y la continuación en la comprensión y asimilación de los conceptos tratados a lo largo del curso.

Las diferentes actividades que se proponen durante el desarrollo de esta asignatura (prácticas, trabajos y clases de problemas) no sólo buscan también la asimilación de los distintos conceptos expuestos a lo largo del curso, sino que también pretenden la potenciación del razonamiento, síntesis, resolución y posterior análisis de los resultados de diferentes problemas, así como ir fomentando el espíritu crítico, la adopción de decisiones en problemas con datos incompletos y la adquisición progresiva de órdenes de magnitud para las variables más relevantes en la práctica de la ingeniería estructural.

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

La asignatura de Mecánica de Sólidos Deformables forma parte del bloque de asignaturas de la Rama de Tecnologías industriales del Plan de estudios del Grado de Ingeniería de Tecnologías Industriales. Se trata de una asignatura de 6 créditos ECTS que se imparte en el primer cuatrimestre del tercer curso de la titulación.

La asignatura aplica y desarrolla algunos conceptos presentados en asignaturas de semestres anteriores como Mecánica - utilizando muchas de las herramientas proporcionadas por Matemáticas I, II y III - y presenta otros nuevos: tensión, deformación, comportamiento, formulación diferencial, resolución numérica, etc. que serán utilizados profusamente en asignaturas posteriores de los módulos optativos de Instalaciones y Construcciones Industriales, Mecatrónica y Medios de transporte.

### 1.3. Recomendaciones para cursar la asignatura

Aunque no se exige tener aprobadas las asignaturas de Matemáticas y Física de primer curso, es muy recomendable haber adquirido unas determinadas destrezas en las mismas. El alumno, antes de comenzar este curso, debería ser capaz de:

#### **Cálculo**

- Derivar una función y realizar integrales simples y múltiples incluyendo cambios de variables
- Comprender los fundamentos básicos del cálculo variacional y del análisis de máximos y mínimos.

#### **Álgebra**

- Poseer cierta soltura en conceptos básicos de espacios vectoriales, dimensiones, base y fundamentos de operaciones matriciales.
- Concepto de aplicación entre espacios vectoriales.

- Cambios de las componentes de un vector y de aplicaciones entre espacios vectoriales cuando cambia la base.
- Notación y operativa indicial. Manejo de operadores diferenciales como gradiente, divergencia y laplaciano.

### **Mecánica**

- Comprensión y manejo de resultantes de fuerzas y momentos. Estática y ecuaciones de equilibrio.
- Dinámica del sólido rígido. Ecuaciones de Newton.

### **Termodinámica**

- Primera y segunda leyes de la termodinámica.
- Balance de energía.

El seguimiento continuo de la asignatura, tanto en sus clases de teoría y problemas como en las de prácticas, es esencial, así como el estudio personal y la elaboración de los trabajos de la asignatura.

## **2.Competencias y resultados de aprendizaje**

### **2.1.Competencias**

#### **Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...**

Capacidad para resolver problemas y tomar decisiones con iniciativa, creatividad y razonamiento crítico (C4).

Capacidad para usar las técnicas, habilidades y herramientas de la Ingeniería Industrial necesarias para la práctica de la misma (C7).

Capacidad para la gestión de la información, manejo y aplicación de las especificaciones técnicas y la legislación necesarias para la práctica de la Ingeniería Industrial (C10).

Capacidad para aprender de forma continuada y desarrollar estrategias de aprendizaje autónomo (C11).

Conocimientos y capacidades para aplicar los fundamentos de la elasticidad y resistencia de materiales al comportamiento de sólidos reales (C37).

### **2.2.Resultados de aprendizaje**

#### **El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...**

Saber identificar problemas donde sea necesario aplicar las ecuaciones de la mecánica del sólido deformable, manejando conceptos de tensión, deformación y leyes constitutivas

Comprender el significado de los tensores de tensión y deformación y debe ser capaz de expresar dichos tensores en distintos sistemas de referencia, entre ellos el sistema principal, y conocer la importancia de las tensiones y direcciones principales

Saber identificar y aplicar los modelos de comportamiento del material (elástico lineal, elástico no-lineal, inelástico, etc.) a partir de curvas tensión-deformación experimentales

Saber aplicar las ecuaciones básicas de la Elasticidad. El alumno ha de estar en condiciones de poder plantear las ecuaciones del modelo matemático: equilibrio, comportamiento y compatibilidad a distintos niveles punto, elemento y estructura y resolver analíticamente problemas sencillos

Conocer la metodología necesaria para resolver el problema elástico mediante elementos finitos y manejar un software de EF, identificando y seleccionando el tipo de elemento finito.

Saber valorar la admisibilidad de los resultados analíticos y numéricos.

### **2.3.Importancia de los resultados de aprendizaje**

Los resultados de aprendizaje obtenidos en la asignatura capacitan al alumno para poder abordar los problemas relacionados con la mecánica estructural que se presentan en el ámbito de la Ingeniería Industrial: diseño y comprobación de componentes mecánicos, estructuras industriales y de edificación, análisis resistente de elementos de todo tipo de máquinas e instalaciones, diseño de vehículos, etc.

## **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**

#### **Actividades de evaluación:**

A continuación se presentan las dos modalidades de evaluación ofertadas a los estudiantes para superar la asignatura: gradual y global.

Para permitir la **evaluación gradual** del estudiante que vaya estudiando la asignatura a medida que se imparte, se plantean las siguientes pruebas con su correspondiente ponderación en la calificación final:

Trabajos de asignatura (Ponderación: 20 %)

- Se planteará un trabajo relacionado con los contenidos generales de la asignatura englobando la resolución analítica y numérica de un componente mecánico.
- Se fijarán fechas para la entrega.
- Su evaluación se basará en el informe escrito presentado y en la defensa oral del mismo.

Prácticas (Ponderación: 20 %)

- Se realizarán cinco sesiones de 3 horas de prácticas de ordenador individuales y de laboratorio en grupos de menos de veinte alumnos divididos en equipos de entre dos y cuatro personas.
- Su evaluación se basará en cuestionarios rellenos por los alumnos ~~antes, durante y al finalizar las mismas~~ en el ADD de la asignatura

Examen (Ponderación: 60 %)

- Examen final en el que se evaluará el contenido completo de la asignatura. Se deberá tener una calificación mínima de 4.0 para mediar con el resto de actividades.
- Constará de una parte teórica y otra de problemas (ejercicios).
- Tendrá una duración estimada de tres horas.

Para una **evaluación global de la asignatura**, se plantea:

- Examen final en el que se evaluará el contenido completo de la asignatura.
- Podrá constar de partes teórica, problemas (ejercicios) y prácticas, debiendo alcanzar una puntuación de 5/10 en cada parte.
- La parte de prácticas estará relacionada directamente con las prácticas de laboratorio y las de simulación informática.

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

### 4.1. Presentación metodológica general

**El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:**

La evaluación continuada con hitos evaluables intermedios, y el trabajo individual y en equipo.

Además de los recursos bibliográficos disponibles y citados en esta Guía, se contará como recursos didácticos con:

- Apuntes de la asignatura
- Documentación existente en el ADD de la asignatura

### 4.2. Actividades de aprendizaje

**El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...**

La asignatura se desarrollará a partir de las siguientes actividades:

1. Clases Teóricas (T1). En ellas, se desarrolla el cuerpo científico contenido en el programa y se presentan ejemplos de su aplicación.
2. Clases Prácticas de Problemas (T2). Las clases de problemas complementan a las teóricas permitiendo al estudiante la aplicación de los conceptos a la resolución de problemas de la práctica ingenieril.
3. Prácticas de Laboratorio (T3). Estas servirán para acercar al alumno a la realidad experimental, pudiendo comprobar la veracidad y exactitud de los resultados explicados en las lecciones teóricas.
4. Prácticas de Simulación Informática (T3). Se pretende de esta forma familiarizar a los alumnos con otra de las herramientas básicas de la asignatura, como es el cálculo y la simulación numérica. El objetivo fundamental de estas prácticas ser capaces de interpretar los resultados obtenidos mediante el ordenador, pudiendo discernir si los éstos obtenidos son adecuados o no.
5. Trabajo de Asignatura (T6). Pretende desarrollar la fórmula de aprendizaje basado en proyectos, para reforzar el resto de actividades docentes y, junto con las prácticas de laboratorio y simulación, permitir que el estudiante adquiriera competencias de trabajo en equipo y comenzar a adquirir soltura en la búsqueda de información y toma de decisiones de forma independiente.
6. Tutorías. Permiten de forma más individualizada o mediante grupos pequeños, que los alumnos integren los diversos

contenidos y consoliden el objeto de su aprendizaje.

### 4.3. Programa

Temario previsto:

0. Motivación de la asignatura

Bloque I: Mecánica del sólido deformable

1. Introducción a la Mecánica del Sólido Elástico Lineal
2. Análisis de deformaciones
3. Definición de tensiones. Tensiones principales
4. Ecuaciones de comportamiento.
5. Planteamiento diferencial del problema elástico
6. Límites del comportamiento elástico

Bloque II: Elementos Finitos Mecánicos

1. Introducción al MEF
2. Formulación del MEF en problemas 1-D
3. Formulación del MEF en elasticidad plana
4. Formulación del MEF en elasticidad 3D
5. Introducción a la aplicación del MEF en otras tipologías estructurales

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

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

Las clases magistrales y de problemas y las sesiones de se imparten según el calendario y los horarios establecidos por la Escuela, que son publicados con anterioridad a la fecha de comienzo del curso.

El Trabajo de Asignatura deberá presentarse con anterioridad a la fecha de convocatoria oficial de examen establecida por la Escuela.

La distribución estimada de horas de trabajo del estudiante (150 h totales) es: 45 h teoría + 15 prácticas + 45 h estudio + 35 h trabajo en grupo + 10 h realización de cuestionarios de prácticas.

Cada profesor informará de su horario de atención de tutorías.

Cada curso académico las fechas de inicio y finalización de la asignatura, las horas concretas de impartición y las fechas de los exámenes de las dos convocatorias oficiales se podrán encontrar en la página web de la Escuela de Ingeniería y Arquitectura: <http://eina.unizar.es/>

Los trabajos de la asignatura deberán ser entregados antes de la fecha del examen de la convocatoria correspondiente.

Por otra parte, desde el inicio del cuatrimestre los alumnos dispondrán del calendario detallado de actividades (conferencias, prácticas de laboratorio y de ordenador...).

### 4.5. Bibliografía y recursos recomendados

BLa bibliografía de la asignatura se podrá consultar en este enlace:  
[http://biblos.unizar.es/br/br\\_citas.php?codigo=30026&year=2019](http://biblos.unizar.es/br/br_citas.php?codigo=30026&year=2019)