

Guía docente

250COD001 - 250COD001 - Mecánica de Medios Continuos

Última modificación: 16/07/2026

Unidad responsable: Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos de Barcelona
Unidad que imparte: 751 - DECA - Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental.

Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA COMPUTACIONAL Y ASISTIDA POR DATOS (Plan 2026).
(Asignatura obligatoria).

Curso: 2026 **Créditos ECTS:** 5.0 **Idiomas:** Inglés

PROFESORADO

Profesorado responsable: Oriol Lloberas Valls

Otros: Oriol Lloberas Valls
Javier Bonet

CAPACIDADES PREVIAS

El estudiante debe haber superado las asignaturas básicas del tronco común de un grado en ingeniería. En concreto, será necesario que disponga de conocimientos básicos de álgebra, cálculo, geometría diferencial y mecánica.

REQUISITOS

El estudiante debe haber superado las asignaturas básicas del tronco común de un grado en ingeniería. En concreto, será necesario que disponga de conocimientos básicos de álgebra, cálculo, geometría diferencial y mecánica.

METODOLOGÍAS DOCENTES

Las clases incluyen sesiones de teoría, resolución de problemas y actividades guiadas. Para cada tema, en primer lugar se introducen los conceptos teóricos necesarios y, a continuación, el profesor resuelve algunos ejemplos y ejercicios. Posteriormente, los estudiantes resuelven problemas adicionales durante las horas de clase bajo la supervisión del profesor. Por otra parte, los estudiantes también deben realizar actividades y ejercicios complementarios como trabajo autónomo fuera del aula.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Esta asignatura ofrece una formación completa en mecánica del medio continuo no lineal para ingenieros. En ella se realiza una revisión en profundidad de los conceptos fundamentales, incluyendo el movimiento, las deformaciones, las medidas de deformación, las tensiones, las leyes de conservación de la cantidad de movimiento, la energía y la entropía, así como una introducción a la mecánica de sólidos y de fluidos.

- * El estudiante será capaz de comprender y asimilar los fundamentos de la mecánica de sólidos y de fluidos, identificando los aspectos más relevantes de la modelización de materiales y los mecanismos de disipación asociados al comportamiento no lineal.
- * Deberá ser capaz de interpretar el significado físico de las propiedades de los materiales e identificar correctamente las ecuaciones diferenciales necesarias para la resolución de problemas de mecánica del medio continuo, con aplicación al comportamiento elástico de los sólidos, así como adquirir los fundamentos de la mecánica de fluidos.
- * El estudiante desarrollará habilidades prácticas para trabajar con tensores y para formular y analizar diversos problemas de mecánica de sólidos y de fluidos en el ámbito de la ingeniería.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTE

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo grande	45,0	36.00
Horas aprendizaje autónomo	80,0	64.00

Dedicación total: 125 h

CONTENIDOS

Fundamentos matemáticos

Descripción:

- * Álgebra vectorial: producto escalar, componentes de un vector, notación indicial, producto vectorial y producto mixto.
- * Álgebra tensorial: tensores de segundo orden, producto tensorial de dos vectores, componentes de un tensor, notación indicial, notación matricial, producto escalar, transpuesta, traza, determinante, tensores simétricos, valores propios y vectores propios, tensores de orden superior.
- * Derivada direccional: definición, propiedades, ejemplos de linealización y minimización de funciones.
- * Análisis vectorial y tensorial: operador gradiente, divergencia, rotacional, operador laplaciano y teoremas de integración.
- * Problemas y ejercicios.

Dedicación: 5h

Grupo grande/Teoría: 5h

Cinemática

Descripción:

Este tema describe las principales hipótesis de la mecánica del medio continuo e introduce los conceptos fundamentales de la cinemática no lineal de las partículas: la descripción matemática del movimiento, la velocidad, la aceleración, las trayectorias, las coordenadas materiales y espaciales, el cambio de volumen, los tensores de deformación y los pequeños desplazamientos y deformaciones.

Contenidos:

- * Movimiento: configuraciones inicial y actual; ecuaciones del movimiento; trayectorias de las partículas; coordenadas lagrangianas o materiales; coordenadas eulerianas o espaciales.
- * Gradiente de deformación: transformación de fibras, transformación de áreas y de volúmenes, push-forward, pull-back y descomposición polar.
- * Deformación: medidas de deformación; tensores de Cauchy-Green; tensores de deformación de Green y de Almansi; tensor de deformación linealizado; pequeños desplazamientos.
- * Cinemática: vector velocidad; gradiente de velocidad; derivadas temporales material y espacial; estados estacionarios; tensor de velocidad de deformación; tasa de variación del volumen.
- * Problemas y ejercicios.

Dedicación: 8h

Grupo grande/Teoría: 8h

Ecuaciones de conservación y balance I

Descripción:

Este capítulo introduce el concepto de las leyes de conservación con sus correspondientes flujos y términos fuente, tanto en su forma integral como diferencial. Asimismo, presenta la interacción entre el movimiento y las leyes de conservación, introduciendo conceptos como las formulaciones lagrangiana, lagrangiana actualizada y euleriana de las leyes de conservación.

Contenidos:

- * Definición general: variables de conservación y volumen de control; concentración; términos fuente; flujos superficiales; vector de flujo; ley general de conservación de variables vectoriales; tensor de flujo.
- * Leyes locales de conservación: ecuaciones diferenciales; flujos convectivos y conductivos; soluciones discontinuas (choques); condiciones de salto a través de un choque.
- * Leyes de conservación y movimiento: formulaciones lagrangiana y lagrangiana actualizada de las leyes de conservación; forma convectiva; teorema del transporte de Reynolds; leyes de conservación en formulación euleriana.
- * Conservación de la masa: densidad material y conservación de la masa en formulación lagrangiana; densidad espacial y ecuación de continuidad; condiciones de salto en formulaciones euleriana y lagrangiana.
- * Leyes de conservación geométrica: conservación del gradiente de deformación; conservación del volumen.
- * Problemas y ejercicios.

Dedicación: 8h

Grupo grande/Teoría: 8h

Ecuaciones de conservación y balance II

Descripción:

Este tema aplica los conceptos generales de las leyes de conservación a la cantidad de movimiento, la energía y la entropía para obtener las ecuaciones generales de balance y las leyes de la termodinámica.

Contenidos:

- * Conservación de la cantidad de movimiento: cantidad de movimiento lineal; fuerzas externas; vector de tracción en las formulaciones lagrangiana y lagrangiana actualizada.
- * Tensores de tensiones: tensor de tensiones de Cauchy; primer tensor de tensiones de Piola-Kirchhoff; segundo tensor de tensiones de Piola-Kirchhoff.
- * Ecuación de equilibrio: ecuación de equilibrio en formulación lagrangiana total; ecuación de equilibrio en formulación lagrangiana actualizada; ecuación de equilibrio en formulación euleriana; condiciones de salto.
- * Conservación del momento angular: simetría de las tensiones de Cauchy; condiciones de simetría expresadas en términos de los tensores de tensiones de Piola-Kirchhoff.
- * Principio de los trabajos virtuales: formulaciones lagrangiana total y lagrangiana actualizada; formulaciones variacionales; conjugación del trabajo; pares conjugados tensión-deformación.
- * Conservación de la energía: fuentes y flujos de energía; formulaciones lagrangiana, lagrangiana actualizada y euleriana; condiciones de salto; primer principio de la termodinámica.
- * Entropía y segundo principio de la termodinámica: definición; segundo principio de la termodinámica; disipación de energía; ley de Fourier; procesos reversibles.
- * Problemas y ejercicios.

Dedicación: 8h

Grupo grande/Teoría: 8h

Modelos constitutivos para sólidos

Descripción:

Este tema describe las ecuaciones constitutivas clásicas de los sólidos, desde la elasticidad lineal hasta los modelos disipativos con variables internas de estado.

Contenidos:

- * Elasticidad lineal: relaciones lineales tensión-deformación; tensor de elasticidad; energía de deformación; ecuación de equilibrio dinámico; condiciones de contorno e iniciales; equilibrio estático; energía potencial total; soluciones bidimensionales, estado plano de tensiones y estado plano de deformaciones.
- * Hiperelasticidad: modelo de Saint-Venant; modelo neo-hookeano compresible; tensores de elasticidad tangentes; modelo neo-hookeano casi incompresible.
- * Termoelasticidad: calorimetría; relaciones entropía-temperatura; ecuaciones del conductor rígido; evaluación de las tensiones en termoelasticidad; energía libre de Helmholtz; acoplamiento termomecánico; tensores tangentes de termoelasticidad.
- * Modelos disipativos: disipación por viscosidad; variables internas de estado; daño isótropo; evolución de las variables internas de estado.
- * Problemas y ejercicios.

Dedicación: 8h

Grupo grande/Teoría: 8h

Modelos constitutivos para fluidos

Descripción:

Este tema describe las ecuaciones constitutivas clásicas de los fluidos, desde los flujos newtonianos hasta los gases ideales y las ecuaciones de Euler para fluidos compresibles.

Contenidos:

- * Flujos newtonianos: ecuaciones generales de conservación en formulación euleriana; tensiones de Cauchy; modelo de viscosidad newtoniano; presión termodinámica; ecuaciones generales de Navier-Stokes en sus formas conservativa y convectiva.
- * Flujos incompresibles: ecuaciones de Navier-Stokes para fluidos incompresibles; flujo de Stokes; flujos potenciales; ecuación de Bernoulli.
- * Gas ideal: ecuación de estado del gas ideal; ecuaciones de Euler para fluidos compresibles no viscosos; ondas acústicas; velocidad del sonido.
- * Problemas y ejercicios.

Dedicación: 8h

Grupo grande/Teoría: 8h

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

La calificación de la asignatura se obtiene a partir de las notas de la evaluación continua (30 %) y del examen final (70 %).

Evaluación continua: El estudiante debe resolver, a lo largo del curso y bajo la supervisión del profesor, diversos ejercicios y problemas, tanto en el aula (durante el horario lectivo) como fuera de ella.

Examen final: El examen final consta de varias preguntas y problemas similares a los que se han planteado y resuelto durante las clases.

NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.

Evaluación continua: La no realización de una actividad de evaluación continua en las fechas establecidas supondrá una calificación de cero en dicha actividad.

Examen final: El examen final consistirá en una prueba escrita.



BIBLIOGRAFÍA

Básica:

- Bonet, J.; Gil, A.J.; Wood R.D. Nonlinear Solid Mechanics for Finite element Analysis : statics. Cambridge: Cambridge University Press, 2016. ISBN 9781107115798.
- Bonet, J.; Wood, R.D. Nonlinear continuum mechanics for finite element analysis. 2nd Edition. Cambridge: Cambridge University Press, 2008. ISBN 9780521838702.
- Bonet, J.; Gil A.J.; Wood R,D. . Nonlinear Solid Mechanics for Finite Element Analysis : dynamics. New York: Cambridge University Press, 2021. ISBN 9781107115620.