

PLAN DOCENTE DE LA ASIGNATURA

Curso académico: 2025/2026

Identificación y características de la asignatura						
Código	402071					
Denominación (español)	Calculo Avanzado de Estructuras					
Denominación (inglés)	Avance Structural Design					
Titulaciones	MÁSTER EN INGENIERÍA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS					
Centro	Escuela Politécnica					
Módulo	AMPLIACIÓN DE FORMACIÓN CIENTÍFICA					
Materia	MODELIZACIÓN					
Carácter	Obligatorio	ECTS	6	Semestre	3	
Profesorado						
Nombre		Despacho		Correo-e		
Jesús Torrecilla Pinero		OP54		jtorreci@unex.es		
Carlos Aurelio Salguero García		C35		csalguero@unex.es		
Área de conocimiento	Ingeniería de la Construcción					
Departamento	Construcción					
Profesor/a coordinador/a (si hay más de uno)	Jesús Torrecilla Pinero					
Competencias / Resultados de aprendizaje						
1. COMPETENCIAS BÁSICAS						
CB6: Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación						
CB7: Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.						
CB8: Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.						
CB9: Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones (y los conocimientos y razones últimas que las sustentan) a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.						
CB10: Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.						
2. COMPETENCIAS GENERALES						
CG1: Capacitación científico-técnica, y metodológica para el reciclaje continuo de conocimientos y el ejercicio de las funciones profesionales de asesoría, análisis, diseño,						

cálculo, proyecto, planificación, dirección, gestión, construcción, mantenimiento, conservación y explotación en los campos de la ingeniería civil.

CG2: Comprensión de los múltiples condicionamientos de carácter técnico, legal y de la propiedad que se plantean en el proyecto de una obra pública, y capacidad para establecer diferentes alternativas válidas, elegir la óptima y plasmarla adecuadamente, previendo los problemas de su construcción, y empleando los métodos y tecnologías más adecuadas, tanto tradicionales como innovadores, con la finalidad de conseguir la mayor eficacia y favorecer el progreso y un desarrollo de la sociedad sostenible y respetuoso con el medio ambiente.

CG5: Conocimiento de la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos y de las actividades que se pueden realizar en el ámbito de la ingeniería civil.

CG6: Conocimiento para aplicar las capacidades técnicas y gestoras en actividades de I+D+i dentro del ámbito de la ingeniería civil.

CG18: Conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de métodos matemáticos, analíticos y numéricos de la ingeniería, mecánica de fluidos, mecánica de medios continuos, cálculo de estructuras, ingeniería del terreno, ingeniería marítima, obras y aprovechamientos hidráulicos y obras lineales.

3. COMPETENCIAS TRANSVERSALES

CT1: Capacidad de planificación y organización del trabajo personal.

CT2: Capacidad de trabajar en situación de falta de información y/o con restricciones temporales y/o de recursos.

CT3: Comunicar de forma efectiva y adaptada al contexto socio-económico, tanto por escrito como oralmente en la propia lengua, conocimientos, procedimientos, resultados y con especial énfasis, en la redacción de documentación técnica.

CT4: Capacidad de comunicación efectiva en inglés.

CT6: Capacidad de análisis, crítica, síntesis, evaluación y solución de problemas.

CT17: Capacidad de utilización y dominio de las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación)

4. COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

CET2: Conocimiento y capacidad para el análisis estructural mediante la aplicación de los métodos y programas de diseño y cálculo avanzado de estructuras, a partir del conocimiento y comprensión de las solicitudes y su aplicación a las tipologías estructurales de la ingeniería civil. Capacidad para realizar evaluaciones de integridad estructural.

CET3: Conocimiento de todo tipo de estructuras y sus materiales, y capacidad para diseñar, proyectar, ejecutar y mantener las estructuras y edificaciones de obra civil.

Contenidos

Descripción general del contenido:

La asignatura aborda el cálculo avanzado de estructuras, desarrollando por una parte el cálculo dinámico de estructuras y por otra el cálculo de placas y láminas y el cálculo de no linealidades geométricas. Por ello la asignatura se estructura en dos bloques de contenidos.

En cuanto al cálculo dinámico se abordarán desde los conceptos básicos de dinámica (propagación de ondas, osciladores de uno y varios grados de libertad, espectros de respuesta, amortiguamiento etc.), hasta el cálculo en régimen dinámico de estructuras y suelos tanto en el dominio del tiempo y como de las frecuencias. Finalmente se tratarán temas de identificación y caracterización de acciones dinámicas para suelos y estructuras, comportamiento de los materiales habituales de ingeniería civil y se revisará la normativa sísmica aplicable a las estructuras.

En cuanto al segundo bloque se abordarán: Métodos variacionales en cálculo de estructuras. Análisis de placas y láminas. Métodos analíticos, aproximaciones armónicas, métodos numéricos. Cálculo no lineal de estructuras. Modelización de la no linealidad geométrica, modelización de la no linealidad material. Plasticidad.

Temario

Denominación del bloque 1: Cálculo Dinámico

Contenidos del bloque 1:

- 1.1 Introducción al cálculo dinámico. Cargas dinámicas y fenómenos dinámicos. Casos típicos de cálculo dinámico en ingeniería civil. Acciones dinámicas (cargas impulsivas, periódicas, sismo, viento, oleaje, motores y rotores...).
- 1.2 Sistemas de 1 grado de libertad: Ecuación del movimiento. Vibración libre o forzada. Amortiguamiento. Soluciones analíticas y numéricas. Resolución en el dominio del tiempo y de las frecuencias. Espectros de respuesta y espectros de diseño. Método de las fuerzas estáticas equivalentes. Estructuras asimilables.
- 1.3 Sistemas de múltiples grados de libertad: Ecuación del movimiento. Grados de libertad, formulación matricial. Sistemas acoplados y no acoplados.
- 1.4 Análisis Modal: Vibración de sistemas lineales. Modos de vibración y frecuencias naturales de vibración. Sistemas en vibración libre o forzada, con y sin amortiguamiento.
- 1.5 Amortiguamiento.
- 1.6 Comportamiento de materiales de interés en Ingeniería Civil en régimen dinámico. Modelos Constitutivos. Fatiga. Efecto del suelo en la respuesta sísmica de las estructuras. Interacción.
- 1.7 Introducción a la Ingeniería Sísmica, normativa sísmica y diseño sismorresistente.

Descripción de las actividades prácticas del tema 1: Práctica de cálculo dinámico de estructuras con software específico.

Denominación del bloque 2: Placas, Láminas y No linealidades

Contenidos del bloque 2:

- 2.1 ANÁLISIS DE PLACAS Y LÁMINAS. MÉTODOS ANALÍTICOS. Métodos armónicos. Aplicación al cálculo de placas rectangulares y circulares. Métodos de cálculo en rotura.
- 2.2 LÁMINAS PLEGADAS. Aplicación a estructuras de ingeniería civil
- 2.3 ELEMENTOS FINITOS ESTRUCTURALES. Elementos tipo placa y lámina. Aplicación a láminas de revolución.
- 2.4 NO LINEALIDAD GEOMÉTRICA. Consideración de las grandes deformaciones y las grandes rotaciones. Formulaciones simplificadas. Matriz geométrica. Análisis de estabilidad global.
- 2.5 ESTABILIDAD DE LÁMINAS. ESTUDIO DE LA DISTORSIÓN. Aplicación al caso del análisis global de puentes.

Descripción de las actividades prácticas del tema 2: Práctica de los contenidos de este bloque

Actividades formativas

Horas de trabajo del alumno/a por tema		Horas Gran grupo	Actividades prácticas				Actividad de seguimiento	No presencial
Tema	Total	GG	CH	L	O	S	TP	EP
1.1	10	3			2			5
1.2	13	5			1			7
1.3	15	5			1			9
1.4	14	3			2			9
1.5	14	3			2			9
1.6	14	3			2			9
1.7	5	3						2
2.1	12	3			1			8
2.2	12	3			1			8
2.3	12	3			1			8
2.4	12	3			1			8
2.5	12	3			1			8
Evaluación	5	5						
TOTAL	150	45	0	0	15	0	0	90

GG: Grupo Grande (85 estudiantes).

CH: Actividades de prácticas clínicas hospitalarias (7 estudiantes)

L: Actividades de laboratorio o prácticas de campo (15 estudiantes)

O: Actividades en sala de ordenadores o laboratorio de idiomas (20 estudiantes)

S: Actividades de seminario o de problemas en clase (40 estudiantes).

TP: Tutorías Programadas (seguimiento docente, tipo tutorías ECTS).

EP: Estudio personal, trabajos individuales o en grupo, y lectura de bibliografía.

Metodologías docentes

- Lección magistral y resolución de ejercicios con participación activa del alumnado.
- Explicación personalizada en grupos reducidos sobre los conocimientos y aplicaciones mostradas en las clases teóricas y de problemas. Visitas.
- Seguimiento personalizado del aprendizaje del alumno.
- Estudio individualizado de los conocimientos teóricos y prácticos impartidos.
- Desarrollo en laboratorio, aula de informática, campo, etc. de casos prácticos.

Resultados de aprendizaje

- Conoce los tipos estructurales, y es capaz de analizar esfuerzos y campos de tensiones, así como movimientos en régimen estático y dinámico.
- Formular adecuadamente problemas con no linealidad material, geométrica o mecánica.
- Modeliza con software adecuado problemas de estructuras avanzados.
- Aprende a evaluar y estimar las acciones dinámicas que pueden actuar sobre las estructuras o el terreno (sismo, viento, vibraciones etc.).
- Comprende y sabe analizar el comportamiento de estructuras bajo cargas dinámicas y sísmicas.
- Sabe realizar cálculos dinámicos frente a los cálculos estáticos y pseudoestáticos en suelos y estructuras.
- Sabe identificar y estimar los fallos característicos asociados a fenómenos dinámicos en suelos y estructuras.
- Saber aplicar la normativa sísmica correspondiente.

Sistemas de evaluación

Sistema de evaluación continua:

- Examen final de teoría, teórico-prácticos, problemas o de aplicación teórica (convocatoria oficial): 60 % de la asignatura. El examen contendrá dos bloques vinculados a cada uno de los bloques de la asignatura, que harán media entre sí. La nota mínima a obtener en cada bloque del examen final para hacer media debe ser superior a 4 sobre 10. La nota de este apartado será la media entre los dos bloques, siempre que se cumpla la condición anterior. Los bloques con una nota inferior a 4 entrarán al cálculo de la media con una calificación de 0, y la calificación del examen en este supuesto no será superior a 4. Aquellos bloques del examen final con una calificación igual o superior a 5 puntos sobre 10, se podrán guardar para la convocatoria extraordinaria de junio-julio.
- Trabajos prácticos: 40% de la asignatura. Serán dos trabajos prácticos, uno por cada bloque de contenidos que harán media entre sí. Para sumar la puntuación de los trabajos es necesario alcanzar una calificación mínima de 4 en cada uno de los bloques del examen, en caso contrario los trabajos prácticos no se sumarán. Las calificaciones obtenidas en los trabajos prácticos se guardarán para todas las convocatorias del curso. Estos trabajos prácticos no son recuperables.
- La calificación final de la asignatura será la suma de la nota del examen (sobre 6) y la de los trabajos prácticos (sobre 4). Para superar la asignatura es necesario alcanzar una calificación igual o superior a 5 sobre 10. Cuando no se alcance la puntuación mínima de 4 en alguno de los bloques del examen, la calificación de la asignatura será la nota obtenida del examen con los criterios indicados anteriormente.

Sistema de evaluación con una única prueba final:

- Examen final de teoría, teórico-prácticos, problemas o de aplicación teórica: 60 % de la asignatura. El examen contendrá dos bloques vinculados a cada uno de los bloques de la asignatura, que harán media entre sí. La nota mínima a obtener en cada bloque del examen final debe ser superior a 4 sobre 10 para hacer media. La nota de este apartado será la media entre los dos bloques, siempre que se cumpla la condición anterior. Los bloques con una nota inferior a 4 entrarán al cálculo de la media con una calificación de 0, y la calificación del examen en este supuesto no será superior a 4. Aquellos bloques del examen final con una calificación igual o superior a 5 puntos sobre 10, se podrán guardar para la convocatoria extraordinaria de junio-julio.
- Examen escrito de prácticas: 40% calificación. Para sumar la puntuación del examen de prácticas es necesario alcanzar una calificación mínima de 4 en cada uno de los bloques del examen, en caso contrario el examen de prácticas no se sumará. Para la convocatoria extraordinaria de junio-julio se guardarán las calificaciones obtenidas en el examen de prácticas.

- La calificación final de la asignatura será la suma de la nota del examen (sobre 6) y la de los trabajos prácticos (sobre 4). Para superar la asignatura es necesario alcanzar una calificación igual o superior 5 sobre 10. Cuando no se alcance la puntuación mínima de 4 en alguno de los bloques del examen, la calificación de la asignatura será la nota obtenida del examen con los criterios indicados anteriormente.

**La elección entre el sistema de evaluación continua o el sistema de evaluación con una única prueba final de carácter global corresponde al estudiante durante las tres primeras semanas de cada semestre.*

Bibliografía (básica y complementaria)

Bibliografía Básica

- K. Chopra. Dynamics of Structures. Prentice Hall International Series in Civil Engineering and Engineering Mechanics, 2011.
- Chopra, Anil. K. Dynamics of structures theory and applications to earthquake engineering. Prentice Hall Internal. 2007.
- Ministerio de Fomento (2003): Norma de construcción sismorresistente- Parte general y edificación (NCSE-02).
- Ministerio de Fomento (2008): Norma de construcción sismorresistente: Puentes (NCSP-07).
- Análisis de placas. Teoría estática lineal, métodos de resolución e introducción al método de Elementos Finitos. Rafael Gallego Sevilla, Alejandro Martínez Castro, María Esther Puertas Cañada. Universidad de Granada.
- Apuntes para el análisis de estructuras. Universidad de Sevilla. Antonio Romero Ordóñez.
- INESTABILIDAD DE ESTRUCTURAS. Inestabilidad de barras comprimidas y pandeo global de estructuras. Universidad de Granada. Rafael Gallego Sevilla, Alejandro Martínez Castro, María Esther Puertas Cañada

Bibliografía Complementaria

- Clough, R.W. y Penzien, J. Dynamics of structures Mac Graw-Hill International, 2010
- Irvine, H.M. Structural Dynamics for the practicing engineer Routledge, 1986
- CEN (2011): Eurocodigo 8: Proyecto de estructuras sismorresistentes UNE-EN 1998-1.
- ANÁLISIS LINEAL DE LÁMINAS DE REVOLUCIÓN: teoría de la membrana y flexión. Rafael Gallego Sevilla, Alejandro Martínez Castro, María Esther Puertas Cañada. Universidad de Granada

Otros recursos y materiales docentes complementarios

Aula virtual y material de laboratorio