



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros de
Caminos, Canales y Puertos

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

43000652 - Mecánica Estructural

PLAN DE ESTUDIOS

04AP - Master Universitario Ingeniería De Estructuras, Cimentaciones Y Materiales

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2024/25 - Primer semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	8
8. Recursos didácticos.....	11

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	43000652 - Mecánica Estructural
No de créditos	3 ECTS
Carácter	Obligatoria
Curso	Primer curso
Semestre	Primer semestre
Período de impartición	Septiembre-Enero
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	04AP - Master Universitario Ingeniería de Estructuras, Cimentaciones y Materiales
Centro responsable de la titulación	04 - Escuela Técnica Superior De Ingenieros De Caminos, Canales Y Puertos
Curso académico	2024-25

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Jose Maria Arrieta Torrealba (Coordinador/a)	Planta 9	josemaria.arrieta@upm.es	Sin horario. Sin horario
Miguel Fernandez Ruiz	Lab. Estruct.	miguel.fernandezruiz@upm.es	Sin horario. Sin horario

Antonio Carnerero Ruiz	Planta 9	antonio.carnerero@upm.es	Sin horario. Sin horario
David Izquierdo Lopez	Planta 9	david.izquierdo@upm.es	Sin horario. Sin horario
Maria Mercedes Madrid Ramos	Planta 9	mariamercedes.madrid@upm.es	Sin horario. Sin horario

* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

3. Conocimientos previos recomendados

3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

El plan de estudios Master Universitario Ingeniería de Estructuras, Cimentaciones y Materiales no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Análisis matemático, Cálculo diferencial e integral, Álgebra vectorial y tensorial, Análisis vectorial y tensorial, Ecuaciones diferenciales ordinarias, Ecuaciones diferenciales en derivadas parciales.

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

C2 - [Proviene de las competencias CE2 y CE7]: Capacidad para la resolución de problemas ligados al diseño, construcción, conservación y evaluación técnica de cimentaciones de estructuras de ingeniería civil y edificación, obras subterráneas y trabajos geotécnicos, aprovechando los conocimientos de la mecánica de suelos y rocas
TIPO: Competencias

C4 - [Proviene de las competencias CE1 y CE4]: Capacidad para el análisis del comportamiento mecánico y la durabilidad de estructuras de ingeniería civil y edificación, sus materiales y sus cimentaciones
TIPO: Competencias

K1 - [Proviene parcialmente de la competencia CG1]: Aplica e integra conocimientos científicos avanzados de tipo mecánico, físico y matemático en contextos de investigación científica y tecnológica en el ámbito de las

estructuras, las cimentaciones y los materiales TIPO: Conocimientos o contenidos

K2 - [Proviene de la competencia CG2]: Identifica los componentes determinantes para ejercer las funciones de diseño, construcción, conservación y evaluación técnica de estructuras, cimentaciones y materiales, mediante el uso de normativa y documentación científica nacional e internacional. TIPO: Conocimientos o contenidos

Sk1 - [Proviene de la competencia CB6]: Utiliza de forma lógica y crítica las bases del método científico como base para llevar a cabo desarrollos originales y/o aplicaciones de ideas en el contexto de la investigación en ingeniería de estructuras, cimentaciones y materiales. TIPO: Habilidades o destrezas

Sk2 - [Proviene de la competencia CB7]: Utiliza los conocimientos técnicos adquiridos para la resolución de problemas nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con el diseño de estructuras, cimentaciones y materiales en ingeniería civil y edificación. TIPO: Habilidades o destrezas

Sk3 - [Proviene de la competencia CB8]: Integra los conocimientos adquiridos para formular juicios e introducir innovaciones tecnológicas 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 TIPO: Habilidades o destrezas

Sk4 - [Proviene de la competencia CB10]: Demuestra que puede adquirir conocimientos complejos y continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida auto-dirigido o autónomo TIPO: Habilidades o destrezas

Sk5 - [Proviene de la competencia CG4]: Utiliza la lengua inglesa para expresar conocimiento técnico y científico, de forma oral y escrita. TIPO: Habilidades o destrezas

Sk9 - [Proviene de la competencia CT3]: Aplica los estándares de deontología en la investigación avanzada TIPO: Habilidades o destrezas

4.2. Resultados del aprendizaje

RA28 - Conocer, aplicar y analizar las distribuciones de tensiones y deformaciones en problemas bidimensionales de elasticidad

RA18 - Aplica normativa europea e internacional de ingeniería estructural, geotécnica y de materiales estructurales en proyecto, construcción, conservación y evaluación técnica Interioriza los principios de deontología profesional de ingeniería civil

RA24 - Conocer, comprender y analizar las ecuaciones de la elasticidad como relaciones básicas del comportamiento de los sólidos

RA26 - Conocer, comprender y analizar las ecuaciones de balance y principios de conservación que rigen el equilibrio y la dinámica en los medios continuos

RA29 - Conocer, comprender y analizar las tensiones como fuerzas internas en el mismo, sabiendo calcular sus distintas componentes y medidas

RA14 - Resuelve problemas de proyecto, construcción, conservación y evaluación técnica de infraestructuras que se planteen en contextos globalizados e involucren aspectos de comportamiento no lineal de estructuras.

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

En la primera parte de la asignatura, se plantea el cálculo de una estructura bajo la hipótesis de comportamiento elástico lineal con acciones estáticas. Se establecen los fundamentos de este tipo de cálculo y se aborda el estudio de la pieza prismática genérica sometida a los estados de extensión, flexión y torsión, extendiendo estas formas de trabajo a elementos bidimensionales. A continuación, se integran esos elementos para constituir los diversos modelos estructurales, que se definen: estructuras articuladas, estructuras reticuladas, emparrillados, membranas, placas y láminas. Para dos de esos modelos (estructuras articuladas y reticuladas) se estudian los procedimientos de cálculo mediante métodos analíticos, cálculo matricial y elementos finitos.

Cuando las acciones varían con el tiempo y generan fuerzas de inercia de magnitud comparable a la del resto de las acciones, necesitamos realizar un cálculo dinámico. En la segunda parte de la asignatura se realiza una introducción al cálculo dinámico determinista en el dominio del tiempo.

En ocasiones, aparece una falta de proporcionalidad entre las acciones y sus efectos en la estructura, debido a que los materiales no son ideales, a que los movimientos no son lo suficientemente pequeños o a otras causas, lo que requiere que realicemos un cálculo no lineal. La tercera parte desarrolla una introducción al cálculo no lineal, analizando sus causas y consecuencias e ilustrándolo con algunos ejemplos.

5.2. Temario de la asignatura

1. Cálculo Elástico Lineal de Estructuras

1.1. Introducción: Hipótesis básicas. Métodos de cálculo. Teoremas energéticos. Simetría y antimetría.

1.2. Piezas prismáticas: Extensión. Flexión. Torsión.

1.3. Elementos superficiales: Extensión. Flexión.

1.4. Modelos estructurales: Estructuras articuladas. Estructuras reticuladas. Emparrillados. Membranas. Placas. Láminas.

1.5. Procedimientos de cálculo

1.5.1. Métodos analíticos: Estructuras articuladas y reticuladas.

1.5.2. Cálculo matricial: Fundamentos. Estructuras articuladas y reticuladas.

1.5.3. Elementos finitos: Fundamentos. Estructuras articuladas y reticuladas.

2. Cálculo Dinámico de Estructuras

2.1. Cálculo Determinista en el dominio del tiempo: Introducción. Acciones. Modelos continuos y sistema de 1gdl. Métodos analíticos y numéricos.

3. Cálculo No Lineal de Estructuras

3.1. Introducción al cálculo No lineal: Causas de la no linealidad. Consecuencias. Tipos de no linealidad: geométrica, material y sustentación. Ejemplos.

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	Tema 1 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	Temas 1 y 2 Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Temas 1 y 2 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		
3	Temas 2 y 3 Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Temas 2 y 3 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		
4	Temas 4 y 5 Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Temas 4 y 5 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		
5	Tema 5 Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Tema 5 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		
6	Temas 6 y 7 Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Temas 6 y 7 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		
7	Tema 8 Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Tema 8 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		
8	Tema 9 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Tema 9 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				Examen Final EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Global Presencial Duración: 03:00 Ejercicios desarrollados por el alumno TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Global No presencial Duración: 00:00 Ejercicios entregados por el alumno EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación Progresiva

				Presencial
				Duración: 01:00

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

7. Actividades y criterios de evaluación

7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

7.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Ejercicios entregados por el alumno	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:00	100%	/ 10	C2 C4 K1 K2 Sk2 Sk3 Sk4 Sk5 Sk9 Sk1

7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen Final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	60%	5 / 10	Sk1 C2 C4 K1 K2 Sk2 Sk3 Sk4 Sk5 Sk9
17	Ejercicios desarrollados por el alumno	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	40%	/ 10	

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen Final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	100%	5 / 10	Sk1 C2 C4 K1 K2 Sk2 Sk3 Sk4 Sk5 Sk9

7.2. Criterios de evaluación

Mediante "evaluación continua"

PE1. Trabajo de clase 10%

Descripción. Se valorará el trabajo de clase, mediante el control estadístico de asistencia y la participación activa del alumno durante las clases.

Criterios de calificación. Se valorará, (sobre 10 puntos) un 50% la asistencia y un 50% la participación en las actividades de clase. Para obtener calificación será preciso haber asistido a un mínimo del 50% de las clases.

Momento y lugar: Durante las clases.

PE2. Resolución individual de ejercicios y problemas 30%

Descripción. Consiste en la resolución individual de ejercicios de la materias tratadas en clase, que será realizada por el alumno de forma autónoma, con el apoyo de los profesores de la asignatura. Los ejercicios se entregarán de acuerdo con un calendario programado para su evaluación.

Criterios de calificación. Los ejercicios entregados serán valorados cada uno sobre 10 puntos. La calificación obtenida será la media aritmética de las notas de los ejercicios.

Momento y lugar: Durante el curso.

PE3. Examen final 60%

Descripción. Consiste en un único examen cuya duración será entre 2 y 3 horas. Este examen estará formado por varios ejercicios de carácter práctico o teórico relativos a cualquier parte del contenido de la asignatura.

Criterios de calificación. Cada uno de los ejercicios se valorará sobre 10 puntos. La calificación del examen será la media ponderada de las notas de los ejercicios. Para aprobar la asignatura es necesario obtener una calificación mínima de 4 puntos sobre 10 en este examen.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

Calificación final de la asignatura mediante "evaluación continua"

Será la mayor de las dos siguientes:

- La media de la calificación de cada prueba de evaluación ponderada por su correspondiente peso, excepto para los alumnos que en el examen final obtengan una calificación inferior a 4, que suspenderán la asignatura en todo caso.
- La calificación obtenida en el examen final.

Para aprobar la asignatura se debe obtener una calificación final igual o superior a cinco.

Los alumnos de evaluación continua que no aprueben la asignatura tras el examen final deben acudir a la convocatoria extraordinaria. La calificación en dicha convocatoria se obtendrá utilizando los mismos criterios indicados anteriormente, para lo cual se mantienen las notas de las pruebas de evaluación PE1 y PE2 obtenidas en ese curso (no son válidas las obtenidas en cursos anteriores).

Mediante "sólo prueba final"

Descripción. Consiste en un único examen igual al examen final descrito para evaluación continua.

Criterios de calificación. Cada uno de los ejercicios se valorará sobre 10 puntos. La calificación del examen será la media ponderada de las notas de los ejercicios.

Momento y lugar: Lo determinará la Jefatura de Estudios

Calificación final de la asignatura mediante "sólo prueba final"

La calificación final de la asignatura será directamente la obtenida en el examen final. Para superar la asignatura se debe obtener una calificación final igual o superior a cinco.

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Fernández Ruiz, M. "Estática y rotura de estructuras: Lógica, herramientas y actitudes para el pensamiento resistente" UPM Press, Madrid 2022	Bibliografía	
Timoshenko, S.P. y Young, D.H. "Teoría de las estructuras" Ed. URMO, Bilbao 1981	Bibliografía	
Timoshenko y Krieger. "Teoría de placas y láminas" Ed. URMO, Bilbao 1975	Bibliografía	
Livesley, R.K. "Matrix methods of structural analysis" Ed. Pergamon Press Ltd, London 1964	Bibliografía	
Zienkiewicz, O.C. y Taylor, R.L. "El método de los Elementos Finitos. Mecánica de Sólidos" CIMNE, 2010	Bibliografía	
Clough, R.W. y Penzien J. "Dynamics of Structures" McGraw Hill, 1993	Bibliografía	

En la plataforma Moodle aparecerán periódicamente documentos para completar la información.	Recursos web	
Biblioteca del Departamento de Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras Equipamiento.	Equipamiento	