



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ing. de Caminos
Canales y P.

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

43000607 - Structural Design

PLAN DE ESTUDIOS

04AN - Master Universitario En Ingeniería De Materiales

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2025/26 - Segundo 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.....	5
6. Cronograma.....	7
7. Actividades y criterios de evaluación.....	9
8. Recursos didácticos.....	10
9. Otra información.....	11

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	43000607 - Structural Design
No de créditos	3 ECTS
Carácter	Optativa
Curso	Primer curso
Semestre	Segundo semestre
Período de impartición	Febrero-Junio
Idioma de impartición	Inglés/Castellano
Titulación	04AN - Master Universitario en Ingeniería de Materiales
Centro responsable de la titulación	04 - E.T.S. De Ing. De Caminos Canales Y P.
Curso académico	2025-26

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Victor Rey De Pedraza Ruiz	Materials Dpt.	v.rey@upm.es	J - 15:00 - 17:00
Carlos Daniel Gonzalez Martinez (Coordinador/a)	Materials Dpt.	c.gonzalez@upm.es	J - 15:00 - 17:00
Alvaro Ridruejo Rodriguez	Materials Dpt.	alvaro.ridruejo@upm.es	J - 15:00 - 17:00

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

2.3. Profesorado externo

Nombre	Correo electrónico	Centro de procedencia
Davide Mocerino	davide.mocerino@imdea.org	IMDEA Materials
Lucía Doyle	lucia.doyle@imdea.org	IMDEA Materiales

3. Conocimientos previos recomendados

3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Modelling And Simulation In Materials Science And

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Programming

- Mechanics, materials behaviour

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CE1 - Capacidad para aplicar los fundamentos científicos del comportamiento físico y químico de los materiales para relacionar causalmente sus propiedades fundamentales físicas y químicas con su comportamiento macroscópico y el de los productos con ellos realizados / Ability to apply the scientific foundations of the physical and chemical behavior of materials to correlate their fundamental physical and chemical properties with their macroscopic behavior and that of the products made with them.

CE2 - Uso de equipos y técnicas experimentales de caracterización de materiales (micro y macroestructura, comportamientos mecánico, eléctrico, y óptico) para identificar y analizar los diversos tipos de materiales / Use of equipment and experimental techniques for the characterization of materials (micro and macrostructure, mechanical, electrical, and optical behavior) to identify and analyze the various types of materials.

CE3 - Capacidad de diseñar, modelizar, evaluar, seleccionar, fabricar y utilizar materiales con propiedades específicas (estructurales y funcionales) para satisfacer

CE4 - Autonomía para adquirir, analizar, actualizar y aplicar nuevos conocimientos, modelos y técnicas

experimentales y numéricas en relación con la composición y estructura de los materiales, su caracterización física y química, sus procesos de fabricación, su utilización y aplicación científica y tecnológica, y su reciclado, reutilización y eliminación / Autonomy to acquire, analyze, update and apply new knowledge, models and experimental and numerical techniques related to the composition and structure of materials, their physical and chemical characterization, their manufacturing processes, their use and scientific and technological application, and their recycling, reuse and disposal

CE5 - Capacidad para planificar, explotar y gestionar técnicamente la selección, fabricación, procesado, utilización, reciclado, reutilización y eliminación de materiales, de forma respetuosa con el medio ambiente, de conformidad con la legislación nacional e internacional, y promoviendo el desarrollo sostenible y el bienestar de la sociedad / Ability to technically plan, exploit and manage the selection, manufacturing, processing, use, recycling, reuse and disposal of materials, in an environmentally friendly manner, in accordance with national and international legislation, and promoting sustainable development and well-being of the society

CE6 - Capacidad para controlar y modificar los mecanismos físicos y químicos que determinan las fases del ciclo de vida de los materiales, su durabilidad y su incidencia en el medioambiente con el fin de poder evaluar, controlar y mejorar la seguridad, durabilidad e integridad estructural de los materiales y los componentes fabricados con ellos / Ability to control and modify the physical and chemical mechanisms that determine the phases of the life cycle of materials, their durability and their impact on the environment in order to be able to evaluate, control and improve the safety, durability and structural integrity of materials and components made from them

CE7 - Manejo de herramientas de simulación numérica para diseño y análisis de materiales, desde la escala microscópica a la macroscópica / Management of numerical simulation tools for design and analysis of materials, from the microscopic to the macroscopic scale

CG1 - Uso de la lengua inglesa: Los alumnos son capaces de transmitir conocimientos y expresar ideas y argumentos de manera clara, rigurosa y convincente, tanto de forma oral como escrita, adaptándose a las características de la situación y de la audiencia / Use of the English Language: Students are able to transmit knowledge and express ideas and arguments in a clear, rigorous and convincing manner, both orally and in writing, adapting to the characteristics of the situation and the audience .

CG3 - Trabajo en equipo: Los alumnos desarrollan la capacidad para trabajar en equipo, integrarse y colaborar de forma activa en la consecución de objetivos comunes / Teamwork: Students develop the ability to work as a team, integrate and actively collaborate in achieving common goals.

CG6 - Respeto hacia el medio ambiente: Los alumnos desarrollan las mejores prácticas para interactuar con el entorno, de forma ética, responsable y sostenible, en orden a evitar o disminuir los efectos negativos que ocasiona la actividad humana, así como promover los beneficios que pueda generar la actividad profesional en el ámbito medioambiental, teniendo en cuenta sus implicaciones económicas y sociales / Respect for the environment: Students develop the best practices to interact with the environment, in an ethical, responsible and sustainable

way, in order to avoid or reduce the negative effects caused by human activity, as well as promote the benefits that professional activity in the environmental field can generate, taking into account its economic and social implications.

CG8 - Resolución de problemas: Los estudiantes son capaces de reconocer, describir, organizar y analizar los elementos constitutivos de un problema para idear estrategias que permitan obtener, de forma razonada, una solución contrastada y acorde a ciertos criterios preestablecidos / Problem solving: Students are able to recognize, describe, organize and analyze the constitutive elements of a problem to devise strategies that allow obtaining, in a reasoned way, a contrasting solution and according to certain pre-established criteria.

CG9 - 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

CG9 - Análisis y Síntesis: Los alumnos son capaces de reconocer y describir los elementos constitutivos de una realidad, y de proceder a organizar la información significativa según criterios preestablecidos adecuados a un propósito / Analysis and Synthesis: Students are able to recognize and describe the constituent elements of a reality, and to proceed to organize significant information according to pre-established criteria suitable for a purpose.

4.2. Resultados del aprendizaje

RA21 - Saber redactar informes técnicos

RA22 - Ser creativo, ejecutando el trabajo con responsabilidad y respeto a los demás

RA24 - Ser capaz de utilizar y aplicar las técnicas y modelos matemáticos de simulación para predecir el comportamiento y evolución de los materiales, en sus aspectos mecánico, electrónico, químico o biológico

RA25 - Conocer, comprender y saber aplicar los fundamentos científicos del comportamiento de los materiales y la interrelación entre su estructura, propiedades, procesamiento y aplicaciones

RA28 - Design simple structural elements with different materials

RA1 - Saber comunicar conocimientos, procedimientos, resultados o técnicas relacionadas con el comportamiento y el uso de materiales

RA26 - Saber utilizar y aplicar las técnicas y modelos matemáticos de simulación para predecir el comportamiento y evolución de los materiales. Saber evaluar su seguridad, durabilidad e integridad estructural y la de los componentes fabricados con ellos

RA27 - Conocer, comprender y saber aplicar los fundamentos científicos del comportamiento de los materiales

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

The aim of this course is to provide the students with an overview of the current development in three main areas within the field of design of materials for structural applications:

- Mechanical behavior of engineering materials: elasticity, plasticity, creep, fatigue, and fracture.
- Simulation strategies for design and simulation of structural materials: metals and structural composites. Finite element modeling.
- Engineering optimization and constrained designs. Topological optimization and rapid prototyping.
- Metamaterials, cellular structures, and scaffolds.

5.2. Temario de la asignatura

1. Introduction to structural design of materials
2. Mechanical behaviour of structural materials I (elasticity, plasticity & visco)
3. Mechanical behaviour of structural materials II (fracture and fatigue)
4. Design of simple structural members under tension, compression, shear and bending
5. Simulation strategies for structural materials. Finite element modelling.
6. Simulation strategies for structural materials. Beams (1D), plates (2D), solids (3D). Introduction to finite element code
7. Topological Optimization I
8. Topological Optimization II
9. Metamaterials, cellular materials and scaffolds
10. Rapid prototyping & 3D printing. Practical examples
11. Simulation of structural composites I: Microstructures design + FEM laboratory
12. Simulation of structural composites II: Classical Laminate Theory + FEM laboratory

13. Simulation of structural metals I: Microstructures design + FEM laboratory
14. Simulation of structural metals II: Plastic Behaviour + FEM laboratory
15. Exam

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	Introduction on structural design in engineering. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	Simulations strategies for structural materials. Hands on with FEM software Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	Introduction and analysis of structural behavior of materials. Basics of Elasticity (isotropic & anisotropic) Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Practical exercises of mechanical behaviour of materials Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
4	Introduction and analysis of structural behavior of materials. Basics of elastic viscous (time-dependent) behaviour Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Practical exercises of mechanical behaviour of materials Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
5	Introduction and analysis of structural behavior of materials. Basics of plasticity and time dependent plasticity. Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Practical exercises of mechanical behaviour of materials Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			Moodle Exercise on Structural Design of Simple Members ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación Progresiva Presencial Duración: 00:30
6	Simulations strategies for structural materials. Hands on with FEM software. Practical application to design a structural element Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio			

7	<p>Design of simple structural members in tension, compression, shear and bending Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Practical exercises of design of simple elements Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
8	<p>Topological optimization I. Introduction and algorithms Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p>Simulation Report. Design a structural element. TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva No presencial Duración: 02:30</p>
9	<p>Topological optimization II. Introduction and algorithms Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
10				
11	<p>Topological optimization III. Implementation. Duración: 00:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	<p>Topological Optimization: Hands On with Software. Duración: 01:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p>Topological Optimisation Report including design, manufacturing and testing articles. TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva No presencial Duración: 02:30</p>
12				
13	<p>Rapid Prototyping and 3D printing. Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Mechanical characterisation laboratory. Duración: 01:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
14	<p>Metamaterials, cellular structures and scaffolds Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
15	<p>Additive-based properties tuning Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
16				<p>Exam with the contents explained in the class EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 01:00</p>
17				<p>Exam with the contents explained in the class EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Global Presencial Duración: 01:00</p>

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
5	Moodle Exercise on Structural Design of Simple Members	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	Presencial	00:30	5%	5 / 10	CG8 CE1 CE3 CE4
8	Simulation Report. Design a structural element.	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	02:30	20%	5 / 10	CG9 CG3 CG6 CG8 CE1 CE3 CE4 CE7
11	Topological Optimisation Report including design, manufacturing and testing articles.	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	02:30	25%	5 / 10	CG1 CG3 CG6 CG8 CG9 CE1 CE2 CE3 CE7
16	Exam with the contents explained in the class	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	50%	5 / 10	CG1 CG3 CG6 CG9 CE2 CE7

7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Exam with the contents explained in the class	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	100%	5 / 10	CG1 CG3 CG6 CG8 CG9 CE1 CE2 CE3

E. J. Barbero, Finite eElement Analysis of Composite Materials Using Abaqus, CRC Press, 2013.	Bibliografía	Reference book on design of composites using finite elements
A 99 line topology optimization code written in Matlab	Bibliografía	Simple code for topological optimization

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

REMARK: In case of need because health and security reasons, the teaching and assessment activities will take place telematically. Laboratory classes will be also surpassed in that case and substituted by an intensification of Design and Simulation activities.