



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S.I Aeronáutica y del
Espacio

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

143002003 - Cálculo Avanzado De Estructuras

PLAN DE ESTUDIOS

14IB - Master Universitario En Ingeniería Aeronautica

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2025/26 - Segundo semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
4. Descripción de la asignatura y temario.....	4
5. Cronograma.....	5
6. Actividades y criterios de evaluación.....	7
7. Recursos didácticos.....	12
8. Otra información.....	12

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	143002003 - Cálculo Avanzado de Estructuras
No de créditos	3 ECTS
Carácter	Obligatoria
Curso	Primer curso
Semestre	Segundo semestre
Período de impartición	Febrero-Junio
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	14IB - Master Universitario en Ingeniería Aeronautica
Centro responsable de la titulación	14 - E.T.S.I. Aeronáutica Y Del Espacio
Curso académico	2025-26

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Francisco Javier Montans Leal		fco.montans@upm.es	L - 10:30 - 13:30 X - 10:30 - 13:30
Miguel Angel Sanz Gomez		miguelangel.sanz@upm.es	L - 10:30 - 13:30 X - 10:30 - 13:30
Jose Maria Benitez Baena (Coordinador/a)		josemaria.benitez@upm.es	L - 10:30 - 13:30 X - 10:30 - 13:30

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

3. Competencias y resultados de aprendizaje

3.1. Competencias

CE-VA-1 - Aptitud para proyectar, construir, inspeccionar, certificar y mantener todo tipo de aeronaves y vehículos espaciales.

CE-VA-6 - Conocimiento adecuado de los Materiales Metálicos y Materiales Compuestos utilizados en la fabricación de los Vehículos Aeroespaciales.

CE-VA-8 - Conocimientos y capacidades para el Análisis y el Diseño Estructural de las Aeronaves y los Vehículos Espaciales, incluyendo la aplicación de programas de cálculo y diseño avanzado de estructuras.

CG1 - Capacidad para proyectar, construir, inspeccionar, certificar y mantener todo tipo de aeronaves y vehículos espaciales, con sus correspondientes subsistemas.

CG10 - Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero Aeronáutico.

CG11 - 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.

CG12 - 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.

CG15 - Poseer las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

CG2 - Capacidad para planificar, proyectar y controlar los procesos de construcción de infraestructuras, edificios e instalaciones aeroportuarias, así como su mantenimiento, conservación y explotación.

CG3 - Capacidad para la dirección general y la dirección técnica de proyectos de investigación, desarrollo e innovación, en empresas y centros tecnológicos aeronáuticos y espaciales.

CG4 - Capacidad de integrar sistemas aeroespaciales complejos y equipos de trabajo multidisciplinares.

CG5 - Capacidad para analizar y corregir el impacto ambiental y social de las soluciones técnicas de cualquier sistema aeroespacial.

CG6 - Capacidad para el análisis y la resolución de problemas aeroespaciales en entornos nuevos o

desconocidos, dentro de contextos amplios y complejos.

CG7 - Competencia para planificar, proyectar, gestionar y certificar los procedimientos, infraestructuras y sistemas que soportan la actividad aeroespacial, incluyendo los sistemas de navegación aérea.

CG8 - Competencia para el proyecto de construcciones e instalaciones aeronáuticas y espaciales, que requieran un proyecto integrado de conjunto, por la diversidad de sus tecnologías, su complejidad o por los amplios conocimientos técnicos necesarios.

CG9 - Competencia en todas aquellas áreas relacionadas con las tecnologías aeroportuarias, aeronáuticas o espaciales que, por su naturaleza, no sean exclusivas de otras ramas de la ingeniería.

CT1 - Capacidad para comprender los contenidos de clases magistrales, conferencias y seminarios, así como cualquier información y documentación en lengua inglesa.

CT3 - Capacidad para adoptar soluciones creativas que satisfagan adecuadamente las diferentes necesidades planteadas.

CT4 - Capacidad para trabajar de forma efectiva como individuo, organizando y planificando su propio trabajo, de forma independiente o como miembro de un equipo.

CT5 - Capacidad para gestionar la información, identificando las fuentes necesarias, los principales tipos de documentos técnicos y científicos, de una manera adecuada y eficiente.

CT6 - Capacidad para emitir juicios sobre implicaciones económicas, administrativas, sociales, éticas y medioambientales ligadas a la aplicación de sus conocimientos.

3.2. Resultados del aprendizaje

RA120 - Aprender a pensar sobre fenómenos físicos.

RA140 - Conocimiento, comprensión, aplicación, análisis y síntesis de los métodos de diseño estructural de aeronaves.

RA114 - Comprensión y dominio de los principales métodos de modelización empleados por las grandes compañías aéreas

RA42 - Mejora sus capacidades de análisis a lo largo del semestre, en presentaciones escritas y desarrollos de resolución de ejercicios, planteamiento, resultados y unidades, entre otros.

4. Descripción de la asignatura y temario

4.1. Descripción de la asignatura

Introducción al cálculo no-lineal de estructuras

4.2. Temario de la asignatura

1. INTRODUCCIÓN.

1.1. Introducción a la mecánica computacional en medios continuos.

2. MEF NO LINEAL.

2.1. Introducción al cálculo no lineal de estructuras. Concepto de no linealidad geométrica, del material, de fuerzas y de contacto. Método de Newton-Raphson. Cálculo de la matriz de rigidez tangente.

3. TEORÍA DE LA ESTABILIDAD ESTRUCTURAL.

3.1. 2.1. Repaso al concepto de Pandeo y carga crítica. Pandeo elástico e inelástico. Modos de Pandeo. Matriz de Rigidez geométrica. Cálculo computacional de autovalores y autovectores en pandeo.

4. NO-LINEALIDAD GEOMÉTRICA: GRANDES DEFORMACIONES.

4.1. Tensor gradiente de deformaciones. Tensores métricos. Descomposición polar. Tensores de deformación. Tensores de tensión. Tensores conjugados de trabajo.

5. HIPERELASTICIDAD

5.1. Comportamiento de polímeros y materiales biológicos. Modelos hiperelásticos. Materiales hiperelásticos compresibles e incompresibles. Introducción a la hiperelasticidad WYPIWYG.

5. Cronograma

5.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	Tema 1 y 2 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	Tema 2 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	Tema 2 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
4	Tema 2 Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
5		Laboratorio de Mecánica computacional. Tema 2. Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
6	Tema 3 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Trabajo personal 2 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva No presencial Duración: 02:00
7	Tema 3 Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
8		Laboratorio de Mecánica computacional. Tema 3. Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
9	Tema 4 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Trabajo personal 3 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva No presencial Duración: 02:00
10	Tema 4 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
11	Tema 4 Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			

12		Laboratorio de Mecánica computacional. Tema 4. Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
13	Tema 5 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Trabajo personal 4 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva No presencial Duración: 02:00
14	Tema 5 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
15		Laboratorio de Mecánica Computacional. Tema 5. Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Trabajo personal 5 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva No presencial Duración: 02:00
16				Examen ordinario EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:00
17				Examen extraordinario EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación Global Presencial Duración: 02:00

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.

6. Actividades y criterios de evaluación

6.1. Actividades de evaluación de la asignatura

6.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
6	Trabajo personal 2	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	02:00	12.5%	5 / 10	CG8 CG9 CG12 CG10 CT1 CT5 CE-VA-1 CG7 CG1 CG3 CG4 CG5 CT4 CT6 CG15 CE-VA-6 CG2 CG11 CT3 CG6
9	Trabajo personal 3	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	02:00	12.5%	5 / 10	CG8 CG9 CG12 CG10 CT1 CT5 CE-VA-1 CG7 CG1 CG3 CG4 CG5 CG6 CT4 CT6 CG15 CE-VA-6 CG2 CG11 CT3

13	Trabajo personal 4	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	02:00	12.5%	5 / 10	CG6 CG8 CG9 CG12 CG10 CT1 CT5 CE-VA-1 CG7 CG1 CG3 CG4 CG5 CT4 CT6 CG15 CE-VA-6 CG2 CG11 CT3
15	Trabajo personal 5	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	02:00	12.5%	5 / 10	CG9 CG12 CG10 CT1 CT5 CE-VA-1 CG7 CG1 CG3 CG4 CG5 CT4 CT6 CG15 CE-VA-6 CG2 CG11 CT3 CG6 CG8
16	Examen ordinario	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	50%	/ 10	CG6 CG8 CG9 CG12 CG10 CT1 CT5 CE-VA-1 CG7 CG1 CG3 CG4 CG5 CT4

							CT6 CG15 CE-VA-6 CG2 CG11 CT3
--	--	--	--	--	--	--	--

6.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen extraordinario	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	100%	5 / 10	CG4 CG5 CG2 CG6 CG9 CG11 CG15 CT1 CT5 CT6 CG1 CT3 CE-VA-1 CT4 CE-VA-6 CG3 CG7 CG8 CG10 CG12

6.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen extraordinario	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	100%	5 / 10	CG4 CG5 CG2 CG6 CG9 CG11 CG15 CT1 CT5 CT6 CG1 CT3 CE-VA-1 CT4 CE-VA-6 CG3 CG7 CG8 CG10 CG12

6.2. Criterios de evaluación

EVALUACIÓN PROGRESIVA

- Trabajo individual: resolución de ejercicios prácticos mediante lenguajes de programación y software comercial de elementos finitos. Representarán un 28% de la nota de evaluación. Estos ejercicios no se tendrán en cuenta para la convocatoria extraordinaria.
- Convocatoria de examen ordinario: cuestionario tipo test que representará un 72% de la calificación por evaluación progresiva. El 28% restante de la nota corresponderá a la nota de trabajo personal.
- Convocatoria de examen extraordinario: cuestionario tipo test que representará un 100% de la calificación final de la convocatoria extraordinaria.

Los exámenes ordinario y extraordinario consistirán en un cuestionario tipo test con un número de cuestiones comprendido entre 10 y 16. Cada cuestión contendrá 5 respuestas posibles, de las cuales sólo una de ellas será la respuesta correcta. En caso de contestar a una cuestión correctamente, el alumno obtendrá 1 punto en esa cuestión. En caso de contestarla incorrectamente, la puntuación que obtendrá será negativa y de valor -0.3. En caso de dejar la cuestión en blanco el alumno obtendrá cero puntos. El cómputo total de la nota del examen se realizará sumando el resultado de todas las cuestiones. La calificación definitiva del examen se publicará en una escala de 0 a 10, realizando un ajuste lineal teniendo en cuenta el número de cuestiones del examen.

7. Recursos didácticos

7.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Transparencias de clase	Bibliografía	Se publican en el espacio MOODLE de la asignatura
K. J. BATHE. "Finite Element Procedures". Prentice Hall, 2006.	Bibliografía	
T.J.R. HUGHES. "The Finite Element Method Linear Static and Dynamic Analysis". Dover, 2005.	Bibliografía	
J. BONET, R.D. WOOD. "Nonlinear Continuous Mechanics for F.E. Analysis". Cambridge.	Bibliografía	
G.A. HOLZAPFEL. "Nonlinear Solid Mechanics". Wiley	Bibliografía	
S.P. TIMOSHENKO. "Theory of Elastic Stability". Ed. McGraw Hill.	Bibliografía	
Matlab, ADINA y Nastran-Patran	Equipamiento	

8. Otra información

8.1. Otra información sobre la asignatura