



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingeniería  
Aeronáutica y del Espacio

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**145005202 - Estructuras Aeronauticas**

### PLAN DE ESTUDIOS

14IA - Grado En Ingeniería Aeroespacial

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2021/22 - 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.....	3
6. Cronograma.....	5
7. Actividades y criterios de evaluación.....	8
8. Recursos didácticos.....	10
9. Otra información.....	11

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	145005202 - Estructuras Aeronauticas
<b>No de créditos</b>	4.5 ECTS
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Curso</b>	Tercero curso
<b>Semestre</b>	Quinto semestre
<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	14IA - Grado en Ingeniería Aeroespacial
<b>Centro responsable de la titulación</b>	14 - Escuela Técnica Superior De Ingeniería Aeronáutica Y Del Espacio
<b>Curso académico</b>	2021-22

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Jose Luis Hernando Diaz	B019	jose Luis.hernando@upm.es	Sin horario.
Jorge Llamazares Gonzalez	B019	jorge.llamazares@upm.es	M - 17:00 - 20:00 J - 17:00 - 20:00
Roman Torres Sanchez (Coordinador/a)	B019	roman.torres@upm.es	M - 08:30 - 10:30 X - 16:00 - 18:00 J - 08:30 - 10:30

\* 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

- Resistencia De Materiales Y Elasticidad
- Mecánica Clásica

### 3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

El plan de estudios Grado en Ingeniería Aeroespacial no tiene definidos otros conocimientos previos para esta asignatura.

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CE33 - Conocimiento adecuado y aplicado a la Ingeniería de: La mecánica de fractura del medio continuo y los planteamientos dinámicos, de fatiga de inestabilidad estructural y de aeroelasticidad.

CG3 - Capacidad para identificar y resolver problemas aplicando, con creatividad, los conocimientos adquiridos

CG9 - Razonamiento crítico y capacidad de asociación que posibiliten el aprendizaje continuo

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA277 - Conocimiento de los aspectos más destacados del comportamiento estructural y de las técnicas de ensayos en los componentes de las aeronaves y de sus motores

RA276 - Conocimiento, comprensión, aplicación, análisis y síntesis de la teoría de estructuras en las aeronaves y sus plantas propulsoras

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

La asignatura, dividida en dos partes, Análisis de Esfuerzos y Comprobación de Resistencia, pretende presentar en primer lugar los procedimientos que permiten obtener los esfuerzos, deformaciones y desplazamientos que se producen en vigas de sección de pared muy delgada típicamente aeronáuticas cuando se encuentran sometidas a sollicitaciones axiales, de flexión y de torsión.

Una vez obtenidos los esfuerzos, deformaciones y desplazamientos de la estructura aeronáutica, es necesario comprobar si los valores obtenidos son aceptables y permiten asegurar, con la mayor confianza posible, que la estructura no experimentará ningún tipo de fallo que ponga en riesgo la seguridad de la aeronave, esta fase es la denominada Comprobación de Resistencia.

### 5.2. Temario de la asignatura

1. Análisis de esfuerzos en estructuras aeronáuticas.

1.1. Configuración estructural.

1.2. Vigas de sección de pared delgada. Conceptos generales. Vigas sometidas a torsión.

1.3. Vigas sometidas a momento flector.

1.4. Esfuerzos cortantes producidos por la fuerza cortante.

1.5. Esfuerzos cortantes en secciones multicelulares.

1.6. Cálculo de desplazamientos en estructuras aeronáuticas.

1.7. Análisis de esfuerzos en cuadernas y costillas.

1.8. Vigas de sección variable.

1.9. Restricción al alabeamiento.

2. Comprobación de resistencia.

- 2.1. Nociones sobre integridad estructural.
- 2.2. Modelización de materiales metálicos.
- 2.3. Elementos sometidos a tracción y a momento flector.
- 2.4. Introducción a la teoría de la estabilidad en sistemas estructurales.
- 2.5. Estabilidad a compresión de columnas de sección estable (pandeo global).
- 2.6. La viga columna. Fallo a compresión de columnas de sección estable.
- 2.7. Estabilidad de paneles de revestimiento. Anchura efectiva.
- 2.8. Estabilidad local de perfiles de pared delgada y revestimientos rigidizados.
- 2.9. Crippling y fallo a compresión de perfiles de pared delgada.
- 2.10. Revestimientos rigidizados a compresión.
- 2.11. Comportamiento postcrítico de paneles en cortadura. Tensión diagonal.
- 2.12. Estructuras aeronáuticas con materiales compuestos.

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1			<b>Temas 1.1 y 1.2</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
2			<b>Tema 1.2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 1.2</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
3			<b>Tema 1.3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 1.3</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
4			<b>Tema 1.4</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 1.4</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
5			<b>Temas 1.5 y 1.6</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Temas 1.5 y 1.6</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
6			<b>Temas 1.6 y 1.7</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Temas 1.6 y 1.7</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
7			<b>Temas 1.8 y 1.9</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Temas 1.8 y 1.9</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	<b>Prueba de evaluación</b> ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua No presencial Duración: 02:30

8			<p><b>Temas 2.1 y 2.2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Temas 2.1 y 2.2</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	
9			<p><b>Temas 2.3 y 2.4</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	
10			<p><b>Temas 2.5 y 2.6</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	
11			<p><b>Tema 2.7</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 2.7</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	
12			<p><b>Tema 2.8</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 2.8</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	
13			<p><b>Tema 2.9</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 2.9</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	
14			<p><b>Tema 2.10</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 2.10</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	
15			<p><b>Temas 2.11 y 2.12</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Temas 2.11 y 2.12</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Prueba de evaluación</b> ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua No presencial Duración: 02:30</p>
16				
17				<p><b>Prueba final</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 04:00</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.

\* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso



derivadas de la situación creada por la COVID-19.

## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1. Evaluación continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
7	Prueba de evaluación	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	02:30	50%	5 / 10	CG3 CG9 CE33
15	Prueba de evaluación	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	02:30	50%	5 / 10	CG3 CG9 CE33

#### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Prueba final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	04:00	100%	5 / 10	CG3 CG9 CE33

#### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Prueba final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	04:00	100%	5 / 10	CG3 CG9 CE33

## 7.2. Criterios de evaluación

Se establecerá una evaluación continuada en la que se tendrán en cuenta los trabajos personales y en grupo que se hayan propuesto y los exámenes parciales. Tanto unos como otros serán voluntarios.

Los exámenes estarán compuestos de una parte teórica, y/o una parte práctica o una combinación de ambas.

- Primer examen parcial: Se propondrá un examen parcial hacia la mitad del semestre en el que se incluirá los temas correspondientes a la parte 1 de la asignatura. Este examen parcial, caso de ser superado, supondrá la liberación de la parte correspondiente.

- Segundo examen parcial: Se propondrá un examen parcial al final del semestre en el que se incluirá los temas correspondientes a la parte 2 de la asignatura. Este examen parcial, caso de ser superado, supondrá la liberación de la parte correspondiente.

- Examen final y extraordinario: Se realizará una prueba final que consta de dos partes, cada parte coincidente en temario con la impartido en cada uno de los parciales. A cada parte se presentarán los alumnos que no hayan superado el correspondiente parcial o deseen subir la nota obtenida.

La parte teórica será de tipo test y estará orientada a verificar que el estudiante ha comprendido correctamente los conceptos teóricos básicos expuestos durante el desarrollo de la asignatura.

La parte práctica podrá consistir en:

- Ejercicios a desarrollar por el estudiante eligiendo una de entre varias soluciones proporcionadas, o
- Ejercicios propuestos a desarrollar íntegramente in extenso por el estudiante, o
- Una combinación de ambas posibilidades.

La suma de las calificaciones de ambos parciales tendrá un máximo de 10.

En el caso de proponerse trabajos para casa, éstos, al ser voluntarios, servirán como calificación adicional a la obtenida en las pruebas regladas, hasta un máximo de un 5 por ciento de la nota total. En el caso de que la nota total supere los 10 puntos, el estudiante adquirirá la calificación de Matrícula de Honor.

La asignatura se aprueba con una nota media entre los dos parciales mayor o igual a 5.

Para realizar media, es necesario que la nota mínima sea de 3,5 en cada parcial.

Los parciales con nota mayor o igual a 5 se guardan hasta la convocatoria extraordinaria del presente curso académico.

No se guardan notas supendidas.

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
ENRIQUE DE LA FUENTE TREMPS. "Introducción al Análisis de las Estructuras Aeronáuticas". Garceta Grupo Editorial, 2014. ISBN: 978-84-1545-291-1	Bibliografía	Texto base de la asignatura
ENRIQUE DE LA FUENTE TREMPS, ROMÁN TORRES SÁNCHEZ. "Estructuras Aeronáuticas. 142 Ejercicios Resueltos". Garceta Grupo Editorial, 2015. ISBN: 978-84-1622-821-8	Bibliografía	Texto base de la asignatura
P. KUHN. "Stresses in Aircraft Structures". Ed. MacGraw Hill Book Co, 1956.	Bibliografía	
H.G. MEGSON. "Aircraft Structures for Engineering Students". Ed. Butterworth-Heinemann, 5th Edition. ISBN: 9780080969053	Bibliografía	
R.M. RIVELLO. "Theory and Analysis of Flight Structures". Ed. McGraw Hill, 1969.	Bibliografía	
E.F. BRUHN. "Analysis and Design of Flight Vehicle Structures". Ed. Jacobs Publishing Inc, 1973.	Bibliografía	
J.C. FLABEL. "Practical Stress Analysis". Lake City Publishing, 1997.	Bibliografía	

M.C.Y. NIU. "Airframe Stress Analysis and Sizing". Ed. Conmilit Press Ltd, Hong Kong, 2001.	Bibliografía	
Espacio MOODLE de la asignatura <a href="http://moodle.upm.es/">http://moodle.upm.es/</a>	Recursos web	

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

La docencia y la evaluación está concebida inicialmente como no presencial. La adaptación de la guía docente a tipo presencial o semipresencial se realizará según indique la normativa vigente en cada momento.

- Las clases teóricas se impartirán telemáticamente con comunicaciones síncronas y asíncronas utilizando las plataformas Teams o Zoom.
- Las clases teóricas y prácticas síncronas se realizarán en el horario establecido. Las clases asíncronas se indicarán oportunamente.
- Es muy recomendable que los alumnos visualicen las clases grabadas en el caso de clases asíncronas para poder seguir el desarrollo posterior de la asignatura.
- Las clases prácticas, en la medida de lo posible, se realizarán con ejemplos de forma síncrona tanto por parte del profesor como por parte de los alumnos. Según avance el curso, y dependiendo del espacio disponible, intentaremos realizar alguna clase presencial en los espacios destinados a tal fin.
- En la plataforma Moodle tendrán las presentaciones de cada una de las clases, los problemas a realizar y otra información de interés y apoyo para el seguimiento de la asignatura.
- Las tutorías se realizarán mediante las plataformas Teams o Zoom de forma individual y colectiva y mediante correo electrónico de forma individual.