



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

**143000119 - Materiales De Uso Espacial**

### PLAN DE ESTUDIOS

14SA - Master Universitario En Sistemas Espaciales

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2025/26 - 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.....	7
8. Recursos didácticos.....	10
9. Otra información.....	11

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	143000119 - Materiales de Uso Espacial
<b>No de créditos</b>	4.5 ECTS
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Curso</b>	Segundo curso
<b>Semestre</b>	Tercer semestre
<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	14SA - Master Universitario en Sistemas Espaciales
<b>Centro responsable de la titulación</b>	14 - E.T.S.I. Aeronáutica Y Del Espacio
<b>Curso académico</b>	2025-26

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Antonio Fernandez Lopez (Coordinador/a)	A.02.072	antonio.fernandez.lopez@upm.es	M - 09:30 - 11:30 J - 09:30 - 11:30
Nuria Martin Piris		nuria.mpiris@upm.es	Sin horario.
Jose Manuel Menendez Martin	A.02.072	jose.m.menendez@upm.es	L - 18:00 - 19:00 X - 18:00 - 19:00

Daniel Del Rio Velilla	A.02.069	daniel.delrio.velilla@upm.es	L - 09:30 - 10:30 X - 09:30 - 10:30 V - 09:30 - 10:30
Ana Amate Illescas	A.02.072	ana.amate@upm.es	L - 18:00 - 19:00 X - 18:00 - 19:00

\* 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

- Estructuras De Uso Espacial

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

- Conocimiento básico de lengua extranjera (Inglés).
- Conocimiento de nivel de Grado en Ingeniería Aeroespacial, o grados afines.

### 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

#### 4.1. Competencias

E11 - Establecer, diseñar, poner en práctica y adoptar un proceso de desarrollo de un subsistema de un vehículo espacial, y también del sistema completo.

E13 - Analizar los subsistemas específicos que conforman un vehículo espacial.

E14 - Conocer los distintos tipos de ensayos ambientales, de radiación, estructurales y térmicos necesarios para verificar el diseño de una nave espacial

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA1 - Desarrollo de un proceso de fabricación

RA5 - Ser capaz de dimensionar los enlaces con el satélite para conseguir las prestaciones necesarias.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

El objetivo de la asignatura es que el estudiante adquiera una información que le permita discernir sobre la conveniencia o no del uso de ciertos materiales en un vehículo espacial, atendiendo no sólo a sus propiedades mecánicas, sino también a los requisitos específicos que impone el entorno espacial (radiación, desgasificación, etc.) y a las particularidades de la fabricación (principalmente de materiales compuestos).

Además, se trabajará con herramientas de cálculo de estructuras de materiales compuestos y se realizará un proceso de fabricación de una aeroestructura, con su posterior validación mediante un ensayo estructural.

La metodología de enseñanza y aprendizaje está articulada en torno al desarrollo de clases de presentación de contenidos, complementadas con trabajos de laboratorio y la realización de procesos de fabricación.

## 5.2. Temario de la asignatura

1. Introducción a las aplicaciones espaciales de materiales
  - 1.1. Características particulares del sector espacio
  - 1.2. Ambiente espacial
  - 1.3. Introducción-recordatorio a los materiales compuestos
  - 1.4. Papel de los materiales Compuestos en el espacio.
  - 1.5. Ejemplos
  - 1.6. Introducción/ Recordatorio Nastrán/Patran
  - 1.7. Simulación de materiales ortótropos y laminados
  - 1.8. Introducción a los criterios de tolerancia al daño
2. Diseño de estructuras de material compuesto
  - 2.1. Criterios de diseño para estructuras espaciales
  - 2.2. Condiciones de contorno de estructuras espaciales
  - 2.3. Realización de procesos de fabricación y ensayo de estructuras
3. Materiales metálicos
  - 3.1. Propiedades de los materiales y su importancia en la selección de materiales. Propiedades mecánicas. Propiedades físicas (térmicas, ópticas, eléctricas, magnéticas). Propiedades químicas.
  - 3.2. Selección de materiales en entornos espaciales. Normativa para materiales metálicos.
  - 3.3. Propiedades y aplicaciones de aleaciones ligeras de uso espacial: aluminio, magnesio, berilio, titanio.
  - 3.4. Propiedades y aplicaciones de materiales de uso especial para aplicaciones de alta resistencia y/o temperatura elevada: aceros de alta resistencia, aleaciones de níquel, cobalto, cobre, y aleaciones refractarias.
  - 3.5. Materiales compuestos de matriz metálica de uso espacial. Propiedades y aplicaciones.
  - 3.6. Materiales cerámicos y compuestos de matriz cerámica de aplicación espacial (cerámicos avanzados, laminados). Propiedades y aplicaciones.

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Tema 3</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	<b>Tema 3</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	<b>Tema 3</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
4	<b>Tema 3</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
5	<b>Tema 3</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Realización del trabajo de propiedades mecánicas</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva y Global No presencial Duración: 04:00
6	<b>Tema 3</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Realización del trabajo de propiedades mecánicas</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva y Global No presencial Duración: 04:00
7	<b>Tema 3</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Presentacion Trabajo Propiedades Mecánicas</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva y Global Presencial Duración: 00:15
8	<b>Tema 1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Calculo de una estructura de Material Compuesto</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
9	<b>Tema 1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Calculo de una estructura de Material Compuesto</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Trabajo de diseño y calculo de una estructura de material compuesto</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva y Global No presencial Duración: 08:00

10	<b>Tema 1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Calculo de una estructura de Material Compuesto</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Trabajo de diseño y calculo de una estructura de material compuesto</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva y Global No presencial Duración: 08:00
11	<b>Tema 1</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Presentación diseño estructura</b> PI: Técnica del tipo Presentación Individual Evaluación Progresiva y Global Presencial Duración: 00:30
12	<b>Tema 2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Realización del proceso y fabricación de una aerestructura con material compuesto</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Realización de un proceso de fabricación de una estructura de material compuesto</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación Progresiva y Global No presencial Duración: 08:00
13	<b>Tema 2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Realización del proceso y fabricación de una aerestructura con material compuesto</b> Duración: 04:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
14	<b>Tema 2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Realización del proceso y fabricación de una aerestructura con material compuesto</b> Duración: 04:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
15		<b>Realización del proceso y fabricación de una aerestructura con material compuesto</b> Duración: 04:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
16				
17				<b>Realización del ensayo estructural</b> PGL: Técnica del tipo Presentación en Grupo de Laboratorio Evaluación Progresiva y Global Presencial Duración: 00:30

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	Realización del trabajo de propiedades mecánicas	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	04:00	%	/ 10	
6	Realización del trabajo de propiedades mecánicas	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	04:00	%	/ 10	
7	Presentacion Trabajo Propiedades Mecánicas	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:15	40%	5 / 10	E14 E11 E13
9	Trabajo de diseño y calculo de una estructura de material compuesto	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	08:00	%	/ 10	
10	Trabajo de diseño y calculo de una estructura de material compuesto	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	08:00	%	/ 10	
11	Presentación diseño estructura	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Presencial	00:30	30%	5 / 10	E13 E14 E11
12	Realización de un proceso de fabricación de una estructura de material compuesto	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	08:00	%	/ 10	
17	Realización del ensayo estructural	PGL: Técnica del tipo Presentación en Grupo de Laboratorio	Presencial	00:30	30%	5 / 10	

#### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
5	Realización del trabajo de propiedades mecánicas	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	04:00	%	/ 10	
6	Realización del trabajo de propiedades mecánicas	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	04:00	%	/ 10	
7	Presentacion Trabajo Propiedades Mecánicas	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:15	40%	5 / 10	E14 E11 E13
9	Trabajo de diseño y calculo de una estructura de material compuesto	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	08:00	%	/ 10	
10	Trabajo de diseño y calculo de una estructura de material compuesto	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	08:00	%	/ 10	
11	Presentación diseño estructura	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Presencial	00:30	30%	5 / 10	E13 E14 E11
12	Realización de un proceso de fabricación de una estructura de material compuesto	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	08:00	%	/ 10	
17	Realización del ensayo estructural	PGL: Técnica del tipo Presentación en Grupo de Laboratorio	Presencial	00:30	30%	5 / 10	

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	02:00	100%	5 / 10	E11 E14 E13

## 7.2. Criterios de evaluación

La evaluación estará compuesta por tres presentaciones de trabajos: trabajo, prácticas y trabajo en grupo. La nota final del curso (NF) se compone de los siguientes grupos de actividades:

- Nota presentación de materiales metálicos (NP1) - 40% de la nota final de la asignatura
- Nota presentación de materiales compuestos - diseño y cálculo (NP2) - 30% de la nota final de la asignatura
- Nota de la presentación individual del trabajo en grupo (NTG) - 30% de la nota final de la asignatura

La parte de metálicos, que cuenta un 40% de la nota final, se evaluará mediante un trabajo en grupo y un examen escrito de 30 minutos de duración, que se realizará al finalizar las últimas presentaciones. La calificación de esta parte, sobre 10, será 70% presentación y asistencia a la asignatura, y un 30% el examen escrito, debiendo obtenerse una nota mínima de 4,0 en cada uno de los dos.

La presentación del trabajo de materiales compuestos (NP2) se hará en dos fases que serán representativas de la metodología de trabajo en la industria aeronáutica. Así, se hará una primera presentación equivalente al PDR (Preliminary Design Review) a la que se realizarán comentarios críticos que deberán de implementarse en una segunda presentación (equivalente al Critical Design Review o CDR). Mediante esta metodología no solo se evaluará el trabajo realizado, sino la capacidad de expresión y la evolución de las ideas.

Por último, la presentación del trabajo en grupo se realizará de forma individual, valorándose no solo el trabajo realizado, sino la presentación del mismo y su aplicación en el laboratorio.

Todas las evaluaciones se aprueban o liberan, en su caso, con 5.0.

La nota final de la asignatura (NF) se calcula de acuerdo a la siguiente expresión:

$$NF = 0.4 NP1 + 0.3 NP2 + 0.3 NTG$$

Para superar la asignatura se debe aprobar cada uno de las presentaciones de trabajos con una nota igual o mayor a 5.0. Por tanto, la nota final (NF) debe ser igual o mayor a 5.0.

En caso de no poder realizarse la parte práctica correspondiente al trabajo en grupo (BTG-30% del total de la nota de la asignatura), la parte de realización del proceso de fabricación en equipo corresponderá al 10% de la nota de la asignatura, y el otro 20% restante será sustituido por un trabajo individual de optimización estructural.

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Composite airframe structures: practical design information and data. Michael Chun-Yung Niu. Conmilit Press, 1992	Bibliografía	
ECSS Space engineering ECSS-E-ST-10-04C: Space environment	Otros	
ECSS Space engineering ECSS-E-ST-32-08C: Materials	Otros	
ECSS Space product assurance ECSS-Q-70-71A: Data for selection of space materials and processes	Otros	
ECSS Space engineering ECSS-Q-ST-70-04C: Thermal testing for the evaluation of space materials, processes, mechanical parts and assemblies	Bibliografía	
ECSS Space product assurance ECSS-Q-70-21A: Flammability testing for the screening of space materials	Otros	
ECSS Space product assurance ECSS-Q-ST-70-36A: Material selection for controlling stress-corrosion cracking	Otros	
ECSS Space product assurance ECSS-Q-ST-70C: Materials, mechanical parts and processes	Otros	

El Laboratorio de Materiales Compuestos del Departamento de Materiales y Producción Aeroespacial dispone de todos los medios para la fabricación de estructuras de material compuesto y el ensayo de elementos estructurales.	Equipamiento	
Material fungible: preimpregnados, material de bolsa, etc	Equipamiento	
Está previsto utilizar la plataforma Moodle para la publicación y difusión de material didáctico que los alumnos puedan necesitar, tales como apuntes, enunciados y solución de ejercicios, etc	Recursos web	

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

Las prácticas de la asignatura se realizan en grupos de 8 personas.

El tribunal de la asignatura es:

Presidente: Antonio Fernández

Vocal: José Manuel Menéndez

Secretario: Nuria Martín Piris

Suplente: Ana Amate Illescas

Respecto a los Objetivos de Desarrollo Sostenible, la asignatura tiene relación con los siguientes:

- 7- Energía Asequible y no contaminante: Debido al ahorro de combustible en lanzadores y estructuras espaciales
- 8- Trabajo decente y crecimiento económico: Debido a su alto componente tecnológico
- 9- Industria, Innovación e infraestructura: Debido a sus aplicaciones en la industria aeroespacial