



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

**143000119 - Materiales de Uso Espacial**

### PLAN DE ESTUDIOS

14SA - Master Universitario En Sistemas Espaciales

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2019/20 - 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.....	9
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 - Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeronáutica y del Espacio
<b>Curso académico</b>	2019-20

## 2. Profesorado

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Nuria Martin Piris		nuria.mpiris@upm.es	Sin horario.
Antonio Fernandez Lopez (Coordinador/a)		antonio.fernandez.lopez@upm.es	- -
Jose Manuel Menendez Martin		jose.m.menendez@upm.es	Sin horario.

\* 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
Angel Renato Pozo Morales	angel.pozo@toledo-norte.es	Centro de Formación Toledo Norte

## 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

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

RA1 - Desarrollo de un proceso de fabricación

## 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.).

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

- 1.1. Aplicaciones Espaciales.
- 1.2. Características particulares del Sector espacio
- 1.3. Ambiente Espacial

#### 2. Materiales Compuestos en aplicaciones espaciales

- 2.1. Introducción-recordatorio a los materiales compuestos
- 2.2. Fabricación y diseño con materiales compuestos: líneas generales
- 2.3. Papel de los materiales Compuestos en el espacio.
- 2.4. Ejemplos

### 3. Efectos en los materiales del entorno espacial

#### 3.1. Entorno espacial

#### 3.2. Efecto de los materiales compuestos en el entorno espacial

### 4. Cualificación de materiales para espacio

#### 4.1. Procedimiento de cualificación de materiales

#### 4.2. Normativa

### 5. Diseño de estructuras de material compuesto

#### 5.1. Introducción/Recordatorio Nastran/Patran

#### 5.2. Simulación de materiales ortótropos y laminados

#### 5.3. Introducción a los criterios de tolerancia al daño

#### 5.4. Criterios de diseño para estructuras espaciales

#### 5.5. Condiciones de contorno de estructuras espaciales

#### 5.6. Simulación de la fabricación

#### 5.7. Realización de procesos de fabricación y ensayo de estructuras

### 6. Materiales metálicos

6.1. Propiedades de los materiales y su importancia en la selección de materiales. Propiedades mecánicas. Propiedades físicas (térmicas, ópticas, eléctricas, magnéticas). Propiedades químicas.

6.2. Selección de materiales en entornos espaciales. Normativa para materiales metálicos.

6.3. Propiedades y aplicaciones de aleaciones ligeras de uso espacial: aluminio, magnesio, berilio, titanio.

6.4. 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.

6.5. Materiales compuestos de matriz metálica de uso espacial. Propiedades y aplicaciones.

6.6. 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 presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Otra actividad presencial	Actividades de evaluación
1	<b>Tema 6</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	<b>Tema 6</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	<b>Tema 6</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
4	<b>Tema 6</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
5	<b>Tema 6</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
6	<b>Tema 6</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Tema 5 - Nastran Patran</b> Duración: 06:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Presentación Trabajo Propiedades Mecánicas</b> PI: Técnica del tipo Presentación Individual Evaluación continua y sólo prueba final Duración: 03:00
7	<b>Tema 6</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Tema 5 - Nastran Patran</b> Duración: 06:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
8	<b>Tema 6</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Tema 5 - Nastran Patran</b> Duración: 06:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
9	<b>Tema 1</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
10	<b>Tema 2</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
11	<b>Tema 2</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Presentación diseño estructura</b> PI: Técnica del tipo Presentación Individual Evaluación continua y sólo prueba final Duración: 03:00
12	<b>Tema 3</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Realización del proceso y fabricación de una aerestructura con material compuesto</b> Duración: 08:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		

13	<b>Tema 4</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Realización del proceso y fabricación de una aerestructura con material compuesto</b> Duración: 08:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
14	<b>Tema 5</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Realización del proceso y fabricación de una aerestructura con material compuesto</b> Duración: 08:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
15	<b>Tema 5</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Realización del proceso y fabricación de una aerestructura con material compuesto</b> Duración: 08:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Realización del ensayo estructural</b> PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua y sólo prueba final Duración: 03:00
16				
17				

Las horas de actividades formativas no presenciales son aquellas que el estudiante debe dedicar al estudio o al trabajo personal.

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.



## 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
6	Presentación Trabajo Propiedades Mecánicas	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Presencial	03:00	40%	5 / 10	
11	Presentación diseño estructura	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Presencial	03:00	30%	5 / 10	
15	Realización del ensayo estructural	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	03:00	30%	5 / 10	

#### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
6	Presentación Trabajo Propiedades Mecánicas	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Presencial	03:00	40%	5 / 10	
11	Presentación diseño estructura	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Presencial	03:00	30%	5 / 10	
15	Realización del ensayo estructural	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	03:00	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 E13 E14

## 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)

? Nota presentación de materiales compuestos ? diseño y cálculo (NP2)

? Nota de la presentación individual del trabajo en grupo (NTG)

La evaluación de la asignatura se realizará mediante presentaciones en las que el alumno deberá de aplicar los conocimientos adquiridos y razonar con ellos sobre un caso práctico.

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 realizaran 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.

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.

## 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	

<p>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.</p>	<p>Equipamiento</p>	
<p>. Tiene asimismo todo tipo de útiles de medida de longitudes, espesores, profundidades, etc, que puedan necesitar los alumnos en las prácticas, así como diversos ordenadores y equipos de adquisición de datos</p>	<p>Equipamiento</p>	
<p>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</p>	<p>Recursos web</p>	

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

NA