

## PLAN DOCENTE DE LA ASIGNATURA

Curso académico: 2019/2020

Identificación y características de la asignatura											
Código	502649			Créditos ECTS	6						
Denominación (español)	Comportamiento Mecánico de los Materiales										
Denominación (inglés)	Mechanical Behaviour of Materials										
Titulaciones	Grado en Ingeniería de Materiales										
Centro	Escuela de Ingenierías Industriales										
Semestre	5º	Carácter	Obligatorio								
Módulo	Tecnología Específica de Materiales										
Materia	Comportamiento Mecánico de los Materiales										
Profesor/es											
Nombre	Despacho	Correo-e			Página web						
Pedro Miranda González	B0.15	<a href="mailto:pmiranda@unex.es">pmiranda@unex.es</a>			<a href="http://materiales.unex.es">http://materiales.unex.es</a>						
Área de conocimiento	Ciencia de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica										
Departamento	Ingeniería Mecánica, Energética y de los Materiales										
Profesor coordinador (si hay más de uno)											
Competencias* (ver tabla en <a href="http://bit.ly/competenciasGrados">http://bit.ly/competenciasGrados</a> )											
Competencias Básicas	Marcar con una "X"	Competencias Generales	Marcar con una "X"	Competencias Transversales	Marcar con una "X"	Competencias Específicas FB	Marcar con una "X"	Competencias Específicas CRI	Marcar con una "X"	Competencias Específicas TE	Marcar con una "X"
CB1	X	CG1	X	CT1	X	CEFB1		CECRI1		CETE1	X
CB2	X	CG2	X	CT2	X	CEFB2		CECRI2		CETE2	X
CB3	X	CG3	X	CT3	X	CEFB3		CECRI3		CETE3	X
CB4	X	CG4	X	CT4	X	CEFB4		CECRI4		CETE4	X
CB5	X	CG5	X	CT5	X	CEFB5		CECRI5		CETE5	X
		CG6	X	CT6	X	CEFB6		CECRI6		CETE6	
		CG7	X	CT7	X			CECRI7		CETE7	X
		CG8	X	CT8	X			CECRI8		CETE8	X
		CG9		CT9	X			CECRI9		CETE9	
		CG10	X	CT10	X			CECRI10		CETE10	X
		CG11						CECRI11		CETE11	X
		CG12	X					CECRI12		CETFG	

\*Los apartados relativos a competencias, breve descripción del contenido, actividades formativas, metodologías docentes, resultados de aprendizaje y sistemas de evaluación deben ajustarse a lo recogido en la memoria verificada del título.

Contenidos
Breve descripción del contenido*
Comportamiento elástico lineal. Comportamiento elástico en polímeros, viscoelasticidad lineal. Plasticidad. Fluencia. Mecánica de la fractura, fractura frágil y fractura no lineal. Fatiga. Ensayos mecánicos.
Temario de la asignatura
Denominación del tema 1: Introducción al comportamiento mecánico de los materiales Contenidos del tema 1: Importancia del comportamiento mecánico. Ensayo uniaxial. Curvas tensión deformación nominal y real. Principales propiedades mecánicas. <b>Actividad Práctica L-1:</b> Demostración de ensayo Hertz. Utilización de microscopía y análisis de imagen para medida de huellas residuales de indentación Obtención de curvas tensión-deformación mediante indentación Hertz (6h)
Denominación del tema 2: Elasticidad lineal Contenidos del tema 2: Origen de las fuerzas de recuperación elástica. Origen atómico del módulo elástico. Tensor de tensiones y tensor de deformaciones. Elasticidad lineal en materiales isótropos. Elasticidad lineal en materiales anisótropos. <b>Actividad Práctica L-2:</b> Métodos de medida del módulo elástico. Ensayos de excitación por impulsos (2h)
Denominación del tema 3: Elasticidad en Polímeros Contenidos del tema 3: Comportamiento elástico en polímeros. Viscoelasticidad lineal. Amortiguamiento dinámico. Disipación de energía mecánica <b>Actividad Práctica L-3:</b> Ensayo uniaxial en polímeros. (2.5h)
Denominación del tema 4: Plasticidad. Dislocaciones. Contenidos del tema 4: Paradoja del límite elástico. Concepto de dislocación. Clasificación y caracterización de dislocaciones. Propiedades de las dislocaciones. Movimiento y multiplicación de dislocaciones. Deformación plástica en monocristales. Ley de Schmid. Deformación en policristales. Mecanismos de endurecimiento. <b>Actividad Práctica L-4:</b> Dureza. Nanoindentación (2h)
Denominación del tema 5: Fluencia. Contenidos del tema 5: Características fundamentales de la fluencia a alta temperatura. Ensayos de deformación plástica a alta temperatura. Fluencia en monocristales: subida de dislocaciones. Mecanismos de fluencia en policristales sin fase intergranular. Mecanismos de fluencia en policristales con fase intergranular. Superplasticidad
Denominación del tema 6: Fractura frágil. Contenidos del tema 6: Ductilidad y fragilidad. Resistencia a fractura teórica. Defectos, concentradores de tensiones. Naturaleza estadística de la fractura frágil. Teoría de Griffith. Propagación de fisuras. Mecánica de la fractura de Irwin. <b>Actividad Práctica L-5:</b> Ensayos para medida de resistencia a fractura. Análisis de Weibull de resultados de resistencia a la fractura. (4h laboratorio + 2h ordenador)
Denominación del tema 7: Fractura no lineal y fatiga. Contenidos del tema 7: No linealidad en punta de fisura. Disipación de energía. Tenacidad y mecanismos de refuerzo. Fatiga. <b>Actividad Práctica L-6:</b> Ensayos para la medida de la tenacidad a fractura. (2h)
Denominación del tema 8: Desgaste. Contenidos del tema 8: Fricción, desgaste y lubricación. Modos y mecanismos de desgaste. Modelos. Métodos experimentales. <b>Actividad Práctica L-7:</b> Ensayo de desgaste. (2h)

Actividades formativas*								
Horas de trabajo del alumno por tema		Horas teóricas	Actividades prácticas				Actividad de seguimiento	No presencial
Tema	Total	GG	PCH	LAB	ORD	SEM	TP	EP
1	15	15	0	6	0	0	0	8
2	13	13	0	2	0	0	0	8
3	17.5	17.5	0	2.5	0	0	0	11
4	18.5	18.5	0	2	0	0	1.5	11
5	17	17	0	0	0	0	0	11
6	21	21	0	4	2	0	0	13
7	17	17	0	2	0	0	0	11
8	17.5	17.5	0	2	0	0	1.5	11
<b>Evaluación **</b>	13.5	3	0	0	0	0	0	10.5
<b>TOTAL</b>	<b>150</b>	<b>30</b>	<b>0</b>	<b>20.5</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>94.5</b>

GG: Grupo Grande (100 estudiantes).  
 PCH: prácticas clínicas hospitalarias (7 estudiantes)  
 LAB: prácticas laboratorio o campo (15 estudiantes)  
 ORD: prácticas sala ordenador o laboratorio de idiomas (30 estudiantes)  
 SEM: clases problemas o seminarios o casos prácticos (40 estudiantes).  
 TP: Tutorías Programadas (seguimiento docente, tipo tutorías ECTS).  
 EP: Estudio personal, trabajos individuales o en grupo, y lectura de bibliografía.

### Metodologías docentes\*

De entre las metodologías docentes incluidas en el plan de estudios del título, en la presente asignatura se utilizan las siguientes:

Metodologías docentes	Se indican con una "X" las utilizadas
1. Explicación y discusión de los contenidos teóricos	X
2. Resolución, análisis y discusión de ejemplos de apoyo o de problemas previamente propuestos	X
3. Exposición de trabajos previamente encargados a los estudiantes	x
4. Desarrollo en laboratorio, aula de informática, campo, etc., de casos prácticos	X
5. Resolución de dudas puntuales en grupos reducidos, para detectar posibles problemas del proceso enseñanza-aprendizaje y guía en los trabajos, prácticas y estudio del estudiante	X
6. Búsqueda de información previa al desarrollo del tema o complementaria una vez que se han realizado actividades sobre el mismo	X
7. Elaboración de trabajos, individualmente o en grupos	x
8. Estudio de cada tema, que puede consistir en: estudios de contenidos, preparación de problemas o casos, preparación del examen, etc.	X

La metodología que se utilizará para el desarrollo de la docencia de la asignatura es la siguiente:

\*\* Indicar el número total de horas de evaluación de esta asignatura.

- Desarrollo de los contenidos teóricos fundamentales. Exposición realizada por el profesor de los temas de la asignatura (lección magistral). La presentación comenzará con una breve descripción de los objetivos e interés del tema a tratar. Seguidamente se expondrán los conceptos básicos más importantes, incidiendo con ejemplos en sus posibles aplicaciones, aspecto éste de gran interés en Ingeniería. Una vez finalizado el tema se realizará un resumen y se establecerá una discusión para aclarar los conceptos que no hayan quedado suficientemente claros.
- Realización de actividades prácticas (Seminario/Laboratorio). Se realizarán 11 actividades de este tipo de 2/2.5 horas cada una. En primer lugar el profesor explicará brevemente la finalidad de la práctica o seminario, la metodología a utilizar y el manejo de los diferentes equipos experimentales, en su caso. A continuación los estudiantes realizarán la práctica correspondiente, bajo la constante supervisión y apoyo del profesor, o bien el profesor guiará a los alumnos en la resolución de ejercicios, problemas o casos prácticos facilitados a los alumnos. Se realizará una puesta en común de los resultados, para detectar y corregir posibles errores, y se discutirá el proceso de ejecución/resolución. Una vez finalizada la actividad práctica, los alumnos deberán elaborar y entregar el informe correspondiente.
- Tutorías programadas. Se trata fundamentalmente de una actividad de seguimiento y retroalimentación tanto para los estudiantes como para el profesor. También permitirá identificar a aquellos alumnos que tengan dificultades especiales con la materia, para propiciar su asistencia a las tutorías individuales de libre acceso.

### Resultados de aprendizaje\*

El alumno aprenderá a distinguir fenomenológicamente y describir a nivel micro y macroscópico los tres dominios del comportamiento mecánico de los materiales: elasticidad, plasticidad y fractura.  
Entenderá la influencia de la estructura de los materiales en su respuesta mecánica.  
Sabrá realizar ensayos diversos para determinar experimentalmente propiedades mecánicas de los materiales relativas a los tres dominios de comportamiento mecánico: constantes elásticas de los materiales, dureza, resistencia a fractura, tenacidad, etc.

### Sistemas de evaluación\*

#### Criterios de evaluación

- CE1.** Conocimiento y comprensión de los principales conceptos desarrollados en la asignatura Comportamiento Mecánico de los Materiales.  
*Relacionado con las competencias CB1, CB5, CECRI3, CG1-CG3, CG7, CG10, CG12, CT1, CT4, CT6-CT8, CT10, CETE1-CETE3, CETE7, CETE8, CETE10, CETE11*
- CE2.** Capacidad para aplicar los conocimientos adquiridos a la resolución de problemas prácticos.  
*Relacionado con las competencias CB2, CB3, CB5, CECRI3, CG1, CG4-CG7, CG12, CT2, CT4, CT6-CT8, CT10, CETE4-CETE5, CETE7, CETE8, CETE10, CETE11*
- CE3.** Capacidad para desenvolverse en el laboratorio y para la realización de ensayos de caracterización mecánica. En estas actividades se tendrá en cuenta la capacidad de los estudiantes para trabajar en equipo.  
*Relacionado con las competencias CB2, CB3, CB5, CECRI3, CG1, CG4-CG8, CG12, CT2-CT8, CT9, CT10, CETE4, CETE5, CETE7, CETE10, CETE11*

**CE4.** Capacidad del estudiante para el planteamiento y razonamiento lógico, así como la forma de expresarse y la presentación en las diferentes pruebas escritas.  
*Relacionado con las competencias CB2, CB4, CB5, CG1, CG4-CG7, CG12, CT2-CT7, CT10, CETE1-CETE5, CETE7, CETE11*

**Actividades de evaluación**

De entre las actividades de evaluación incluidas en el plan de estudios del título, en la presente asignatura se utilizan las siguientes:

	<b>Rango establecido en la memoria verificada</b>	<b>Convocatoria ordinaria</b>	<b>Convocatoria extraordinaria</b>	<b>Evaluación global</b>
1. Examen final teórico/práctico y/o exámenes parciales acumulativos y/o eliminatorios.	0%-80%	70%	70%	70%
2. Aprovechamiento de actividades prácticas realizadas en: aula, laboratorio, sala de ordenadores, campo, visitas, etc.	0%-50%	20%	20%	30%
3. Resolución y entrega de actividades (casos, problemas, informes, trabajos, proyectos, etc.), individualmente y/o en grupo (GG, SL, ECTS).	0%-50%	10%*	10%*	
4. Participación activa en clase.	0%-10%			---
5. Asistencia a las actividades presenciales.	0%-10%			---

(\*) *Actividad NO RECUPERABLE*

**Descripción de las actividades de evaluación**

La evaluación de los resultados de las actividades prácticas realizadas en laboratorio y/o seminario tendrá lugar mediante dos actividades. Por un lado, la entrega de una pequeña memoria, que contabilizará un 10% de la calificación total de la asignatura y que solo será entregable por alumnos que hayan asistido a la actividad, considerándose esta actividad de evaluación como NO RECUPERABLE. Además, verificará el aprovechamiento de las actividades prácticas mediante la realización de un examen de prácticas, que contabilizará un 20% de la calificación final.

El examen final incluirá cuestiones teóricas y/o prácticas y las calificaciones de esta prueba escrita deberán superar un 4.5 sobre 10 para ser contabilizadas en la calificación final. Si no se aprueba la asignatura por no alcanzar esta puntuación mínima, la nota que aparecerá en actas será 4.5 puntos. La calificación cuantitativa final se indicará en una escala de 0 a 10 con una única cifra decimal.

En las convocatorias extraordinarias, la calificación final se obtendrá sumando la calificación obtenida en las actividades NO RECUPERABLES (prácticas de laboratorio y sala de ordenadores) a la obtenida en un examen, que constará de dos partes bien diferenciadas, con la misma valoración (70%+20%) que el examen final y examen de prácticas de la convocatoria ordinaria.

La evaluación global tendrá lugar el mismo día asignado al examen final de cada convocatoria por la Subdirección de Ordenación Académica de la E.II.II. Constará de los mismos exámenes teórico y práctico descritos anteriormente, con la única salvedad de que la ponderación del examen práctico será ahora del 30%, en lugar del 20%).

## Bibliografía (básica y complementaria)

### Bibliografía básica

1. Hertzberg R. W., "Deformation and Fracture Mechanics of Engineering Materials" (John Wiley & Sons, 1989).
2. Hull D., Bacon D.J., "Introduction to Dislocations" (Pergamon Press, 1984).
3. Lawn B. R., "Fracture of Brittle Solids" (Cambridge University Press, 1993).
4. Callister W.D. "Introducción a la Ciencia e Ingeniería de los Materiales. Tomos I y II (Reverté 1995).
5. Ashby M. F.; Jones D. R. H. "Engineering Materials 1: An Introduction to Their Properties and Applications" (Butterworth-Heinemann, 1996).
6. Askeland D.R., "The Science and Engineering of Materials" (Chapman and Hall, 1996).
7. Shackelford J. F., "Introduction to Materials Science for Engineers" (Macmillan Publishing Company, 1988).
8. Smith W. F., "Fundamentos de la Ciencia e Ingeniería de Materiales" (McGraw Hill, 1993).

### Bibliografía complementaria

1. Ortiz Berrocal I., "Elasticidad" (ETSI, Univer. Politécnica de Madrid, 1985).
2. Weertman J. Wertman J. R. "Théorie Élementaire des Dislocations" (Masson et Cie, 1970).
3. Elices M., "Mecánica de la Fractura Aplicada a Sólidos Elásticos Bidimensionales" (1992)
4. Ashby M.F., Jones D.R.H., "Engineering Materials 2: An Introduction To Microstructures Processing and Design" (Pergamon Press, 1992).
5. Dorlot J. M., Bailon J.P., Masounave J. "Des Matériaux" (L'École Polytechnique de Montréal, 1986).
6. Kurz V. Mercier J.P., Zambelli G., "Traité des Matériaux: 1. Introduction à la Science des Matériaux" (Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 1991).
7. Nye J. F. "Physical Properties of Crystals" (Clarendon Press, 1987).
8. Van Vlack L. H., "Elements of Materials Science and Engineering" (Addison Wesley, 1989).

## Otros recursos y materiales docentes complementarios

Páginas web de interés:

Bibliografía de la asignatura:

["http://lope.unex.es/search~S7\\*spl/?searchtype=r&searcharg=502649"](http://lope.unex.es/search~S7*spl/?searchtype=r&searcharg=502649)

Otras webs:

<http://users.encs.concordia.ca/~mmedraj/mech221.html>

<http://users.encs.concordia.ca/~mmedraj/mech321.html>