

## PLAN DOCENTE DE LA ASIGNATURA

Curso académico: 2019/2020

Identificación y características de la asignatura											
Código	502656		Créditos ECTS				6				
Denominación (español)	Degradación, protección y selección de materiales										
Denominación (inglés)	Degradation, protection and selection of materials										
Titulaciones	Grado en Ingeniería de Materiales										
Centro	Escuela de Ingenierías Industriales										
Semestre	7	Carácter	Obligatoria								
Módulo	Tecnología Específica de Materiales										
Materia	Degradación, protección y selección de materiales										
Profesor/es											
Nombre	Despacho	Correo-e				Página web					
Antonio Macías García	B0.07	<a href="mailto:amacgar@unex.es">amacgar@unex.es</a>				<a href="http://campusvirtual.unex.es">http://campusvirtual.unex.es</a>					
Óscar Barrero López	B0.06	<a href="mailto:oborlop@unex.es">oborlop@unex.es</a>				<a href="http://campusvirtual.unex.es">http://campusvirtual.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)	Antonio Macías García										
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		CT1	X	CEFB1		CECRI1		CETE1	X
CB2	X	CG2		CT2	X	CEFB2		CECRI2		CETE2	
CB3	X	CG3		CT3	X	CEFB3		CECRI3		CETE3	
CB4	X	CG4	x	CT4	X	CEFB4		CECRI4		CETE4	X
CB5	x	CG5	x	CT5	X	CEFB5		CECRI5		CETE5	
		CG6		CT6	X	CEFB6		CECRI6		CETE6	X
		CG7	x	CT7	X			CECRI7		CETE7	X
		CG8		CT8	X			CECRI8		CETE8	X
		CG9		CT9	X			CECRI9		CETE9	X
		CG10		CT10	X			CECRI10		CETE10	X
		CG11	x					CECRI11		CETE11	x
		CG12	x					CECRI12		CETFG	
Contenidos											
Breve descripción del contenido*											
Comportamiento en servicio y deterioro. Fricción, desgaste y lubricación. Fragilización y envejecimiento. Corrosión, protección contra la corrosión.											

\*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.

Degradación y protección de materiales poliméricos. Degradación y protección de materiales cerámicos. Selección de materiales.

Desde el comienzo de la civilización, los materiales han sido utilizados por el hombre para mejorar su nivel de vida. De hecho, diferentes materiales han dado su nombre a las primeras civilizaciones.

El estudio de los materiales requiere el conocimiento profundo de su estructura, propiedades, etc..Hasta llegar a la utilización de un material, tiene lugar un largo proceso que se inicia con la extracción de los recursos naturales de nuestro planeta para obtener las materias primas. Su posterior elaboración nos proporciona los materiales que precisamos para fabricar los elementos que componen el producto final. Los productos de consumo son utilizados hasta que, finalmente, pierden su utilidad o son sustituidos por otros más eficientes, convirtiéndose en deshechos que se almacenan en los basureros..

Hace relativamente poco tiempo que los científicos llegaron a comprender la relación entre estructura de los materiales y sus propiedades permitiendo modificar o adaptar las características de los materiales y de este modo prolongar su comportamiento en servicio.

El hecho de que los metales, sólo puedan obtenerse de sus menas a costa de **grandes aportes de energía**, indica que se emplean en un estado **metaestable**, de violencia, y cuando ésta violencia **se elimina** vuelven a perderse, lo que justifica los fenómenos de corrosión y sus efectos.

Las pérdidas económicas ocasionadas por la corrosión son importante, de aquí la importancia del **estudio de sus mecanismos, formas y características de los distintos aspectos de la corrosión, degradación y protección** contra estos fenómenos.

La degradación de los materiales compuestos tiene unas repercusiones , que en general son menores que en los materiales metálicos. Sin embargo, el estudio del deterioro de los materiales compuestos es más complejo, como consecuencia de su propia composición.

Por otra parte, los materiales cerámicos frente a otros tipos de materiales, presentan un **alto grado de estabilidad química en medios corrosivos**. Esto permite un amplio espectro de aplicaciones en las cuales los materiales cerámicos son usados en condiciones severas, pero existen muchas otras áreas de aplicaciones donde las necesidades o requerimientos principales son los **refractoriedad y la resistencia a la corrosión**. .

En este curso se estudian las condiciones que modifican este comportamiento en los cerámicos.

En el caso de los materiales polimérico son ampliamente utilizados en la sociedad actual. La **degradación de los polímeros** da lugar a una **gran variedad de reacciones** y consecuencias adversas. La **ruptura de enlaces covalentes (QUÍMICO) (por energía térmica, por reacciones químicas y también por radiación)**, generalmente va acompañada de una **disminución de las características mecánicas del material (FÍSICO)**.

En general, al hablar de degradación de polímeros se hace referencia a **procesos irreversibles** que producen cambios en el polímero relacionados con la pérdida de su estructura química, de tal forma que las propiedades físicas del material se deterioran. Finalmente, la selección de los materiales juega un papel esencial en las aplicaciones y en comportamiento en servicio de los mismos.

Temario de la asignatura
<p>Denominación del tema 1: Utilización de materiales. Comportamiento en servicio y deterioro <b>(3 horas)</b></p> <p>Contenidos del tema 1: Introducción. Proceso histórico. Materiales de ingeniería. Competencia entre materiales. Perspectivas futuras de uso de los materiales. Comportamiento de los materiales. Evaluación del comportamiento de un material en servicio. Propiedades o combinación de propiedades requeridas por el material para una determinada aplicación. Condiciones en que el material presta servicio. Degradación que el material experimenta en servicio. Fallos de materiales en servicio. Control de calidad. Mantenimiento</p> <p>Actividades prácticas:</p>
<p>Denominación del tema 2: Fricción, desgaste y lubricación <b>(3 horas)</b></p> <p>Contenidos del tema 2: Introducción. Fricción en los metales. Mecanismo de fricción</p> <p>. Medición de la fricción. Desgaste. Mecanismos de desgaste. Medición del desgaste. Protección contra la fricción y el desgaste. Lubricación. Tipos de lubricación. Funciones de los lubricantes en el trabajo de metales. Tipos de lubricantes para el trabajo de metales</p> <p>Actividades prácticas: Práctica de fricción desgaste y lubricación <b>(15 horas)</b></p>
<p>Denominación del tema 3: Fragilización y envejecimiento <b>(2 horas)</b></p> <p>Contenidos del tema 3: Introducción. Fuentes de hidrógeno en la fragilización por hidrógeno. Mecanismo de fragilización por hidrógeno. Termodinámica del proceso de fragilización. Cinética del proceso de fragilización. Aspectos diferenciales entre fragilización por hidrógeno y corrosión bajo tensión. Materiales resistentes a la fragilización por hidrógeno</p> <p>Actividades prácticas:</p>
<p>Denominación del tema 4: Corrosión. Protección contra la corrosión <b>(6 horas)</b></p> <p>Contenidos del tema 4: Introducción. Clasificación y características de los distintos procesos de corrosión. Factores que afectan a la corrosión. Corrosión seca o corrosión directa o corrosión a alta temperatura. Mecanismo de formación del óxido. Características diferenciales entre corrosión directa o seca y electroquímica. Corrosión electroquímica. Orígenes de las corrientes eléctricas durante la corrosión. Ecuación de Nernst. Tipos de reacciones electroquímicas. Diagrama de Pourbaix. Diagramas de Evans. Pasividad</p> <p>Actividades prácticas: Laboratorio Virtual de Corrosión <b>(1 hora)</b>, Seminario <b>(2,5 horas)</b></p>
<p>Denominación del tema 5: Protección contra la corrosión <b>(4 horas)</b></p> <p>Contenidos del tema 5: Introducción. Clasificación de las medidas de protección contra la corrosión. Medidas que afectan al material: selección de materiales. Medidas que afectan al medio: modificaciones del mismo. Medidas que separan metal y medio. Medidas que afectan a la interfase</p> <p>Actividades prácticas: Laboratorio Virtual de Corrosión <b>(1hora)</b>, Seminario <b>(1,5 horas)</b></p>
<p>Denominación del tema 6: Degradación y protección de materiales poliméricos <b>(6 horas)</b></p> <p>Contenidos del tema 6: Introducción. Clasificación de los procesos de degradación</p>

poliméricos. Degradación termoxidativa o autoxidación. Degradación hidrolítica. Acción de los reactivos químicos. Biodegradación. Degradación térmica. Fotodegradación o fotoxidación. Degradación ionizante. Degradación mecánica. Protección. Prevención de la degradación oxidativa. Biocidas. Estabilizadores al calor. Fotoestabilizadores. Modificadores de las propiedades mecánicas. Resistencia a la degradación de distintos tipos de materiales poliméricos

**Denominación del tema 7: Degradación y protección de materiales cerámicos (2 horas)**

Contenidos del tema 7: Introducción. Efecto de la transferencia de calor sobre la degradación de materiales cerámicos. Efecto de la atmósfera sobre la degradación de materiales cerámicos. Mecanismo de degradación. Efecto de modificaciones en las condiciones de los procesos con el tiempo. Ensayos de degradación o corrosión

**Denominación del tema 8: Selección de materiales (2 horas)**

Contenidos del tema 8: Introducción histórica. Proceso de diseño. Materiales a disposición del diseñador. Metodología general del diseño. Factores que intervienen en la selección de materiales. Diagrama de materiales. Procedimiento para la elección de materiales. Ejemplo de selección de materiales. Requerimientos socio económicos

Actividades Seminario: Diagramas de Ashby (1,5 horas)

#### 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	3						12
2	30	3		15				12
3	8	2						6
4	27,5	6			1	2,5	1,5	16,5
5	20,5	4			1	1,5		14
Examen Parcial	1	1						
6	20	6						14
7	10	2						8
8	17	2				1,5	1,5	12
<b>Evaluación **</b>	1	1						
<b>TOTAL</b>	<b>150</b>	<b>30</b>	<b>0</b>	<b>15</b>	<b>2</b>	<b>5,5</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:

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

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
9. Visitas técnicas a instalaciones	

Previamente a cada clase los alumnos tendrán a su disposición las transparencias de clase y las relaciones de problemas a través del campus virtual/reprografía. La metodología que se utilizará en las actividades presenciales de la asignatura es la siguiente:

- **Clases magistrales.**  
El profesor explicará los contenidos teóricos de cada tema de la asignatura con apoyos visuales se emplearán la pizarra y transparencias PowerPoint.
- **Clases de ejercicios y problemas**  
Resolución por el profesor de ejercicios y problemas tipo que han sido previamente facilitados a los alumnos con suficiente antelación para que los trabajen de forma no presencial. Se realizará una puesta en común de los resultados, para detectar errores.
- **Prácticas de laboratorio.**  
Las prácticas permitirán el contacto directo del alumno con los diferentes equipos de medida y simulación de situaciones reales de comportamiento de los materiales todo ello efectuado a escala de laboratorio. Durante el transcurso de las mismas se evaluarán conocimientos teóricos, de interpretación de resultados, presentación mediante gráfico de valores etc.
- **Prácticas en sala de ordenador**  
El profesor explicará el manejo y utilización del software empleado y el procedimiento para el análisis de resultados. Durante el transcurso de estas explicaciones se realizarán demostraciones y ejercicios para relacionar con los contenidos teórico/prácticos de la asignatura.

- **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 asignatura.

### Resultados de aprendizaje\*

El alumno analizará y evaluará como se modifican, a lo largo del tiempo de servicio, las propiedades de un material, bien sea mediante la acción mecánica, física o química.

Establecerá la relación entre las condiciones en las que el material presta servicio (en contacto con sólidos, líquidos, gases, a diferentes temperaturas, presión, etc.), y las propiedades que se modifican en estas circunstancias. Adquirirá los conocimientos necesarios para analizar los mecanismos de degradación de los diferentes tipos de materiales.

Una vez conocidos los mecanismos se está en disposición de conocer y entender los sistemas de protección de los materiales que nos permitirían alargar su vida en servicio.

Manejará adecuadamente los métodos de selección de materiales que permitan llevar a cabo una adecuada elección para las diferentes aplicaciones que requiere el proceso industrial.

### Sistemas de evaluación\*

#### **Criterios de evaluación**

**1.** Conocimiento y comprensión de los principales conceptos desarrollados en la asignatura Degradación, Protección y Selección de Materiales..

*Relacionado con las competencias CETE1, CG11, CT1, CT4, CT6-CT8, CT10*

**2.** Capacidad para aplicar los conocimientos adquiridos a la resolución de problemas y cuestiones básicas sobre Materiales.

*Relacionado con las competencias CETE1, CG4-CG5, CG11, CT2, CT4, CT6-CT8, CT10*

**3.** Habilidad para la realización individual y en equipo de trabajos prácticos en sala de ordenadores sobre Materiales.

*Relacionado con las competencias CG4-CG5, CG11, CT2-10*

**4.** 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 CG4-5, CG11, CT2-CT7, CT10*

#### **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:

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

### **Descripción de las actividades de evaluación**

La **evaluación ordinaria** constará de las siguientes pruebas:

- Examen final teórico/práctico **(80%)** que constará de dos bloques:
  - a) Bloque teórico: incluirá cuestiones de desarrollo teórico y/o preguntas tipo test. La calificación máxima que podrá obtener el estudiante en este bloque será de 5 puntos, siendo imprescindible obtener una calificación mínima de 2 puntos.
  - b) Bloque de ejercicios prácticos: incluirá al menos cuestiones prácticas y problemas. La puntuación máxima que podrá obtener el estudiante en este bloque será de 5 puntos, siendo imprescindible obtener al menos 2 puntos en este bloque.

Para aprobar la asignatura será necesario obtener una calificación mínima de 5 puntos sobre 10 en el examen final teórico/práctico. Si el estudiante no alcanza el mínimo en la parte de teoría o de problemas, su calificación final será Suspenso.

Se realizará un examen parcial que tendrá la estructura descrita anteriormente. Este examen no será obligatorio y si el estudiante obtiene una calificación mínima de 5 puntos sobre 10 (de los que al menos 2 puntos correspondan al bloque teórico y 2 puntos al bloque de ejercicios prácticos) tendrá carácter eliminatorio, *únicamente para la convocatoria ordinaria*.

En el caso de que se elimine, la calificación obtenida en el examen parcial supondrá el 50% de la nota del examen final.

- Memoria de las actividades prácticas realizadas en laboratorio, siempre que el estudiante haya asistido a estas sesiones **(20%)**.

En las **convocatorias extraordinarias**, la calificación final se obtendrá sumando la calificación obtenida en las actividades NO RECUPERABLES (prácticas de laboratorio) a la obtenida en un examen teórico-práctico, que tendrá la misma estructura

(incluyendo los mínimos exigidos) y valoración **(80%)** que el 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 las siguientes pruebas:

- Examen teórico-práctico, con la estructura y mínimos descritos para la convocatoria ordinaria **(80%)**.
- Prueba teórico-práctica relacionada con las prácticas de laboratorio **(20%)**.

### Bibliografía (básica y complementaria)

1. CALLISTER W. D. Jr., "Introducción a la Ciencia e Ingeniería de Materiales" (Limusa-Wiley, 2009).
2. GONZÁLEZ, J.A. Teoría y práctica de la lucha contra la corrosión. Ed CSIC, 1984.
3. OTERO, E. Corrosión y degradación de materiales. Ed. Síntesis, 1997.
4. TALBOT, D.; "Corrosion Science and Technology". CRC Press, Boca Raton, Fla (2012).

### Bibliografía complementaria

1. SMITH, W.F.; "Fundamentos de la Ciencia e Ingeniería de Materiales", 3ª ed.; McGraw-Hill, Madrid (2010).
2. SHACKELDFORD, J. F.; "Introduction to Materials Science for Engineers, 5th ed.; Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ (2000).

### Otros recursos y materiales docentes complementarios

1.

**URL:**<http://www.mate.calpoly.edu/info/corrosión/elecchem.html>

**Autor:** Materials Engineering Department. California Polytechnic State University.

**Título:** Fundamentos de corrosión: Reacciones electroquímicas.

**Contenido:** Explicación de la forma general de escribir la reacción de oxidación de un metal y profundización con la reacción del cinc expuesto a ácido clorhídrico en agua ilustrada con una animación del proceso.

2.

**URL:**<http://www.mate.calpoly.edu/info/corrosión/forms/forms.html>

**Autor:** Materials Engineering Department. California Polytechnic State University.

**Título:** Formas de corrosión.

**Contenido:** Breve explicación de los diferentes tipos de corrosión que pueden tener lugar en los materiales: uniforme, galvánica, intergranular, por picaduras, por fisuras etc..

3.

**URL:**<http://www.mate.calpoly.edu/~mate425/class/presentations/presentations.html>

**Autor:** Materials Engineering Department. California Polytechnic State University.

**Título:** Presentaciones sobre corrosión.

**Contenido:** Conjunto de presentaciones a modo de dispositivas realizadas por alumnos de un curso de corrosión sobre diferentes temas relacionados con la corrosión de metales.

4.

**URL:**[http:// www.finishing.com/library/](http://www.finishing.com/library/)

**Autor:** Finishing.com. Inc

**Título:** Biblioteca on-line.

**Contenido:** Amplios resúmenes e ilustraciones de varios libros sobre el acabado de los materiales metálicos: recubrimientos electrolíticos, recubrimientos de polvos, corrosión, tipos de corrosión, técnicas contra la corrosión, fricción, desgaste, lubricación, fragilización etc.

5.

**URL:**<http://www.designinsite.dk/html>

**Autor:** Danish Design Foundation.

**Título:** Materiales cerámicos.

**Contenido:** Generalidades de los materiales cerámicos: estructura atómica y propiedades. Contiene una lista de las cerámicas técnicas o de ingeniería con sus precios y densidades.