



Universidad
Politécnica
de Cartagena



Centro
Universitario
de la Defensa

Guía docente de la asignatura Ciencia de Materiales

Curso 2013-2014



Guía Docente

1. Datos de la asignatura

Nombre	Ciencia de Materiales		
Materia	Ciencia de Materiales		
Módulo	Materias comunes a la rama industrial		
Código	511102002		
Titulación	Grado en Ingeniería de Organización Industrial		
Plan de estudios	2009 (Decreto 269/2009 de 31 de julio)		
Centro	Centro Universitario de la Defensa en la Academia General del Aire		
Tipo	Obligatoria		
Periodo lectivo	1 ^{er} Cuatrimestre	Curso	2º
Idioma	Español		
ECTS	4,5	Horas / ECTS	25
		Carga total de trabajo (horas)	112,5
Horario clases teoría	Lunes y viernes	Aula	Aulas 3.3 y 3.4
Horario clases prácticas	Lunes y miércoles	Lugar	Pabellón 3

2. Datos del profesorado

Profesor responsable	Gimeno Bellver, Fernando José		
Departamento	Integración		
Área de conocimiento	Ciencia de materiales		
Ubicación del despacho	34 (CUD)		
Teléfono	2938	Fax	968189970
Correo electrónico	fernando.gimeno@ cud.upct.es		
URL / WEB	Aula virtual UPCT		
Horario de atención / Tutorías	Martes, jueves de 16 a 18 o solicitar hora		
Ubicación durante las tutorías	Despacho 31 del CUD		
Perfil Docente e investigador	Ingeniero Industrial y Doctor en Ciencias Físicas por la Universidad de Zaragoza en 2009.		



Experiencia docente	Profesor responsable de las asignaturas de Segundo curso "Ciencia de Materiales" y "Tecnología Mecánica y de Fabricación" del grado de Ingeniería de Organización Industrial en el CUD. "Introducción a la Ciencia de los Materiales" y "Tecnología de Materiales" en la Universidad de Zaragoza.
Líneas de investigación	Las principales líneas de investigación son los materiales cerámicos avanzados y funcionales sólidos y coloidales, el prototipado rápido y la impresión 3D.
Experiencia profesional	Profesor e investigador a tiempo completo en el Centro Universitario de la Defensa de San Javier. Anteriormente estuve en el Instituto de Ciencia de Materiales de Aragón (Universidad de Zaragoza / CSIC) como doctorando e investigador.
Otros temas de interés	

Profesor responsable	José Luis Meseguer Valdenebro		
Departamento	Integración		
Área de conocimiento	Ciencia de materiales		
Ubicación del despacho	31 (CUD)		
Teléfono	2932	Fax	968189970
Correo electrónico	josel.meseguer@ cud.upct.es		
URL / WEB	Aula virtual de la UPCT		
Horario de atención / Tutorías	Martes, jueves de 16 a 18 o solicitar hora		
Ubicación durante las tutorías	Despacho 31 del CUD		
Perfil Docente e investigador	Ingeniero Técnico Industrial, esp. Química Industrial por la UPCT. Ingeniero en Organización Industrial por la UPCT Ingeniero Internacional de Soldadura (IWE). Por la federación internacional de soldadura. Master en Teoría y aplicación práctica del método de elementos finitos y simulación por la UNED. (1750 h) Actualmente estoy realizando mi tesis en el desarrollo de métodos numéricos en uniones soldadas.		
Experiencia docente	Profesor responsable de las asignaturas de Segundo curso "Resistencia de los Materiales" y colaboro en la asignatura "Ciencia de los Materiales" del grado de Ingeniería de Organización Industrial en el CUD.		



Líneas de investigación	Las principales líneas de investigación están relacionadas con la simulación mediante métodos numéricos de uniones soldadas
Experiencia profesional	Profesor e investigador a tiempo completo en el Centro Universitario de la Defensa de San Javier. Anteriormente a este puesto he desempeñado labores de auditoría de fabricación para Gamesa Eólica en Pamplona.
Otros temas de interés	

3. Descripción de la asignatura

3.1. Presentación

La asignatura “Ciencia de Materiales” introduce al alumno al estudio del comportamiento de los materiales y la relación existente entre las propiedades del material y su estructura.

Su importancia reside en que los materiales forman la totalidad de lo que nos rodea en la vida cotidiana, y su comprensión es básica en la mejora y el avance tecnológico, como podría ser, por ejemplo en la industria aeroespacial, la búsqueda de materiales ligeros que resistan altas temperaturas bajo tensión, o, a nivel histórico, comprender las causas del fallo catastrófico en servicio de navíos o piezas de artillería. También es esencial para una correcta selección de los materiales, teniendo en cuenta sus propiedades, como resistencia, densidad o coste, adaptándolos a las necesidades de una aplicación concreta.

En esta asignatura:

- Se exponen las propiedades de los materiales, como base del estudio de sus características y posibles aplicaciones.
- Se aborda una clasificación de los materiales sólidos en metálicos, cerámicos y poliméricos, centrándose en los materiales más comunes en aeronáutica como el acero y sus aleaciones, las aleaciones del aluminio y las aleaciones basadas en titanio. También se introducirán las propiedades generales de las cerámicas y polímeros, así como de los materiales compuestos y estructurados.
- Se establece la relación entre los procesos de fabricación y la estructura de los materiales, y entre esta estructura y sus propiedades mecánicas.

Se explican los métodos de ensayos para la obtención experimental de las propiedades mecánicas y de servicio de los diferentes tipos de materiales.

3.2. Ubicación en el plan de estudios

La asignatura “Ciencia de Materiales” se estudia en el segundo curso, en el tercer cuatrimestre y pertenece al Módulo de Materias Comunes.

3.3. Descripción de la asignatura. Adecuación al perfil profesional

En esta asignatura se profundiza en los conceptos teóricos y aplicados sobre la estructura atómica de los materiales en estado sólido, y su relación con las propiedades mecánicas macroscópicas.

Contribuye a desarrollar competencias como el análisis de problemas basados en



datos experimentales y requisitos restrictivos, la comprensión de los fundamentos de la relación procesado-microestructura-propiedades de los materiales, como base de una correcta selección de materiales para diversas aplicaciones.

3.4. Relación con otras asignaturas. Prerrequisitos y recomendaciones

Esta asignatura no tiene requisitos previos obligatorios, pero se recomienda haber cursado y aprobado las asignaturas de primer curso “Química” y “Física”. En especial es necesario conocer, como base de partida, la estructura de la materia, la teoría atómica, los enlaces interatómicos e intermoleculares y las reacciones de oxidación-reducción. Conviene tener un buen conocimiento de las magnitudes físicas y químicas y sus relaciones. También es importante poseer un nivel de conocimientos de inglés suficiente para comprender textos científico-técnicos o divulgativos.

Los conocimientos en esta asignatura son importantes para comprender en cursos posteriores los contenidos de otras materias como “Tecnología del Medio Ambiente”, “Resistencia de Materiales” o “Ingeniería de Sistemas de Producción”

3.5. Medidas especiales previstas

Se adoptarán medidas especiales que permitan simultanear los estudios de la asignatura con las actividades de formación militar y aeronáutica. En especial, la evaluación de competencias y el seguimiento de los alumnos y alumnas durante el curso se realizará mediante el trabajo y aportación en clase, ejercicios y prácticas y los controles de evaluación sumativa. El alumno que, por necesidades específicas, necesite alguna medida especial, deberá comunicarlo a los profesores, para que se pueda adaptar la metodología y el seguimiento.

4. Competencias

4.1. Competencias específicas de la asignatura

Conocimientos de la ciencia, tecnología y química de los materiales. Comprender la relación entre la microestructura, la síntesis o procesado y las propiedades de los materiales. Saber diferenciar los materiales según sus propiedades y de los ensayos adecuados. Ser capaces de seleccionar el material adecuado para cada aplicación y proceso industrial.

4.2. Competencias genéricas / transversales

COMPETENCIAS INSTRUMENTALES

- ☒ T1.1 Capacidad de análisis y síntesis
- ☒ T1.2 Capacidad de organización y planificación
- ☒ T1.3 Comunicación oral y escrita en lengua propia
- ☐ T1.4 Comprensión oral y escrita de una lengua extranjera
- ☒ T1.5 Habilidades básicas computacionales
- ☒ T1.6 Capacidad de gestión de la información
- ☒ T1.7 Resolución de problemas



☐ T1.8 Toma de decisiones

COMPETENCIAS PERSONALES

- ☐ T2.1 Capacidad crítica y autocrítica
- ☐ T2.2 Trabajo en equipo
- ☒ T2.3 Habilidades en las relaciones interpersonales
- ☐ T2.4 Habilidades de trabajo en un equipo interdisciplinar
- ☐ T2.5 Habilidades para comunicarse con expertos en otros campos
- ☐ T2.6 Reconocimiento de la diversidad y la multiculturalidad
- ☐ T2.7 Sensibilidad hacia temas medioambientales
- ☐ T2.8 Compromiso ético

COMPETENCIAS SISTÉMICAS

- ☒ T3.1 Capacidad para aplicar los conocimientos a la práctica
- ☒ T3.2 Capacidad de aprender
- ☒ T3.3 Adaptación a nuevas situaciones
- ☒ T3.4 Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad)
- ☐ T3.5 Liderazgo
- ☐ T3.6 Conocimiento de otras culturas y costumbres
- ☒ T3.7 Habilidad de realizar trabajo autónomo
- ☐ T3.8 Iniciativa y espíritu emprendedor
- ☐ T3.9 Preocupación por la calidad
- ☐ T3.10 Motivación de logro

4.3. Objetivos generales/ Competencias específicas del Título

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DISCIPLINARES

E1.2c Conocimientos de los fundamentos de ciencia, tecnología y química de materiales. Comprender la relación entre la microestructura, la síntesis o procesado y las propiedades de los materiales.

COMPETENCIAS PROFESIONALES

- E2.1 Capacidad para la redacción y desarrollo de proyectos e informes en el ámbito de la Ingeniería de organización industrial
- E2.2 Capacidad para la dirección de las actividades objeto de los proyectos del ámbito de la ingeniería de organización industrial
- E2.3 Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas.

4.4. Resultados esperados del aprendizaje

El estudiante, para superar la asignatura, deberá:

- Conocer y ser capaz de describir las propiedades de los materiales metálicos, cerámicos, poliméricos y compuestos.
- Obtener criterios diferenciadores para la clasificación de materiales dentro de una de las familias teniendo en cuenta su microestructura y su relación con las propiedades mecánicas.
- Interpretar los diagramas de fases, en especial el diagrama hierro-carbono, y relacionar las propiedades mecánicas con la composición los tratamientos térmicos aplicados.



- Estar al corriente de las principales aleaciones del acero, del aluminio y del titanio, sus propiedades y sus aplicaciones en aeronáutica.
- Conocer las propiedades mecánicas de los materiales cerámicos, poliméricos y compuestos. Comprender la importancia de la anisotropía en las propiedades.
- Relacionar las propiedades de materiales no estudiados con la microestructura que presentan.
- Describir e interpretar los resultados de los diversos sistemas de ensayo de muestras y estructuras.
- Deducir y utilizar criterios de selección de materiales en función de las características requeridas por la aplicación.

5. Contenidos

5.1. Contenidos según el plan de estudios

Microestructura de materiales.

Propiedades y aplicaciones de materiales metálicos, poliméricos, cerámicos y compuestos.

Tratamientos de Materiales.

Ensayos e inspección de materiales.

Normativa.

Selección de materiales.

5.2. Programa de teoría

Los contenidos de la asignatura se han agrupado en los siguientes temas:

Tema 1: Estructuras cristalinas y sus imperfecciones.

Celdilla unidad – Estructuras y sistemas cristalinos – Monocristales y policristales – Sólidos amorfos – Anisotropía – Defectos e imperfecciones – Vacantes – Impurezas – Defectos lineales – Defectos interfaciales y volúmenes.

Tema 2: Caracterización de las propiedades mecánicas y su relación con la microestructura. Ensayos mecánicos.

Esfuerzo y deformación – Ensayos de tracción – Comportamiento elástico – Comportamiento plástico – Resistencia – Fluencia – Resiliencia y Ductilidad – Ensayo de impacto – Tenacidad – Ensayos de dureza – Factores de seguridad – Normativas de ensayos – Deformación plástica por dislocaciones – Deformación por maclado – Mecanismos de endurecimiento.

Tema 3: Solidificación, difusión y diagramas de fases.

Proceso de cristalización – Crecimiento cristalino – Recristalización y crecimiento de grano – Fases – Microestructura – Equilibrios binarios – Eutécticos + El sistema Fe-C – Puntos relevantes – Situaciones de no equilibrio – Otros elementos de aleación.

Tema 4: Tratamientos térmicos de las aleaciones metálicas.

Trasformaciones en estado sólido – Cambios microestructurales en el acero – Recocido – Temple – Otros mecanismos de endurecimiento.



Tema 5: Mecanismos de degradación en servicio.

Electroquímica – Oxidación y corrosión – Protección contra la corrosión – Pasivación + Fatiga de los materiales.

Tema 6: Materiales de uso aeronáutico.

Selección de materiales – Propiedades y requerimientos – Diagramas de Ashby + Aluminio y sus aleaciones – Titanio y sus aleaciones – Magnesio – Superalloys + Materiales compuestos – Uso de compuestos avanzados en aviación + Características y aplicaciones de los polímeros – Sellantes y pegamentos – Pinturas.

Ejemplos de selección de materiales.

5.3. Programa de prácticas

Sesiones de Laboratorio:

Se desarrollan cuatro sesiones de prácticas de laboratorio. Los objetivos de aprendizaje son:

- ✓ Identificar el material y los equipos del laboratorio de materiales y dedicarlos a su uso adecuado.
- ✓ Aplicar los conocimientos teóricos de la asignatura en la experimentación práctica.
- ✓ Obtener, analizar y justificar los resultados de la práctica.
- ✓ Capacitar al alumno para el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.

Las prácticas de laboratorio a desarrollar serán:

Práctica 1.	Ensayos mecánicos ^(*) (tema 3).
Práctica 2.	Tratamientos térmicos del acero y metalografía ^(*) (tema 4 y 5).
Práctica 3.	Ensayos no destructivos. (tema 3).

^(*) En el caso de no contar con los equipos necesarios, se realizarían mediante simulaciones

5.4. Programa resumido en inglés

The course contents have been grouped into the following units:

Unit 1: Crystal structures and their imperfections.

Unit cell - Structures and crystal systems - Single crystals and polycrystals - Amorphous Solids - Anisotropy - Defects and imperfections - Vacancies - Impurities - Linear defects - Interfacial and volumic defects.

Unit 2: Characterization of mechanical properties and its relationship to microstructure. Mechanical testing.



Stress and Strain - Tensile tests - Behavior elastic - plastic behavior - Resistance - Creep - Resilience and ductility - Impact test - Tenacity - Hardness Testing - Safety factors - testing regulations - Plastic deformation by dislocations - Deformation twinning - Mechanisms of hardening.

Unit 3: Solidification, diffusion and phase diagrams.

Crystallization process - Crystal growth - recrystallization and grain growth - Phases - Microstructure - binary equilibria - eutectics + Fe-C system - relevant points - non-equilibrium situations - Other alloying elements.

Unit 4: Thermal treatments of metallic alloys.

Solid state transformations - Changes in the steel microstructure - Annealing - Quenching - Other hardening mechanisms.

Unit 5: Mechanisms of degradation in service.

Electrochemistry - Oxidation and Corrosion - Corrosion protection - Passivation + Fatigue of materials.

Unit 6: Materials for aeronautical use.

Selection of materials - Properties and requirements - Ashby diagrams + Aluminium and its alloys - Titanium and its alloys - Magnesium - Superalloys + Composites - Use of advanced composites in aviation + Features and applications of polymers - Sealants and adhesives - Paints.

Examples of material selection.

5.5. Objetivos del aprendizaje

Los objetivos de aprendizaje son:

- Conocimiento y capacidad para describir las propiedades de los materiales metálicos, cerámicos, poliméricos y compuestos.
- Discernimiento de criterios diferenciadores para la clasificación de materiales dentro de cada una de las familias teniendo en cuenta su microestructura y su relación con las propiedades mecánicas.
- Análisis de los diagramas de fases, en especial el diagrama hierro-carbono, y obtención de las propiedades mecánicas a partir de la composición y los tratamientos térmicos aplicados.
- Conocimiento de las principales aleaciones del acero, del aluminio y del titanio, sus propiedades y sus aplicaciones en aeronáutica.
- Conocimiento de las propiedades mecánicas de los materiales cerámicos, poliméricos y compuestos. Comprensión de la importancia de la anisotropía sobre las propiedades.
- Capacidad de relacionar las propiedades de materiales no estudiados con la microestructura que presentan.
- Descripción e interpretación de los resultados de los diversos sistemas de ensayo de muestras y estructuras.
- Deducción y uso de criterios de selección de materiales en función de las características requeridas por la aplicación.



6. Metodología docente

6.1. Actividades formativas de E/A

Actividad	Trabajo del profesor	Trabajo del estudiante	ECTS
Clase de teoría	Clases teóricas participativas basadas en la presentación de la teoría y casos prácticos. Resolución de las dudas planteadas por los estudiantes.	Presencial: Asistencia y participación a las clases presenciales	1,84
		No presencial: Estudio de la materia.	1,68
Clase de Prácticas. Sesiones de laboratorio	Las sesiones prácticas de laboratorio consisten en el planteamiento, dirección y tutela de prácticas de laboratorio relacionadas con los conceptos teóricos de la asignatura.	Presencial: Realización de las prácticas de laboratorio siguiendo los guiones proporcionados por el profesor. Toma de datos. Manejo de instrumentación. Planteamiento de dudas.	0,26
		No presencial: Elaboración de los informes de prácticas en grupo y siguiendo criterios de calidad establecidos	0,24
Tutorías individuales y de grupo	Las tutorías serán individuales con objeto de realizar un seguimiento individualizado del aprendizaje. En casos especiales se podrán realizar tutorías en grupo.	Presencial: Tutorías en grupo o individuales de consulta de dudas de teoría y problemas más las horas dedicadas a la preparación y explicación de las prácticas.	0,16
Actividades de evaluación sumativa. Pruebas virtuales y escrita individuales	Al final de cada tema se realizará una prueba escrita de evaluación tipo test sobre el tema. Se realizará una prueba final escrita también tipo test.	Presencial: Asistencia a las pruebas escritas y realización de las mismas.	0,32
TOTAL			4.5

7. Evaluación

7.1 Técnicas de evaluación

Instrumentos	Realización / criterios	Ponderación	Competencias genéricas
Prueba escrita individual final.	Cuestiones teóricas y/o teórico-prácticas: Constará de un examen tipo test compuesto de 50 cuestiones teóricas y algunos problemas prácticos breves. Las cuestiones se orientan a los conceptos y definiciones estudiadas en la asignatura. Se evalúan principalmente los conocimientos teóricos, incluyendo los aprendidos en las sesiones de prácticas. ⁽¹⁾	(40 %)	T1.1, T1.2, T1.3, T3.1, T3.2, T3.3, T3.4, T3.7, T3.9
Evaluación parcial sumativa.	Cuestiones teóricas y/o teórico-prácticas: A mitad de curso se realizará un test de evaluación sumativa sobre los contenidos de la primera parte de la asignatura consistente en un test de 50 preguntas. Las cuestiones se orientan a los conceptos y definiciones estudiadas en la asignatura. Se evalúan principalmente los conocimientos teóricos, incluyendo los aprendidos en las sesiones de prácticas.	(40%)	T1.1, T1.2, T1.3, T3.1, T3.2, T3.3, T3.4, T3.7
Prácticas de Laboratorio	Se evalúan las ejecuciones y el trabajo en equipo, así como las destrezas y habilidades para el manejo de material de Laboratorio. ⁽²⁾	(20%) Partes iguales	T1.3, T1.5, T2.3, T3.1



		cada práctica.	
<p>(1) Para aprobar la asignatura es necesario obtener al menos una calificación de 4 sobre 10 en la prueba escrita individual final.</p> <p>(2) Se entregarán en formato digital (pdf o doc) en el aula virtual <u>exclusivamente</u> dentro del plazo de entrega previsto.</p>			

7.2. Mecanismos de control y seguimiento

El seguimiento del aprendizaje se realizará mediante los siguientes mecanismos:

- Cuestiones planteadas en clase y laboratorio.
- Supervisión del trabajo en el laboratorio y revisión de los informes de prácticas de laboratorio.
- Tutorías.
- Test parcial sumativo.
- Examen final.



7.3. Resultados esperados / actividades formativas/evaluación de los resultados (opcional)

Objetivos del aprendizaje (4.4)	Clases de teoría	Clase de prácticas	Tutorías	Eval. formativa	Eval. sumativa	Trabajo de investigación	Problemas propuestos	Trabajo en equipo presencial	Informes prácticas	Exposiciones orales
Conocer las propiedades de los materiales metálicos, cerámicos, poliméricos, composites y microestructurados.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Obtener criterios diferenciadores para la clasificación de materiales dentro de una de las familias teniendo en cuenta su microestructura y su relación con las propiedades mecánicas.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Saber interpretar los diagramas de fases, en especial el diagrama hierro-carbono, y saber relacionar las propiedades mecánicas con la composición los tratamientos térmicos aplicados.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Estar al corriente de las principales aleaciones del acero, del aluminio y del titanio, sus propiedades y sus aplicaciones en aeronáutica.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Conocer las propiedades mecánicas de los materiales cerámicos, poliméricos y microestructurados. Comprender la importancia de la anisotropía en las propiedades.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Relacionar las propiedades de materiales no estudiados con la microestructura que presentan.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Describir e interpretar los resultados de los diversos sistemas de ensayo de muestras y estructuras.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Deducir y utilizar criterios de selección de materiales en función de las características requeridas por la aplicación.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



8. Distribución de la carga de trabajo del alumno

		ACTIVIDADES PRESENCIALES						ACTIVIDADES NO PRESENCIALES			
		Convencionales		No convencionales				No presenciales			
Semana	Temas o actividades	Clases de Teoría y problemas	Total PC	Seminarios	Laboratorio	Evaluación	Total PNC	Estudio	Preparación de informes de prácticas	total NP	TOTAL HORAS
1	T0	2	2				0	2		2	4
2	T1	2	2				0	2		2	4
3	T1	4	4				0	2		2	6
4	T1	2	2				0	2		2	4
5	T2	2	2				0	2		2	4
6	T2	2	2				0	2		2	4
7	T2	4	4				0	2		2	6
8	T3	4	4		2		2	3	2	5	11
9	T3	2	2				0	4		4	6
10	T3,T4	4	4			4	4	4		4	12
11	T4	2	2				0	2		2	4
12	T4,T5	4	4				0	2		2	6
13	T5	2	2				0	2		2	4
14	T5	2	2				0	2		2	4
15	T5,T6	4	4		2		2	2	2	4	10
16	T6	0	0		2		2	2	2	4	
17	T6	2	2	2			2	2		2	
18	T6	2	2	2			2	3		3	
Exámenes						4	4			0	4
Otros							0			0	0
Total horas		46	46	4	6	8	18	42	6	48	112

9. Recursos y bibliografía

9.1. Bibliografía básica

- William D. Callister, Jr *“Introducción a la Ciencia e Ingeniería de los materiales”*, Reverté, 2007
- M.F. Ashby, *“Materials: Engineering, Science, Processing and Design”* Butterworth-Heinemann, 2007

9.2. Bibliografía complementaria

- Ajoy Kumar Kundu *“Aircraft Design”*, Cambridge University Press 2010
- Clifford Matthews *“Aeronautical Engineer’s Data Book”* Butterworth Heinemann, 2002
- Carles Riba Romeva *“Selección de materiales en el diseño de máquinas”*, Edicions UPC, 2008
- M.F. Ashby *“Materials Selection in Mechanical Design”*, Butterworth Heinemann, 2011

9.3. Recursos en red y otros recursos

<http://www.istl.org/02-spring/internet.html>

