

# TÍTULO DE GRADO EN INGENIERO DE MATERIALES

# Índice

INTRODUCCIÓN.....	3
1. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN DE LOS ESTUDIOS DE INGENIERÍA DE MATERIALES EN EUROPA, ESTADOS UNIDOS Y JAPÓN.....	11
RESUMEN.....	13
1.1 INTRODUCCIÓN .....	14
1.2 LOS ESTUDIOS EN EUROPA.....	15
1.3 LOS ESTUDIOS EN ESTADOS UNIDOS .....	44
1.4 LOS ESTUDIOS EN JAPÓN .....	54
2. MODELO DE ESTUDIOS SELECCIONADO .....	61
2.1 CONSIDERACIONES PREVIAS .....	62
2.2 CONTENIDOS COMUNES DE LA TITULACIÓN.....	63
2.3 MODELO DE ESTUDIOS SELECCIONADO .....	64
3. PLAZAS OFERTADAS Y DEMANDA DEL TÍTULO .....	65
3.1 INTRODUCCIÓN .....	66
3.2 ANÁLISIS DE LA OFERTA Y DEMANDA .....	68
3.3 CONCLUSIONES .....	73
4. ESTUDIOS DE INSERCIÓN LABORAL.....	80
4.1 INTRODUCCIÓN. ....	81
4.2 PERFIL DE ACCESO A LA TITULACIÓN .....	84
4.3 FORMACIÓN POSTERIOR .....	87
4.4 SITUACIÓN LABORAL .....	88
4.5 CARACTERÍSTICAS DE LA FORMACIÓN .....	96
4.6 CONCLUSIONES .....	100
5. PERFILES PROFESIONALES.....	103
6. COMPETENCIAS .....	106
6.1 COMPETENCIAS TRANSVERSALES .....	107
6.2 COMPETENCIAS ESPECÍFICAS.....	108
7. ANÁLISIS DE LOS PERFILES Y COMPETENCIAS .....	110
7.1 CLASIFICACIÓN DE LAS COMPETENCIAS.....	111
7.2 VALORACIÓN DE LAS COMPETENCIAS .....	116
8. DEFINICIÓN DE LOS OBJETIVOS DEL TÍTULO.....	137
8.1 OBJETIVOS GENERALES DEL GRADO.....	138
8.2 COMPETENCIAS DE CARÁCTER GENERAL .....	139
9. ESTRUCTURA GENERAL DEL TÍTULO .....	141
9.1 ESTRUCTURA Y DURACIÓN DEL TÍTULO DE GRADO.....	142
9.2 RECOMENDACIONES .....	143
9.3 CONTENIDOS COMUNES Y ASIGNACIÓN DE CRÉDITOS EUROPEOS.....	143
10. CRITERIOS E INDICADORES DEL PROCESO DE EVALUACIÓN .....	150
10.1 INTRODUCCIÓN .....	151
10.2 CRITERIOS E INDICADORES GENERALES .....	152
10.3 INDICADORES ESPECÍFICOS.....	153
10.4 EVALUACIÓN GLOBAL .....	155
ANEXOS .....	156

# **INTRODUCCIÓN**

# Introducción

## 1. LA CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES

La Ciencia e Ingeniería de Materiales es un campo de conocimiento interdisciplinar que abarca el estudio de la estructura, propiedades, procesado y aplicaciones de todo tipo de materiales; metálicos, cerámicos, polímeros y biológicos.

La Ciencia e Ingeniería de los Materiales engloba no solamente a los tradicionales materiales estructurales sino también a los materiales funcionales, nanomateriales y biomateriales. Esta joven disciplina es indispensable para potenciar la capacidad industrial, la innovación tecnológica y mejorar la calidad de nuestras vidas.

Se ha dicho que el bienestar económico y social de un país depende de su nivel en ingeniería de materiales, junto con el desarrollo de sus capacidades energéticas y de las Ciencias de la Información. La Ciencia e Ingeniería de Materiales permitirá ser más competitivos; fabricar –por métodos alternativos– materiales convencionales con más calidad y economía, y producir nuevos materiales para satisfacer las demandas de la industria, del medio ambiente y de la salud.

## **2. LA INGENIERÍA DE MATERIALES ES UNA CARRERA BIEN ESTABLECIDA EN EL MUNDO.**

Los estudios de Ingeniería de Materiales están implantados en todos los países económicamente desarrollados del mundo desde hace ya varias decenas de años y, en particular, en la mayoría de los países de la Unión Europea.

La carrera de Ingeniero de Materiales aparece como una titulación con plenas competencias profesionales que se cursa en titulaciones de grado accesibles desde los estudios de bachillerato. Además, prácticamente en todos los países, la carrera de grado de Ingeniero de Materiales puede completarse con unos estudios específicos de postgrado en el área profesional de la Ciencia e Ingeniería de los Materiales.

En el ámbito europeo se han analizado 72 titulaciones de Ingeniería de Materiales que se imparten en 64 universidades de 14 países europeos. En todos ellos, la carrera de Ingeniero de Materiales está –académica y profesionalmente– bien diferenciada del resto de las ingenierías, no viéndose en ningún momento alteradas estas circunstancias por el proceso de integración en el Espacio Europeo de Educación Superior.

Fuera del ámbito europeo, se han analizado 36 titulaciones en EE.UU. y 6 Titulaciones en Japón, país de gran tradición en el campo de la Ingeniería de Materiales y uno de los primeros en introducir estos estudios. De nuevo, en estos países la carrera de Ingeniero de Materiales está bien diferenciada del resto de las ingenierías, tanto en los aspectos académicos como profesionales.

En todos los países desarrollados del mundo existe la titulación de grado de Ingeniero de Materiales. España no puede quedarse al margen y debe evolucionar en armonía con su entorno.

### 3. LA INGENIERÍA DE MATERIALES ES UNA CARRERA DE GRADO

La revisión de más de un centenar de titulaciones en Europa, en EE.UU. y Japón arroja una duración media superior a los 8 semestres; en Europa la duración media de la carrera de Ingeniería de Materiales es de 8.4 semestres, algo más de cuatro cursos académicos. En EE.UU. es de 8.1 semestres, aunque en algunos centros la carrera dura cuatro años y medio ó cinco años. En Japón los estudios están estructurados en dos ciclos bien definidos; una titulación de grado de 8 semestres y otra de postgrado, o master, de dos años de duración.

Además, la duración mínima de cuatro años está justificada por su carácter interdisciplinar, por la experiencia adquirida durante diez años al tratar de impartirla como carrera de segundo ciclo y por las peticiones de los egresados, reflejadas en las encuestas.

El *carácter interdisciplinar* requiere un planteamiento integrado desde el comienzo, son los cuatro cursos –en bloque– los que dan identidad y suponen un cuerpo de doctrina de la titulación, y los que permiten producir un ingeniero polivalente y capaz de adaptarse a unas demandas que serán muy variables. Se han previsto masters en materiales estructurales, materiales funcionales y materiales biológicos, de forma que cada Universidad pueda orientar sus estudios en aquella dirección que estime más oportuna de acuerdo con su potencial y las demandas de su entorno.

La *experiencia adquirida* durante diez años tratando de impartir la carrera de cuatro semestres no ha sido satisfactoria, aunque se partía de alumnos con una cierta formación previa; la heterogeneidad de los perfiles de partida y los “vicios” adquiridos previamente han dificultado, o imposibilitado, la obtención de un producto homogéneo con una buena formación interdisciplinar. La formación actual condiciona fuertemente el logro de ciertas habilidades.

Las *encuestas realizadas* a los egresados indican que un porcentaje muy elevado de ellos –el 61%– han de realizar cursos complementarios una vez finalizados los estudios de Ingeniero de Materiales. Este es un índice de la insuficiencia de la formación que se da con unos estudios que abarcan solo dos cursos académicos.

#### 4. LA INGENIERÍA DE MATERIALES ES UNA CARRERA NECESARIA

Hay razones de tipo político, económico y social que evidencian la implantación de la carrera de Ingeniero de Materiales.

Razones de tipo *político*:

España esta desarrollando un proceso de convergencia y armonización con Europa del que no puede quedar excluida una Titulación que se imparte en los países de la Unión Europea como una carrera de grado, con objetivos bien definidos y capacitación profesional. La inclusión de este Título está en sintonía con el espíritu y la letra de la declaración de Bolonia y sus desarrollos posteriores.

Razones de tipo *económico*:

Ya se ha comentado que los materiales –junto con la energía y la información– serán los motores de desarrollo socioeconómico de este siglo. Es necesario proporcionar al sector industrial profesionales bien formados –en esta área emergente e interdisciplinar– capaces de resolver los problemas que se planteen no solo en el clásico campo de los materiales estructurales (nicho tradicional de los antiguos ingenieros dedicados a materiales) sino también en las nuevos campos de los materiales electrónicos, materiales funcionales, biomateriales y nanomateriales. A esta demanda no se puede responder con las enseñanzas tradicionales, para esta transformación hace falta el sólido bagaje científico interdisciplinar que es el que se pretende dar al ingeniero de materiales.

Razones de tipo *social*:

La implantación de un nuevo catálogo de titulaciones de grado es una ocasión única para la dinamización de la sociedad y su progreso durante varias decenas de años. No se puede perder la oportunidad de introducir aquellas carreras que –además de equipararnos con los países de nuestro entorno– nos sitúen en la vanguardia del desarrollo y las tecnologías emergentes. Por otra parte, cada año se incorporan al mercado español de trabajo ingenieros de materiales que han convalidado su título europeo o de otros países. Sería paradójico no implantar la carrera en España y seguir incorporando ingenieros procedentes de la Unión Europea o de otros países y, de esta forma, perder puestos de trabajo para nuestros titulados.

De las encuestas realizadas se desprende la necesidad de potenciar esta carrera por la *demanda de las empresas* y por la *satisfacción de los egresados*:

Conviene destacar que el 77% de los ingenieros de materiales se insertan en sectores directamente relacionados con la titulación y que el 82% tarda menos de seis meses en conseguir el primer empleo, lo que indica la percepción positiva que tiene la sociedad de la titulación, pese a los pocos años que se lleva impartiendo.

Los egresados que ya estaban trabajando están satisfechos con esta carrera; una vez finalizados los estudios, el 51% cambiaron de empresa y el 14% aumentaron de categoría, lo que da fe de la importancia de los estudios de ingeniero de materiales en la mejora de la formación técnica de la persona.

Finalmente, varios estudios socio-económicos recientes también avalan la *necesidad* de esta carrera. En particular, el estudio sobre “Las demandas sociales y su influencia en la planificación de las titulaciones en España en el marco del proceso de convergencia europea en educación superior” (Ministerio de Educación y Ciencia: Dirección General de Universidades y Fundación Universidad Empresa, 2005) pone de relieve la importancia y la necesidad de la carrera de grado de Ingeniero de Materiales.

Concretamente, en el cap. II. *Necesidades de personal cualificado por parte de los empleadores*, en el apartado *Demandas de los empleadores*, la carrera de Ingeniero de Materiales figura en el duodécimo lugar, junto a Caminos, Canales y Puertos, y por delante de ingeniero agrónomo, minas, telecomunicación o arquitecto, por citar algunas titulaciones superiores.

En el cap. IV. *Tendencias de la oferta de empleo (2000-2004)*, en el apartado *¿Qué demandan las empresas?, Titulaciones universitarias más solicitadas*, la carrera de ingeniero de materiales figura, en 2004, entre las **diez** más demandadas (incluyendo humanidades, ciencias sociales y ciencias de la salud).

La demanda de la carrera de ingeniero de materiales ha ido en claro ascenso durante los últimos años; entre las titulaciones técnicas más demandadas por las empresas durante los últimos años, ingeniero de materiales ocupaba el lugar 24, en 2002 (por delante de ingeniero de montes y naval), en el año 2003, ocupó el lugar 20 (por delante de ingeniero geólogo e ingeniero naval), en el año 2004 ha escalado hasta el lugar 6 (por delante de ingeniero de caminos, de telecomunicación, agrónomo o arquitectura).

## 5. EL LIBRO BLANCO SOBRE INGENIERÍA DE MATERIALES.

Se ha optado por un título de 240 créditos por varias razones: en primer lugar porque es la duración media en Europa, EE.UU. y Japón. En segundo lugar por el carácter fuertemente interdisciplinar de la carrera que requiere un periodo de formación largo. En tercer lugar, porque responde a las demandas de las empresas y de los egresados.

El estudio realizado ha señalado unos perfiles profesionales claros en los campos de producción, control y gestión de todo tipo de materiales, también señala otra orientación educativa y académica. El Proyecto permite, además, que se puedan configurar otras orientaciones que den lugar a perfiles adicionales en función de las posibilidades y potencial de cada Universidad. Se prevé la formación de especialistas –mediante cursos de postgrado, o masters– en las áreas de materiales funcionales, estructurales y biomateriales.

Se ha pretendido que la propuesta de Titulación sea garantista, que tenga garantías de *conocimiento*, de *diversidad*, de *movilidad* y de *adaptabilidad*:

La *garantía de conocimiento* está avalada por los contenidos que aparecen en el documento y cuya enseñanza y aprendizaje serán obligatorios en todo el Estado y evaluados periódicamente.

La *garantía de diversidad* ha de ser consecuencia de la apuesta unánime por la autonomía de los centros, que ha de permitir a cada Universidad orientar sus estudios en la dirección más adecuada a sus posibilidades.

La *garantía de movilidad* será consecuencia de la estructura en bloques que deberá permitir la convalidación de créditos mediante convenios académicos específicos.

La *garantía de adaptabilidad* se basa en la estructura general de título que contempla una fuerte formación básica interdisciplinar que deberá permitir poderse adaptar a las demandas –que van a ser muy variadas– del sector de los materiales del siglo XXI.

Este Proyecto ha desarrollado para la titulación de Ingeniero de Materiales los catorce apartados requeridos en la convocatoria del Programa de Convergencia Europea de la ANECA. Para ello se ha estudiado la situación de las titulaciones de Ingeniero de Materiales en los países europeos y también en EE.UU. y Japón, dos países con una fuerte tradición en este campo. Se han realizado encuestas a egresados, empleadores y profesores con objeto de responder a los apartados 3 a 10 del proyecto de diseño de estudios de grado

A partir de esta información se ha hecho una propuesta para el modelo de estudios (capítulo 2), y se han definido los objetivos del título (capítulo 8), y la estructura general del título (capítulo 9). También se han analizado los perfiles profesionales (capítulo 5), junto con la competencias transversales y específicas (capítulo 6).

Por la novedad de estos estudios en España, el capítulo 1 ( Análisis de la situación de los estudios de Ingeniería de Materiales en Europa, Estados Unidos y Japón) acapara casi un tercio de este Proyecto. El resto de los capítulos son más sintéticos, y gran parte del material utilizado para redactarlos figura en los apéndices.

En la elaboración del Proyecto han participado los centros en que se imparten actualmente la carrera, así como las sociedades AIMAT y SEMAT. El contenido de todos los apartados y recomendaciones que aparecen en el presente documento, o Libro Blanco de la Titulación de Ingeniero de Materiales, ha sido acordado por unanimidad entre las 12 universidades participantes en el Proyecto. La Titulación se concibe abierta e interactiva con otras áreas universitarias y en relación trasversal y de cooperación con ellas.

Al final del documento se relacionan los delegados que han formado parte del Proyecto de Diseño del Plan de Estudios y Título de Grado de Ingeniero de Materiales y la estructura de las comisiones.

También figura al final del documento la bibliografía utilizada. En particular, el Proyecto de diseño del Título de Grado en Matemáticas (ANECA) ha sido una referencia de gran valor orientativo. La Universidad Politécnica de Madrid ha contribuido con su apoyo y ayuda a la coordinación del Proyecto.

# 1

## ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN DE LOS ESTUDIOS DE INGENIERÍA DE MATERIALES EN EUROPA, ESTADOS UNIDOS Y JAPÓN

1. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN DE LOS ESTUDIOS DE INGENIERÍA DE MATERIALES EN EUROPA, ESTADOS UNIDOS Y JAPÓN	12
RESUMEN	13
1.1 INTRODUCCIÓN	14
1.2 LOS ESTUDIOS DE INGENIERÍA DE MATERIALES EN EUROPA	15
1.2.1 Duración de los estudios	15
1.2.2 Contenido de los estudios	23
1.2.2.1 Análisis del tipo de asignaturas según su orientación	27
1.2.2.2 Optatividad	32
1.2.2.3 Análisis del tipo de asignaturas según el material	39
1.2.2.4 Realización de proyectos y prácticas en empresas	42
1.3 LOS ESTUDIOS DE ING. DE MATERIALES EN ESTADOS UNIDOS	44
1.3.1 Duración de los estudios	44
1.3.2 Contenido de los estudios	46
1.3.2.1 Análisis del tipo de asignaturas según su orientación	48
1.3.2.2 Optatividad	52
1.4 LOS ESTUDIOS DE INGENIERÍA DE MATERIALES EN JAPÓN	54
1.4.1 Duración de los estudios	54
1.4.2 Contenido de los estudios	55
1.4.2.1 Orientación y contenidos de las asignaturas	56
1.4.2.2 Optatividad	60

## RESUMEN

Los estudios de Ingeniería de Materiales están implantados en todos los países económicamente desarrollados del mundo (Estados Unidos, Europa y Japón) desde hace ya varias decenas de años.

La carrera de Ingeniero de Materiales se puede cursar como titulación de grado tras los estudios de bachillerato, y es equiparable a cualquier otra ingeniería o carrera universitaria, teniendo plena capacitación profesional en un campo de actividad profesional claramente definido y reconocido.

Además, en todos los países cuya enseñanza superior se estructura en ciclos Bachelor/Master, la titulación de grado de Ingeniero de Materiales se completa con unos estudios específicos de postgrado en el área profesional de la Ciencia e Ingeniería de los Materiales.

En este documento se analiza la duración de los estudios de Ingeniería de Materiales en el mundo, prestando una atención especial a los países europeos. Para ello se ha procesado la información procedente de una encuesta enviada a 32 universidades europeas así como los datos publicados en las distintas páginas web de cada universidad. En total se han analizado 110 titulaciones impartidas en 102 universidades de 16 países distintos, 14 de ellos europeos.

En Europa (72 titulaciones analizadas en 14 países) la duración media en semestres de la carrera de Ingeniero de Materiales es igual a 8.4, que corresponde a algo más de cuatro cursos académicos.

El análisis de 36 universidades públicas y privadas de Estados Unidos da un valor medio de 8.1 semestres para la duración de los estudios, en sintonía con la media Europea.

En Japón, donde los estudios de Ingeniería de Materiales están estructurados en dos ciclos bien definidos, la titulación de grado tiene cuatro años de duración (8 semestres ).

## 1.1 INTRODUCCIÓN

Los estudios de Ingeniería de Materiales están implantados en todos los países económicamente desarrollados del mundo desde hace ya varias decenas de años. y en particular en los países europeos. La carrera de Ingeniero de Materiales aparece como una titulación con plenas competencias profesionales que se cursa en titulaciones de grado accesibles desde los estudios de bachillerato. Además, prácticamente en todos los países la carrera de grado de Ingeniero de Materiales puede completarse con unos estudios específicos de postgrado en el área profesional de la Ciencia e Ingeniería de los Materiales.

Los estudios de Ingeniero de Materiales, configurados en sus titulaciones de grado y postgrado, son –en los países del mundo occidental donde se imparten– plenamente equiparables desde el punta de vista académico con cualquier otra ingeniería o carrera universitaria, teniendo un campo de actividad profesional claramente definido y reconocido.

En este capítulo se analizan los estudios de Ingeniería de Materiales en el mundo, prestando una atención especial a los países europeos. La Titulación se ha estudiado desde los puntos de vista de su duración y sus contenidos. Para ello se ha procesado la información procedente de una encuesta enviada a 32 universidades europeas así como los datos publicados en las distintas páginas web de cada universidad. En total se han analizado 110 titulaciones impartidas en 102 universidades de 16 países distintos, 14 de ellos europeos.

Todas las titulaciones analizadas comparten los mismos requisitos:

- Su nombre y contenidos están incluidos con claridad dentro del área de la Ciencia e Ingeniería de los Materiales
- Son estudios con capacitación profesional que habilitan para el ejercicio en cada país
- Son titulaciones a las que se accede desde bachillerato, sin necesidad de completar otros estudios profesionales previos
- Son titulaciones unimodulares, que no tienen ciclos ni diplomas intermedios previos a la obtención del grado.

Las condiciones anteriores excluyen de nuestro estudio los estudios exclusivos de postgrado de Ingeniería de Materiales. No obstante, esto no quiere decir que todos las titulaciones analizadas sean del mismo nivel, pues en algunos casos también se han incluido carreras que integran los estudios de grado y master, siempre que cumplieran los requisitos antes mencionados (contenido de Ciencia e Ingeniería de Materiales, capacitación profesional, acceso desde bachillerato y unimodularidad)

## 1.2 LOS ESTUDIOS DE INGENIERÍA DE MATERIALES EN EUROPA

Se analizan en este apartado 72 titulaciones de Ingeniería de Materiales que se imparten en 14 países europeos. En todos ellos, la carrera de Ingeniero de Materiales está académica y profesionalmente bien diferenciada del resto de las ingenierías, no viéndose en ningún momento alteradas estas circunstancias por el proceso de integración en el Espacio Europeo de Educación Superior (como es el caso de la Titulación en Italia, Portugal o Alemania, por ejemplo).

### 1.2.1 Duración de los estudios

La figura 1.1 muestra el mapa de Europa con la situación de los países y universidades analizadas. La tabla 1.1 recoge pormenorizadamente los datos, ordenados por países. En nuestro estudio se ha tomado una muestra representativa de todos los países europeos, incluyendo los económicamente más poderosos ( como Alemania, Francia, Inglaterra o Italia) y algunos países del Este (como Polonia, Hungría o Rumanía) y del Norte de Europa (como Suecia o Finlandia).

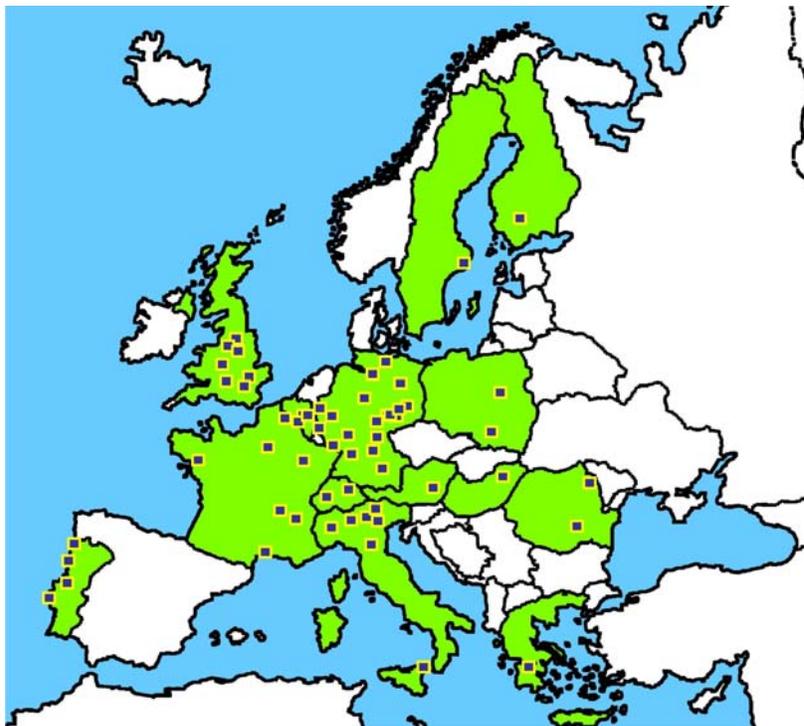


Figura 1.1. Duración de los estudios: Países de Europa (14) y universidades analizadas (64)

Tabla 1.1. Duración en semestres de los estudios de ingeniería de materiales.

**Alemania**  
**(20 Universidades)**  
**(23 Titulaciones)**

Universidad	Semestres	Nombre	Grado
Augsburg	6	Materialwissenschaft	BSc
Bayreuth	10	Materialwissenschaft	Diplom
TU Berlin	10	Werkstoffwissenschaften	Diplom
Chemnitz	6	Materialwissenschaft	BSc
Clausthal	9	Werkstoffwissenschaften	Diplom
Darmstadt	9	Materialwissenschaft	Diplom
Dresden	10	Werkstoffwissenschaft	Diplom
Duisburg-Essen	6	Material Technologie	BSc
Erlangen-Nürnberg	7	Materials Sciences	BSc
Erlangen-Nürnberg	9	Werkstoffwissenschaften	Diplom
FH Nürnberg	8	Werkstofftechnik	Diplom
FreibergTUBergAk	10	Werkstoffwissenschaft	Diplom
Hamburg-Harburg	6	Materialwissenschaft	Diplom
Ilmenau	9	Werkstoffwissenschaft	Diplom
Jena	8	Werkstofftechnik	Diplom
Jena	9	Werkstoffwissenschaft	Diplom
Kiel	10	Materialwissenschaft	Diplom
Koblenz	8	Werkstofftechnik	Diplom
RWTH Aachen	6	Materialwissenschaften	BEng
RWTH Aachen	10	Werkstoffinformatik	Diplom
Saabrücken	9	Werkstoffwissenschaften	Diplom
Stuttgart	9	Werkstoffwissenschaft	Diplom
Weimar	9	Werkstoffwissenschaft	Diplom
Duración Media	<b>8.4</b>		

**Austria**

Universidad	Semestres	Nombre	Grado
Leoben	10	Werkstoffwissenschaft	Diplom

**Bélgica**  
**(3 Universidades)**  
**(3 Titulaciones)**

Universidad	Semestres	Nombre	Grado
Libre Bruselas	10	Ingénieur civil en sciences des matériaux	Ing
Lovaina	10	Ingénieur civil en sciences des matériaux	Ing
Politécnica de Mons	10	Ingénieur civil en sciences des matériaux	Ing
Duración Media	<b>10.0</b>		

**Finlandia**

Universidad	Semestres	Nombre	Grado
Tampere University Of Technology	6	Materials Engineering	BSc
Tampere University Of Technology	10	Materials Engineering	MSc
Duración Media	<b>8.0</b>		

**Francia**  
**(9 Universidades)**  
**(9 Titulaciones)**

Universidad	Semestres	Nombre	Grado
École Centrale de Lyon	10	Ingénieur en science et génie des matériaux	Ing
École Centrale de Nantes	10	Ingénieur en science et génie des matériaux	Ing
École Européene de Nancy	10	Ingénieur en génie des matériaux	Ing
ENPC Paris	10	Ingénieur en science et génie des matériaux	Ing
École Polytechnique Grenoble I	10	Ingénieur en science des matériaux	Ing
École Polytechnique Nantes	10	Ingénieur en science des matériaux	Ing
INSA Lyon	10	Ingénieur en science et génie des matériaux	Ing
Polytech Lille	10	Ingénieur en science des matériaux	Ing
Polytech Montpellier	10	Ingénieur en science des matériaux	Ing
Duración Media	<b>10.0</b>		

**Grecia**

Universidad	Semestres	Nombre	Grado
Patras	8	Materials Sciences	BSc

**Hungría**

Universidad	Semestres	Nombre	Grado
Miskolc	10	Materials Engineering	MSc

**Italia****(9 Universidades)****(9 Titulaciones)**

Universidad	Semestres	Nombre	Grado
Brescia	6	Ingegneria dei Materiali	Laurea
Messina	10	Ingegneria dei Materiali	Laurea
Milano-Biccoca	6	Scienza dei Materiali	Laurea
Modena	6	Ingegneria dei Materiali	Laurea
Padova	6	Ingegneria dei Materiali	Laurea
Politecnico Milano	6	Ingegneria dei Materiali	Laurea
Politecnico Torino	6	Ingegneria dei Materiali	Laurea
Torino	6	Scienza dei Materiali	Laurea
Trento	6	Ingegneria dei Materiali	Laurea
Duración Media	<b>6.4</b>		

**Polonia****(2 Universidades)****(2 Titulaciones)**

Universidad	Semestres	Nombre	Grado
Jagiellonian University Krakow	10	Materials Engineering	MSc
Warsaw University of Technology	10	Materials Engineering	MSc
Duración Media	<b>10.0</b>		

**Portugal**  
**(5 Universidades)**  
**(5 Titulaciones)**

Universidad	Semestres	Nombre	Grado
Coimbra	10	Engenheiro de Materiais	Ing
Instituto Superior Tecnico de Lisboa	10	Engenheiro de Materiais	Ing
Miño	10	Engenheiro de Materiais	Ing
Nova Lisboa	8	Engenheiro de Materiais	Licenc
Porto	10	Engenheiro de Materiais	Ing
Duración Media	<b>9.6</b>		

**Reino Unido**  
**(7 Universidades)**  
**(12 Titulaciones)**

Universidad	Semestres	Nombre	Grado
Birmingham	6	Materials Engineering	BEng
Birmingham	8	Materials Engineering	MEng
Cambridge	6	Materials Science and Metallurgy	BEng
Cambridge	8	Materials Science and Metallurgy	MEng
Imperial College	6	Materials Science and Engineering	BEng
Imperial College	8	Materials Science and Engineering	MEng
Leeds	6	Materials Science and Engineering	BEng
Leeds	8	Materials Science and Engineering	MEng
Manchester	8	Materials Science and Engineering	MEng
Oxford	8	Materials Sciences	MEng
Sheffield	6	Materials Science and Engineering	BEng
Sheffield	8	Materials Science and Engineering	MEng
Duración Media	<b>7.2</b>		

**Rumanía****(2 Universidades)****(2 Titulaciones)**

Universidad	Semestres	Nombre	Grado
Politehnica Bucuresti	10	Materials Engineering	MSc
Universitatea Tehnica Iasi	10	Materials Engineering	MSc
Duración Media	<b>10.0</b>		

**Suecia**

Universidad	Semestres	Nombre	Grado
KTH-Royal Institute of Technology Stockholm	9	Materials Engineering	MSc

**Suiza****(2 Universidades)****(2 Titulaciones)**

Universidad	Semestres	Nombre	Grado
École Polytechnique Fédérale de Lausanne	6	Science et génie des matériaux	BSc
Eidgenössische Technische Hochschule Zurich	6	Materialwissenschaft	BSc
Duración Media	<b>6.0</b>		

**MEDIA EUROPEA ( 14 países, 64 universidades, 72 titulaciones) :**

**8.4 Semestres**

La tabla 1.1 muestra como la duración media en semestres de la carrera de Ingeniero de Materiales en los países analizados es igual a 8.4, que corresponde a algo más de cuatro cursos académicos. Sin embargo, esta duración oscila entre 6 (tres cursos académicos) y 10 (cinco cursos) en las titulaciones estudiadas, notándose cierta tendencia a reducir ligeramente la duración en aquellos países en los que el proceso de integración en Espacio Europeo de Educación Superior está más avanzado, como sucede en Alemania o, especialmente, en Italia. En esta última se está completando el proceso de transformación de las antiguas titulaciones de cinco años (10 semestres) a un esquema de titulaciones de grado de tres años (6 semestres, con los que se accede al título de "Laurea"), más una titulación oficial de master de dos cursos académicos de duración (que proporciona el título de "Laurea Specialistica"). Aunque esta división respeta la letra de la declaración de Bolonia y sus desarrollos posteriores, la información recogida de diferentes universidades italianas sugiere que es más una división administrativa que real, dado que el grueso de los estudiantes se decantan por cursar los dos ciclos completos. No obstante, en cumplimiento de los criterios expresados en el inicio de éste capítulo, en el presente estudio sólo se han incluido las titulaciones de grado de 6 semestres de duración.

Es interesante destacar como en algunos países conviven titulaciones de diferente grado y duración, como es el caso del Reino Unido (BEng de tres años y MEng de cuatro) y Alemania (BSc de tres años y Diplom-Ing. de cinco), siendo siempre todos ellos títulos sin ciclos intermedios y accesibles desde bachillerato.

La duración de la carrera de Ingeniero de Materiales en Francia merece un comentario específico, ya que este país posee un sistema especial de acceso a los estudios de ingeniería en el que los estudiantes deben superar dos cursos preparatorios de contenido básico antes de su ingreso propiamente dicho en la carrera seleccionada. Es por ello por lo que a la duración propia de los estudios de ingeniería (6 semestres, tres cursos académicos) se le debe añadir la de los dos cursos preparatorios (4 semestres), obteniendo un total de 10 semestres (cinco años) de duración de los estudios.

Por lo que respecta a la denominación y autonomía de los estudios respecto otras ingenierías, en todos los países europeos –excepto Francia y Bélgica– las titulaciones de Ingeniero de Materiales se constituyen como estudios autónomos desde su comienzo en primer curso.

En Francia, como ya se ha comentado, existen dos cursos preparatorios comunes que son requisito imprescindible para el acceso de los estudiantes a las carreras de ingeniería. Además, el sistema francés de las "grandes écoles" forma estudiantes de ingeniería que sólo en su dos últimos cursos reciben una formación especializada en las diferentes ramas de la ingeniería (mecánica, civil, eléctrica, de materiales, de organización, etc..).

Algo similar sucede en Bélgica, en la que en sus tres universidades se forman ingenieros "civiles" (que nada tienen que ver con la ingeniería de caminos y obras públicas) que se especializan en sus dos últimos cursos en alguna de las ramas tradicionales de la ingeniería.

La figura 1.2 resume los datos de duración media en semestres por países. En todos los países analizados salvo en Suiza e Italia –donde la duración indicada no es la real por los motivos ya expuestos– la extensión media de los estudios de grado de Ingeniería de Materiales supera con claridad los tres cursos académicos.

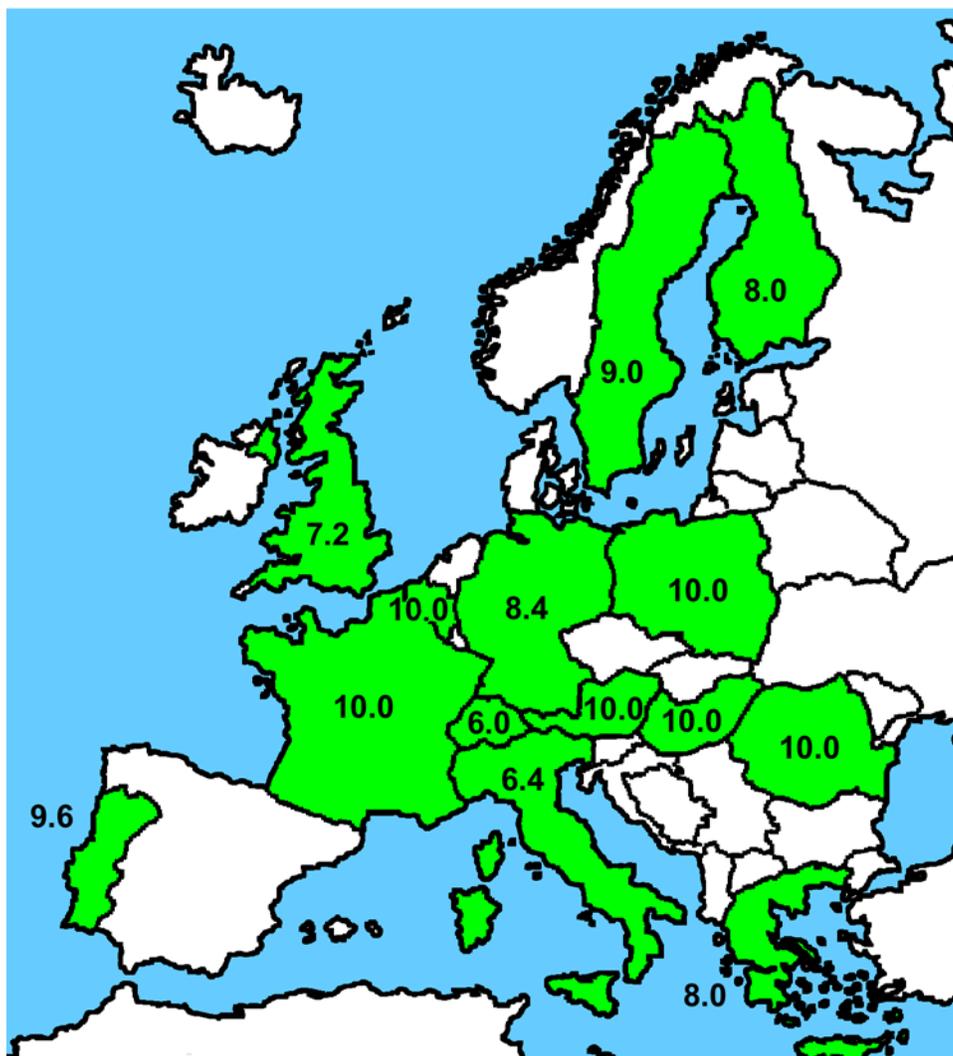


Figura 1.2. Duración media en semestres de los estudios de Ingeniería de Materiales

### 1.2.2 Contenido de los estudios

Partiendo del contenido de los planes de estudios –medidos en créditos europeos– se ha procedido a analizar el contenido de 29 titulaciones de Ingeniería de Materiales repartidas en seis países europeos.

La figura 1.3 ilustra las universidades y países analizados, cuyos datos se dan en la tabla 1.2. Los países elegidos lo han sido, bien por su proximidad con España (Portugal y Francia) o bien por su desarrollo económico e industrial (Alemania, Francia, Bélgica Suiza e Inglaterra). Además se ha tenido la precaución de incluir países con estructuras educativas diferentes: continental (Francia) y anglosajona (Inglaterra).

Para realizar el estudio se han contabilizado más de 2000 asignaturas diferentes, que han sido clasificadas en función del *campo de conocimiento* en que se encuadraban, de su *carácter optativo u obligatorio*, del *tipo de material* al que hacían referencia y de su *contenido práctico*.

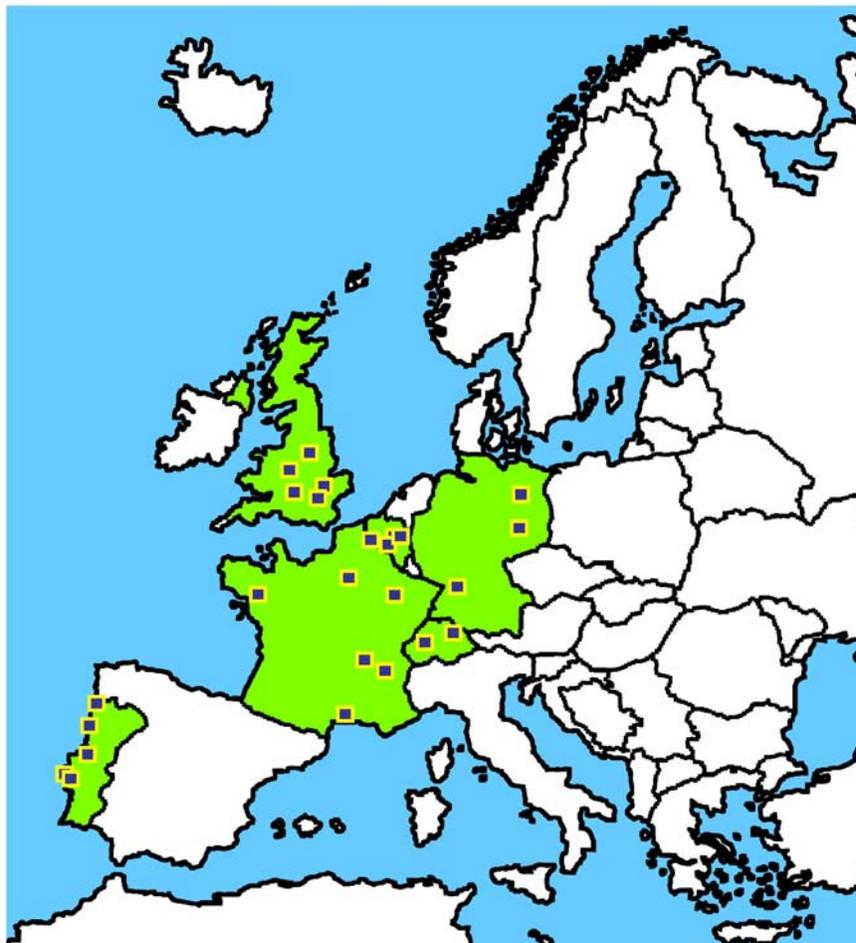


Figura 1.3. Contenido de los estudios: Países de Europa (6) y universidades analizadas (25)

Tabla 1.2. Titulaciones cuyos contenidos se han analizado.

**Alemania**

Universidad	Nombre	Grado
TU Berlin	Werkstoffwissenschaften	Diplom
FreibergTUBergAk	Werkstoffwissenschaft	Diplom
Stuttgart	Werkstoffwissenschaft	Diplom

**Bélgica**

Libre Bruselas	Ingénieur civil en sciences des matériaux	Ing
Lovaina	Ingénieur civil en sciences des matériaux	Ing
Politécnica de Mons	Ingénieur civil en sciences des matériaux	Ing

**Francia**

École Centrale deNantes	Ingénieur en science et génie des matériaux	Ing
École Européene de Nancy	Ingénieur en génie des matériaux	Ing
ENPC Paris	Ingénieur en science et génie des matériaux	Ing
École Polytechnique Grenoble I	Ingénieur en science des matériaux	Ing
INSA Lyon	Ingénieur en science et génie des matériaux	Ing
Polytech Lille	Ingénieur en science des matériaux	Ing
Polytech Montpellier	Ingénieur en science des matériaux	Ing

**Portugal**

Coimbra	Engenheiro de Materiais	Ing
Inst. Superior Tecnico de Lisboa	Engenheiro de Materiais	Ing
Miño	Engenheiro de Materiais	Ing
Nova Lisboa	Engenheiro de Materiais	Licenc
Porto	Engenheiro de Materiais	Ing

**Reino Unido**

Birmingham	Materials Engineering	BEng
Birmingham	Materials Engineering	MEng
Cambridge	Materials Science and Metallurgy	BEng
Cambridge	Materials Science and Metallurgy	MEng
Imperial College	Materials Science and Engineering	BEng
Imperial College	Materials Science and Engineering	MEng
Oxford	Materials Sciences	MEng
Sheffield	Materials Science and Engineering	BEng
Sheffield	Materials Science and Engineering	MEng

**Suiza**

École Polytechnique Fédérale de Lausanne	Science et génie des matériaux	BSc
Eidgenössische Technische Hochschule Zurich	Materialwissenschaft	BSc

**TOTAL : 6 países, 25 universidades, 29 titulaciones, 2078 asignaturas**

Las tablas 1.3 y 1.4 muestran las clasificaciones utilizadas en el estudio. En relación con los campos de conocimiento se ha intentado mantener en lo posible una estructura que guarde cierto parecido con la que se utiliza actualmente en España para describir los contenidos de la carrera de segundo ciclo de Ingeniero de Materiales. Así, se ha distinguido entre *Materias Básicas*, comunes a estudios de ciencias e ingeniería, como la biología, la química, la física o las matemáticas; *Materias Específicas*, que constituyen el núcleo de la formación y son el rasgo de identidad de los estudios de ingeniería de materiales, y *Materias Transversales* como lenguas extranjeras, gestión o humanidades, que complementan y enriquecen la formación del ingeniero.

Todos los datos se proporcionan en valores relativos al total de la titulación o para cada grupo de materias, según el caso, de forma que los datos sean homogéneos y puedan compararse entre titulaciones de diferente duración. Para calcularlos se ha utilizado la extensión en créditos europeos de cada asignatura.

Cuando han tenido que contabilizarse conjuntamente las asignaturas obligatorias y las optativas, los créditos correspondientes a éstas últimas se han multiplicado por un factor de ponderación igual a la relación entre el número de créditos optativos que el alumno debe cursar y el número total de créditos optativos que se ofertan. De esta forma la suma total de todos los créditos de asignaturas optativas ofertadas siempre es igual al número de créditos optativos requeridos.

Tabla 1.3. Campos de conocimiento utilizados en el análisis de contenidos

		Abreviatura	Descripción
Materias Básicas		BIO	Biología, biología celular
		FIS	Física general y avanzada
		INF	Informática y computación
		MAT	Matemáticas, dibujo y expresión gráfica
		QUI	Química general y avanzada
Materias Específicas	Comunes de materiales	ESD	Estructura, caracterización y descripción de los materiales y sus familias.
	Fundamentales	BIQ	Propiedades químicas y biológicas de los materiales
		ELE	Propiedades electrónicas, magnéticas, térmicas y ópticas de los materiales
		MEC	Propiedades mecánicas de los materiales
Tecnológicas	TED	Tecnología industrial y de materiales. Obtención, selección, procesado, utilización y reciclado. Diseño y aplicaciones de los materiales.	
Materias Transversales		GES	Gestión, economía, organización, calidad y legislación
		COM	Comunicación y lenguas
		HUM	Humanidades y deportes

Tabla 1.4 Grupos de materiales utilizados en el análisis de contenidos

Abreviatura	Descripción
MET	Materiales metálicos
CER	Materiales cerámicos
POL	Materiales polímeros
BIO	Materiales biológicos y biomateriales
GEN	Diversos tipos de materiales
NMT	No directamente aplicada al estudio de materiales

### 1.2.2.1 Análisis del tipo de asignaturas según su orientación

En este apartado se analizan el contenido de las materias impartidas en las 29 titulaciones de Ingeniero de Materiales contempladas en este estudio, que han sido clasificadas según las categorías mostradas en la tabla 1.3.

La figura 1.4 muestra la clasificación por grandes bloques de materias: básicas, específicas y transversales. En promedio, las materias específicas de la formación del Ingeniero de Materiales suman casi  $2/3$  del total de la titulación, correspondiendo aproximadamente  $1/4$  a materias de tipo básico, y algo más de  $1/8$  a las materias transversales

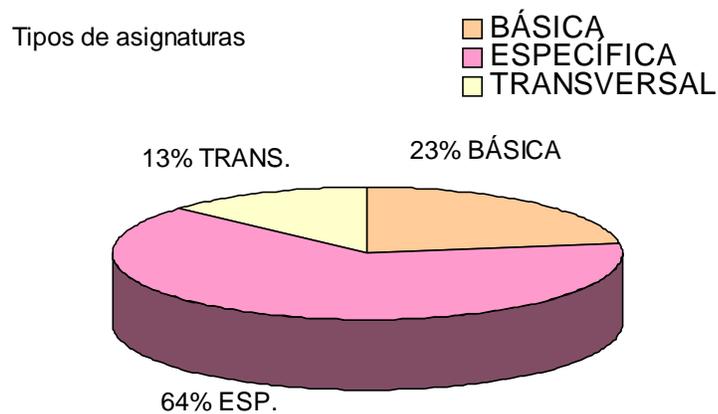


Figura 1.4. Porcentaje total de créditos según su orientación.

Los valores dados en la figura 1.4, varían grandemente cuando el análisis se subdivide por países, figura 1.5, ya que las materias específicas pueden oscilar desde el 48% de Bélgica al 86% del Reino Unido, donde los estudios están muy dirigidos a la aplicación práctica de los conocimientos, prestando menor atención a los contenidos básicos.

La formación en materias básicas es mayor en suiza y Bélgica, superando ampliamente 1/3 del total, mientras que Francia es el país donde se da mayor peso a las materias transversales, con el 27% del total de créditos.

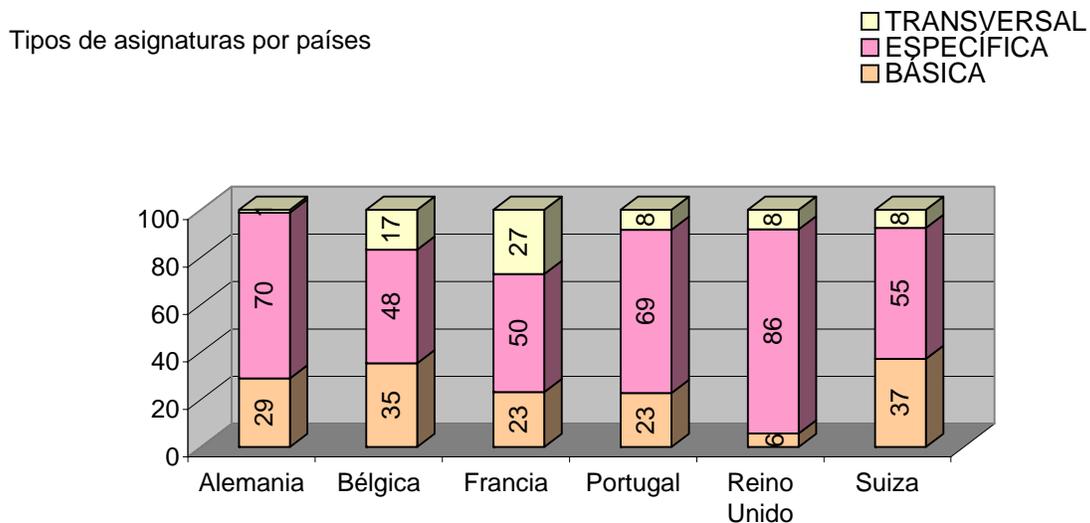


Figura 1.5. Porcentaje de créditos según su orientación por países.

Muchas de las oscilaciones observadas pueden explicarse en función del sistema de estudios que tradicionalmente se aplica en cada país, y la estructura de sus titulaciones. Ya se ha comentado que los estudios de ingeniería en el Reino Unido van más dirigidos a los aspectos prácticos y tecnológicos, prestando menor atención a las asignaturas básicas y generales. El sistema francés, por el contrario, forma ingenieros generalistas que sólo se especializan en sus últimos años de carrera, por lo que el peso de las materias básicas y transversales –sobre todo las relacionadas con la gestión y organización de empresas– es mayor.

En relación con el grado de los estudios, la figura 1.6 muestra que no existen variaciones significativas en función del nivel y duración de las titulaciones, como por ejemplo BSc y MSc, aunque si puede apreciarse en cierta medida la diferencia entre los sistemas de estudios continental (francés) y anglosajón y el peso relativo que uno y otro dan a los diferentes bloques de materias. Así, las titulaciones continentales (Diplom, Ing., Licenc.) dan mayor peso a las materias básicas y transversales que las titulaciones MEng y MSc.

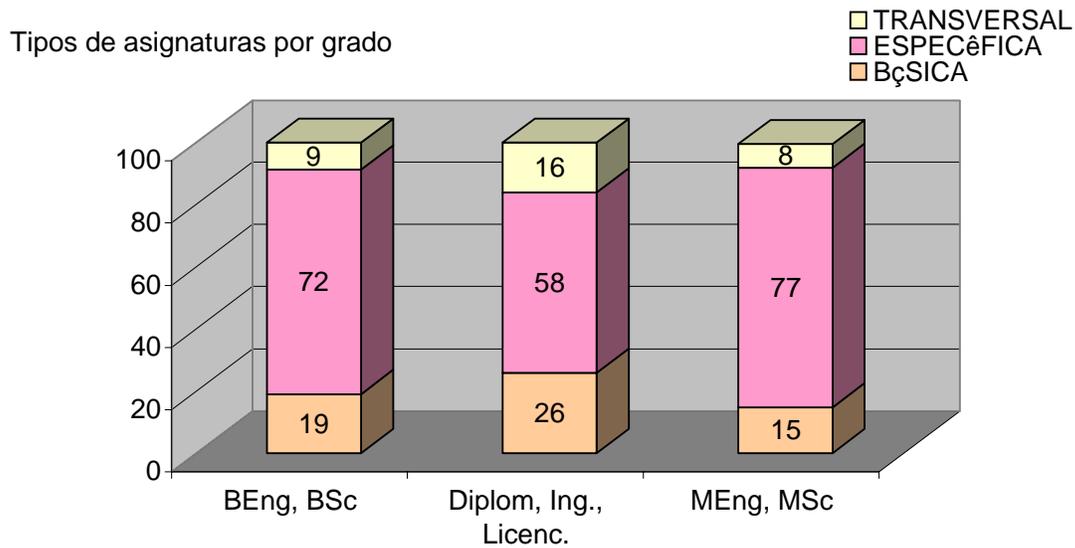


Figura 1.6. Porcentaje de créditos según su orientación en función del grado de los estudios.

En cuanto a la descripción detallada de los contenidos de las *materias básicas*, la figura 1.7 muestra un mayor peso de la física y las matemáticas con casi 1/3 del total, seguido por la química con el 22% y las asignaturas de corte informático que suman un 10% de los créditos. Aunque sólo recientemente han empezado a introducirse en los planes de estudio asignaturas relacionadas con los materiales biológicos y los biomateriales, ya aparecen reflejadas en nuestro análisis materias básicas de contenido biológico con un 4% de participación.

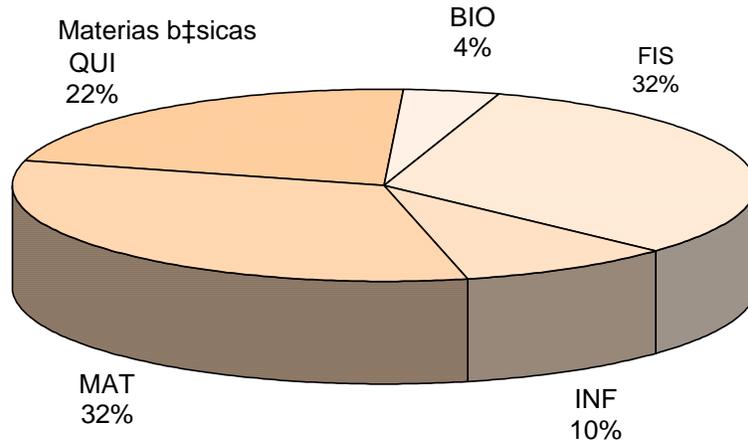


Figura 1.7. Porcentaje de créditos de materias básicas según su contenido.

Las *materias específicas* están repartidas equitativamente, figura 1.8, si tenemos en cuenta que las materias que son comunes a todos los materiales (BIQ, ELE y MEC) suman el 33% del total, muy cerca de las asignaturas relacionadas con la tecnología de los materiales (TED, 32%) y las que describen su estructura y composición (ESD), que con el 35% de los créditos son las de mayor presencia. Dentro de las asignaturas fundamentales los contenidos también se reparten con bastante equilibrio, si bien el mayor peso lo tienen las propiedades mecánicas (MEC, 13%) seguidas de cerca por las electrónicas (ELE, 11%) quedando algo más distanciadas las químicas y biológicas (BIQ, 9%).

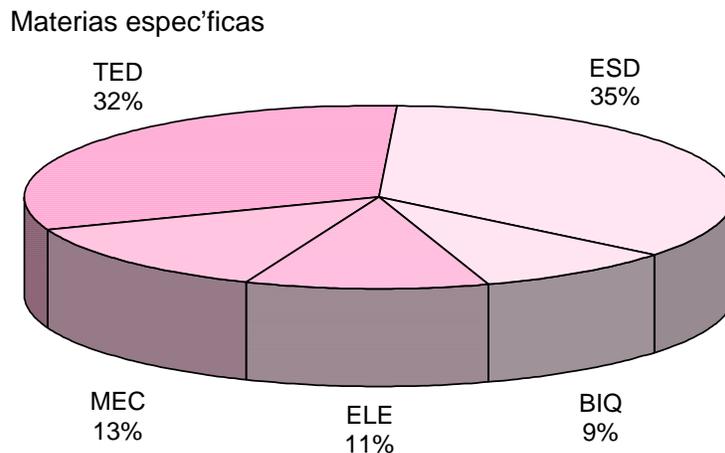


Figura 1.8. Porcentaje de créditos de materias específicas según su contenido.

Las *materias transversales* –que complementan la formación de los ingenieros– se han clasificado en tres grandes grupos correspondientes a gestión (GES), comunicación (COM) y humanidades (HUM).

En la figura 1.9 se observa que, en promedio, los campos de comunicación y gestión llevan el mayor peso dentro del sector de materias transversales, ambas con un valor cercano al 40% del total de créditos. Cuando se analizan los contenidos concretos dentro de estos dos campos, se comprueba el enorme peso que las titulaciones europeas dan al conocimiento de idiomas, situándolos al mismo nivel que otros conocimientos más científico-técnicos como los de organización de empresas y proyectos, economía o control de calidad.

Las materias transversales correspondientes a humanidades suponen 1/4 del total e incluyen asignaturas como filosofía, sociología, educación física, ó deportes.

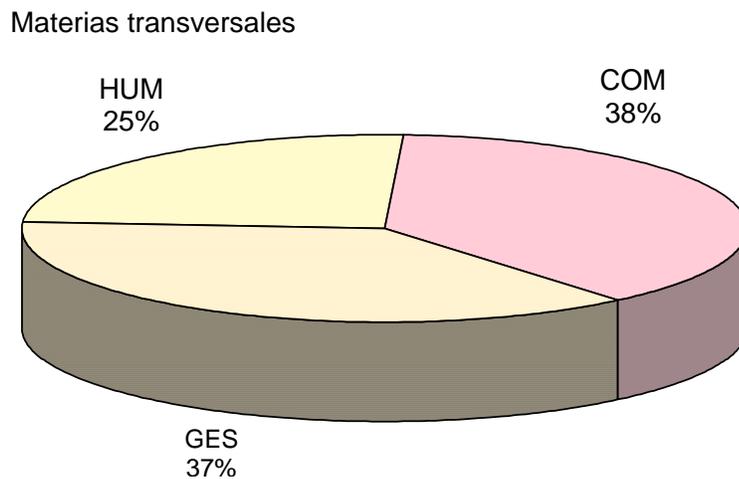


Figura 1.9. Porcentaje de créditos de materias transversales según su contenido.

### 1.2.2.2 Optatividad

La figura 1.10 muestra el porcentaje total de materias obligatorias obtenido en las 29 titulaciones europeas que se han analizado, cuyo valor es igual a 85%. Como más adelante se verá, este valor es equiparable al de los estudios de Ingeniería de Materiales en Estados Unidos.

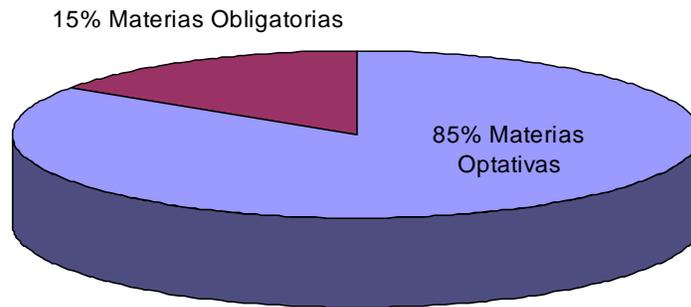


Figura 1.10. Porcentaje total de materias obligatorias y optativas

Por países, figura 1.11, Bélgica y Francia presentan los mayores porcentajes de materias obligatorias, con el 96 y el 92% respectivamente, mientras que con el 76 y 79%, Portugal y Reino Unido ocupan el extremo opuesto del espectro.

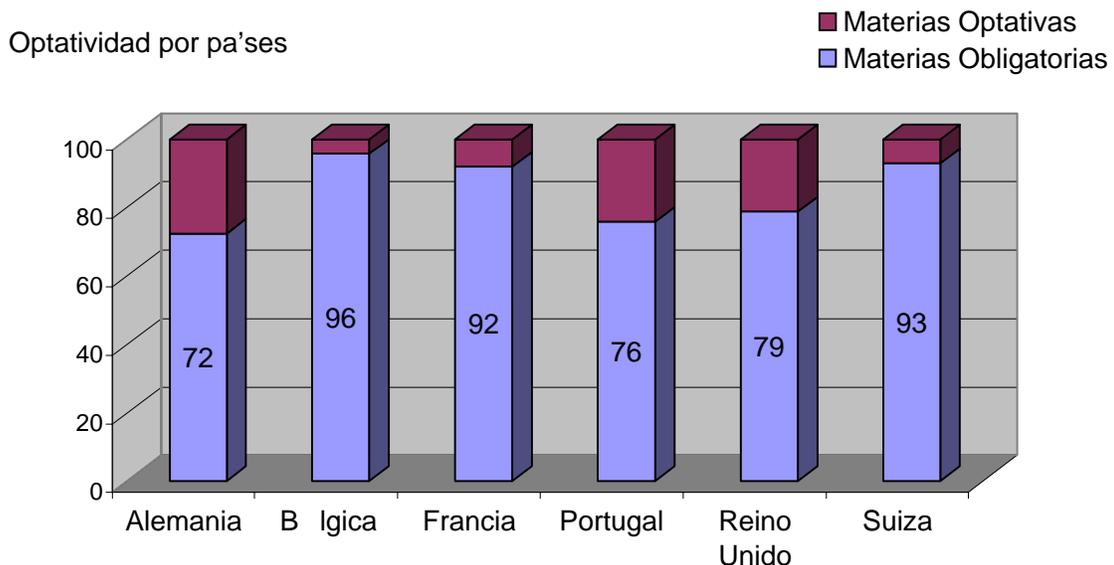


Figura 1.11. Porcentaje de materias obligatorias y optativas por países

En la introducción a este capítulo se mencionó que se han considerado todas las titulaciones que, independientemente de su nivel, fuesen de ciclo único –sin grados intermedios– y se pudiesen cursar al finalizar los estudios de bachillerato. Por ello se han incluido en nuestro estudio algunas titulaciones de diferente nivel, como sucede con los grados BEng y MEng en el caso de las universidades pertenecientes al Reino Unido. Aunque pudiéramos pensar que la diferencia de grado se podría reflejar en la proporción de materias obligatorias y optativas, la figura 1.12 muestra que cuando se comparan titulaciones de diferente nivel y duración, el porcentaje de optatividad permanece prácticamente constante sin que las variaciones que se observan puedan considerarse relevantes.

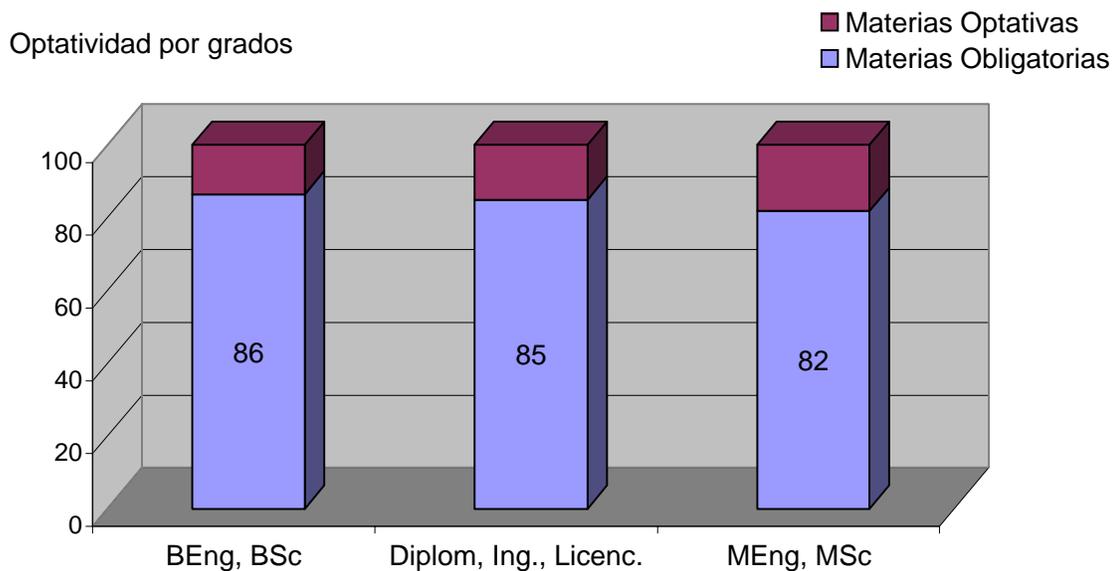


Figura 1.12. Porcentaje de materias obligatorias y optativas según el grado de los estudios

Si se analiza el porcentaje de optatividad en relación con las asignaturas que guardan relación directa con el estudio de una determinada familia de materiales (figura 1.13), vemos con claridad que los materiales tradicionalmente "más jóvenes", es decir los que más tardíamente se han incorporado a los planes de estudio como materias regladas, muestran un mayor grado de optatividad. Este es el caso de los materiales biológicos y los biomateriales, y en menor medida de los materiales cerámicos. Por el contrario, los metales, los polímeros y las asignaturas que describen y tratan las diversas familias de materiales en su conjunto (GEN) tienen los menores porcentajes de materias optativas. Por último, las asignaturas no dedicadas a la descripción directa de alguna familia de materiales (NMT) son las que presentan el menor grado de optatividad, por debajo del valor medio global del 15%.

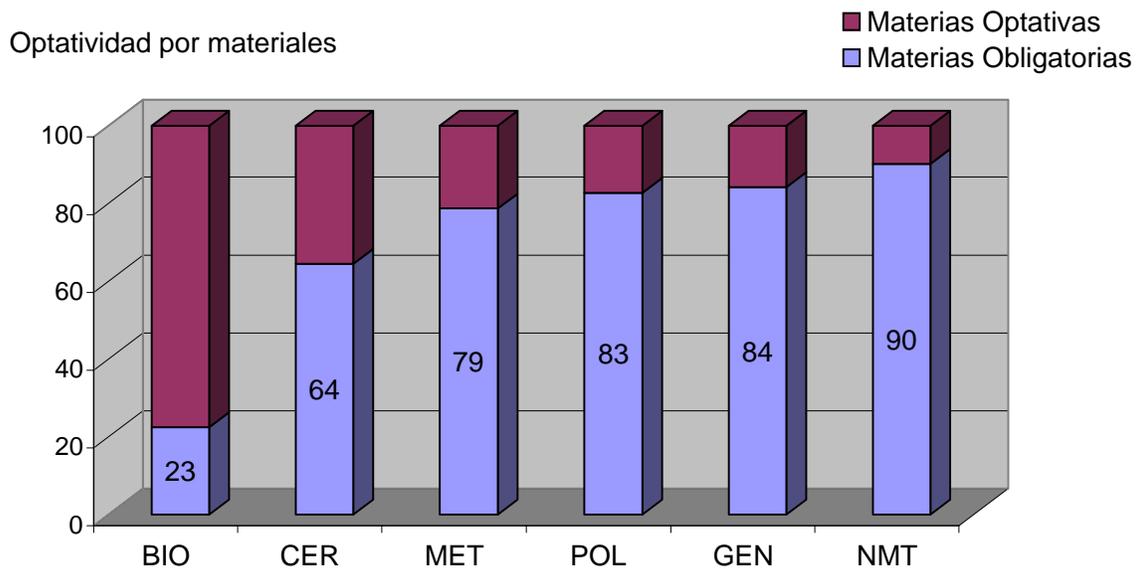


Figura 1.13. Porcentaje de materias obligatorias y optativas según los materiales estudiados

En relación con el campo de conocimiento en el que se encuadran las diferentes asignaturas, la figura 1.14 muestra que las asignaturas cuyos contenidos corresponden a materias básicas son las de menor optatividad, como parece lógico esperar ya que éstas son las encargadas de preparar la base sólida y homogénea sobre la que se construirá la formación del Ingeniero de Materiales. En el extremo opuesto se sitúan las materias transversales, que por su carácter complementario parecen susceptibles de mayor elección por parte del alumno.

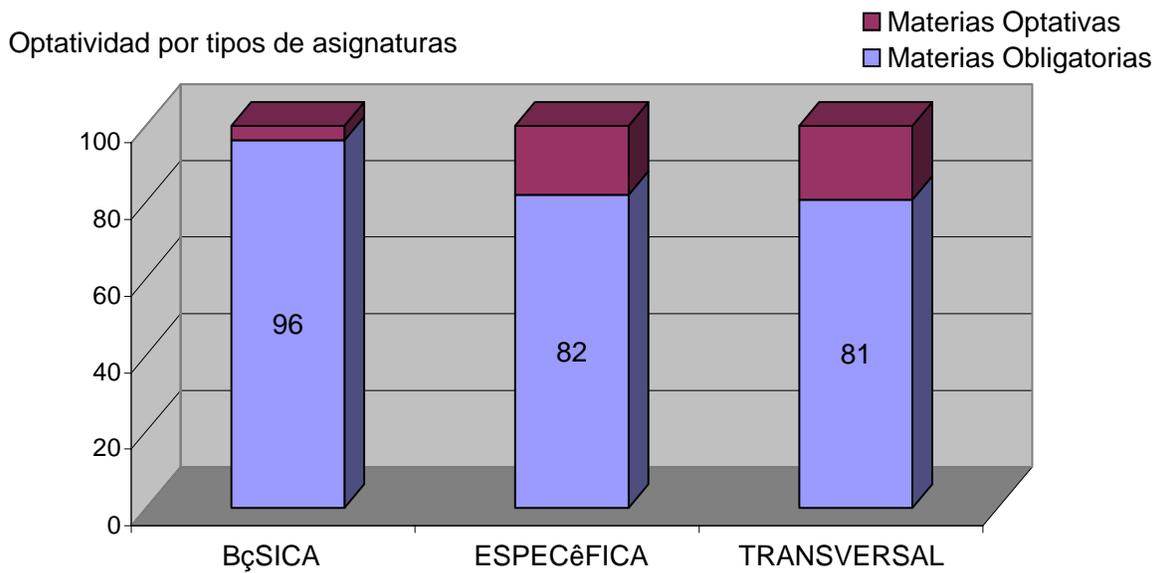


Figura 1.14. Porcentaje de asignaturas obligatorias y optativas según los tipos de materias abordados en las asignaturas

Dentro del conjunto de *materias básicas*, el mayor grado de optatividad se obtiene para las asignaturas relacionadas con la biología, lo que parece indicar que las materias académicamente más jóvenes se irían introduciendo en los planes de estudio desde las asignaturas optativas, para consolidar después su situación. Sin embargo, este no es el caso de la formación en informática, que a juzgar por los datos de la figura 1.15 se considera "cuasi" obligatoria en todos los planes de estudios, y las matemáticas, que prácticamente no tienen ningún porcentaje de optatividad.

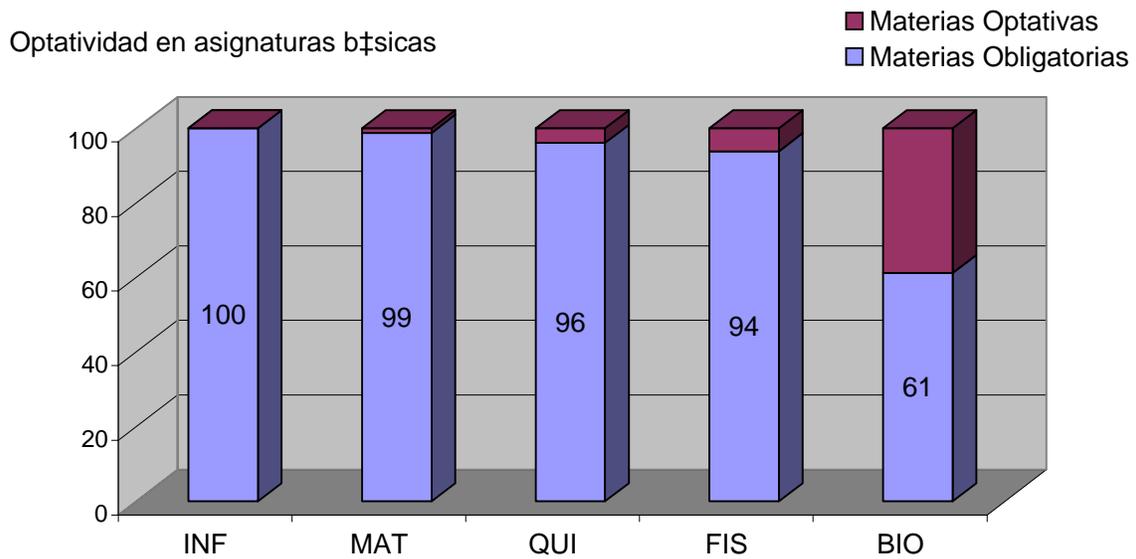


Figura 1.15. Porcentaje de optatividad en asignaturas básicas según sus diferentes orientaciones.

Las *materias específicas*, que representan el núcleo de la formación del Ingeniero de Materiales presentan porcentajes de optatividad que van del 7% de las del grupo correspondiente al estudio de la estructura, caracterización y descripción de los materiales y sus familias (ESD), hasta el 26% de las correspondientes a las propiedades electrónicas, magnéticas, térmicas y ópticas de los materiales (ELE), como se muestra en la figura 1.16. Aunque los porcentajes son muy variables de una titulación a otra, podríamos distinguir dos grupos de materias en función de que su optatividad se sitúe por encima o por debajo del valor medio global del 15% (figura 1.10).

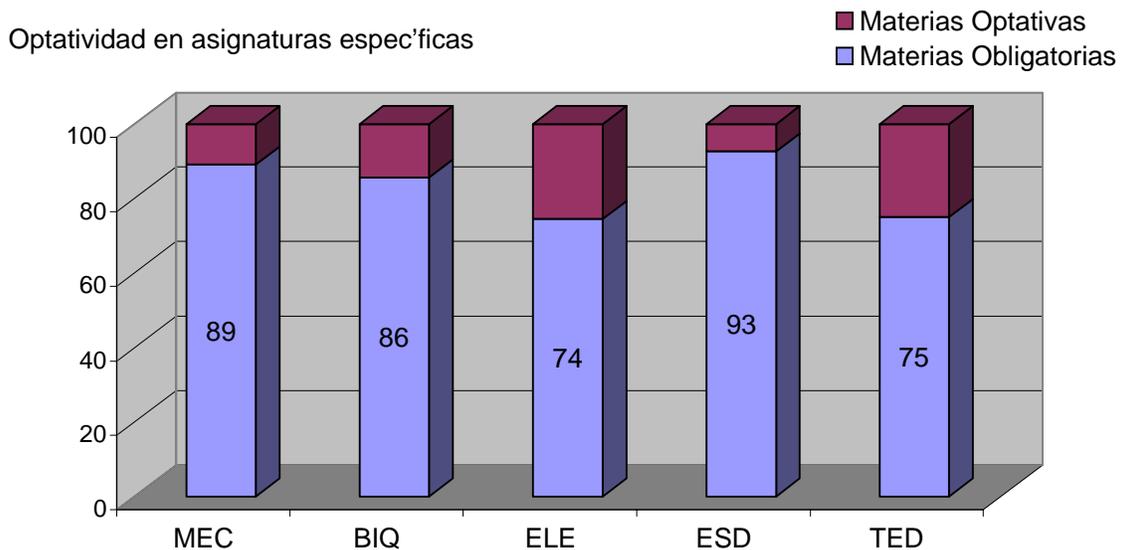


Figura 1.16. Porcentaje de optatividad en las asignaturas específicas según sus diferentes orientaciones.

En el primer grupo –menor optatividad que la media– se encuentran las asignaturas correspondientes al estudio de la estructura, caracterización y descripción de los materiales y sus familias (ESD) y a las propiedades mecánicas de los materiales (MEC). En el segundo grupo –mayor optatividad que la media– estarían las asignaturas de tecnología industrial y de materiales, diseño y aplicaciones de los materiales (TED) y las propiedades electrónicas, térmicas y ópticas (ELE). Entre los dos grupos se sitúan las asignaturas referidas a las propiedades químicas y biológicas de los materiales (BIQ), que muestran una optatividad muy cercana al valor medio.

Si se contempla la optatividad conjunta de las asignaturas comunes a todo tipo de materiales (MEC, BIQ y ELE), cuyo valor es el 17%, vemos que este grupo ocuparía la posición intermedia entre las asignaturas tecnológicas (TED, 25%) y las descriptivas de los materiales y su estructura (ESD, 7%).

Por último, y para cerrar este apartado, la figura 1.17 muestra cómo se distribuye el porcentaje de materias optativas para los diferentes grupos de asignaturas de *carácter transversal*, que como vimos con anterioridad son las que tienen el mayor porcentaje de optatividad en su conjunto.

Las materias relacionadas con la gestión, organización, economía de los procesos industriales y las referidas a comunicación y lenguas son, con el 23 y el 21% respectivamente, las de mayor optatividad. Resulta interesante observar que las materias de humanidades, con el 11%, son las de menor índice, menor incluso que otros grupos más directamente relacionados con materias específicas de la formación del Ingeniero de Materiales.

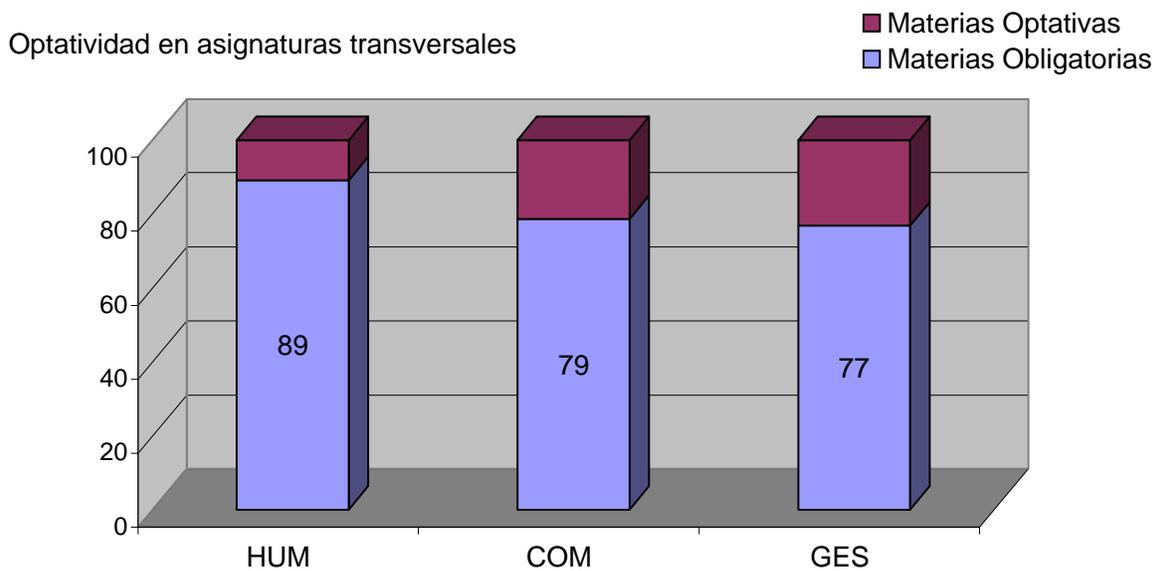


Figura 1.17. Porcentaje de optatividad en las asignaturas transversales según sus diferentes orientaciones.

### 1.2.2.3 Análisis del tipo de asignaturas según el material

En este apartado se utiliza la clasificación recogida en la tabla 1.4 para analizar qué tipo de materiales se incluyen explícitamente dentro de los planes de estudio de ingeniería de materiales.

La figura 1.18 compara las asignaturas específicas de materiales con el resto de materias impartidas en la titulación, proporcionando los valores medios de las 29 titulaciones analizadas.

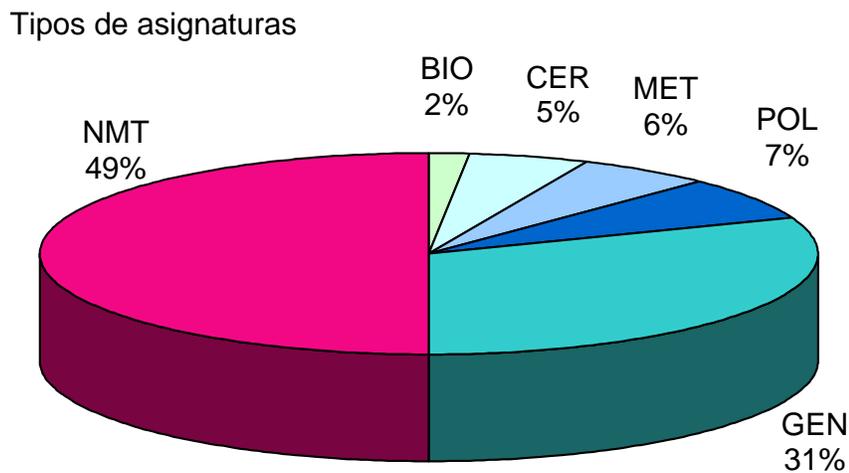


Figura 1.18. Porcentaje de créditos según el contenido en materiales.

Sorprende observar que, pese a la vinculación constitucional de los estudios con el mundo de los materiales, casi el 50% de los contenidos que se desarrollan no tratan directamente sobre un material o un conjunto de materiales concretos, y que sólo el 22% de las materias de los planes de estudios abordan el estudio de los materiales clasificados por familias. Entre ellas, el mayor peso reside en los materiales de mayor tradición como metales y polímeros, siendo algo menor la proporción de los materiales cerámicos, y estando en último lugar los materiales biológicos y biomateriales.

Los valores medios de la figura 1.18 se alteran significativamente cuando estos datos se representan por países, como se ilustra en las figuras 1.19 y 1.20.

La distribución por países de contenidos específicos de materiales se muestra en la figura 1.19. De los seis países cuyas titulaciones se han analizado, el Reino Unido –con gran diferencia– es aquel donde existe mayor número de materias vinculadas con un tipo concreto de material, y en el que más se aplica el modelo tradicional de descripción de materiales por familias. Los menores índices, por otra parte, se registran en Bélgica y Francia, en correspondencia con una mayor generalidad de contenidos en los estudios, según se mostró en la figura 5 (Porcentaje de créditos según su orientación por países).

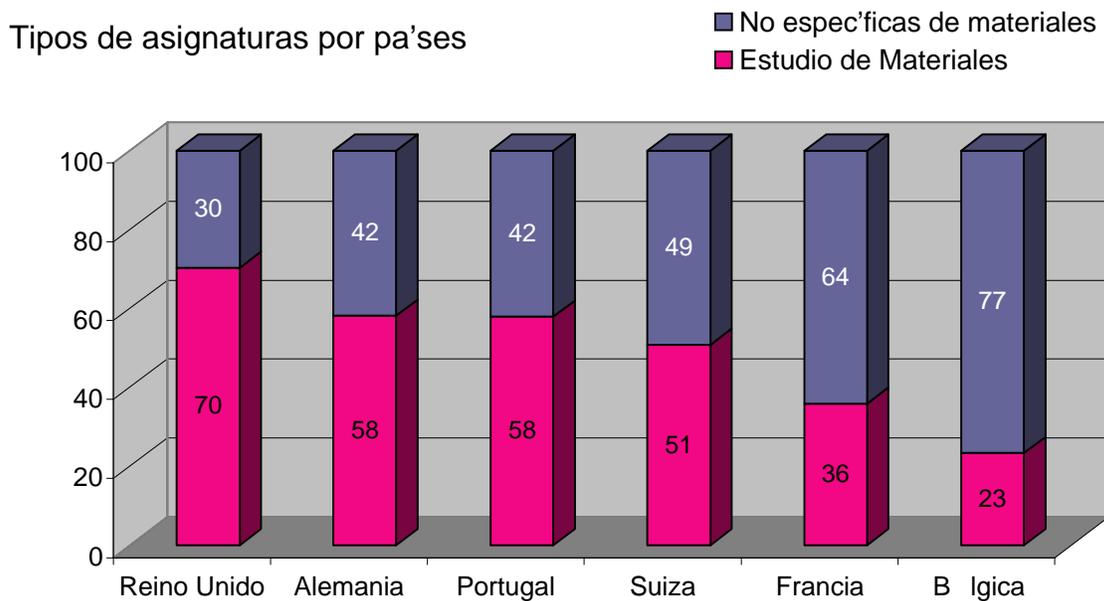


Figura 1.19. Distribución por países de contenidos específicos en materiales.

Por tipos de materiales, en la figura 1.20 vemos que el tipo de material más estudiado corresponde siempre a metales ó polímeros, aunque en algún caso también los materiales cerámicos tienen gran protagonismo, como sucede en las titulaciones que se imparten en Alemania, Reino Unido o Suiza, en las que ocupan el segundo lugar.

La figura 1.20 muestra que aunque los materiales biológicos y los biomateriales, ya se han introducido con cierto peso en los planes de estudio de Francia, Portugal, Reino Unido y Suiza, en otros como Alemania o Bélgica aún su presencia no alcanza aún un nivel significativo.

Tipos de asignaturas por pa'ses

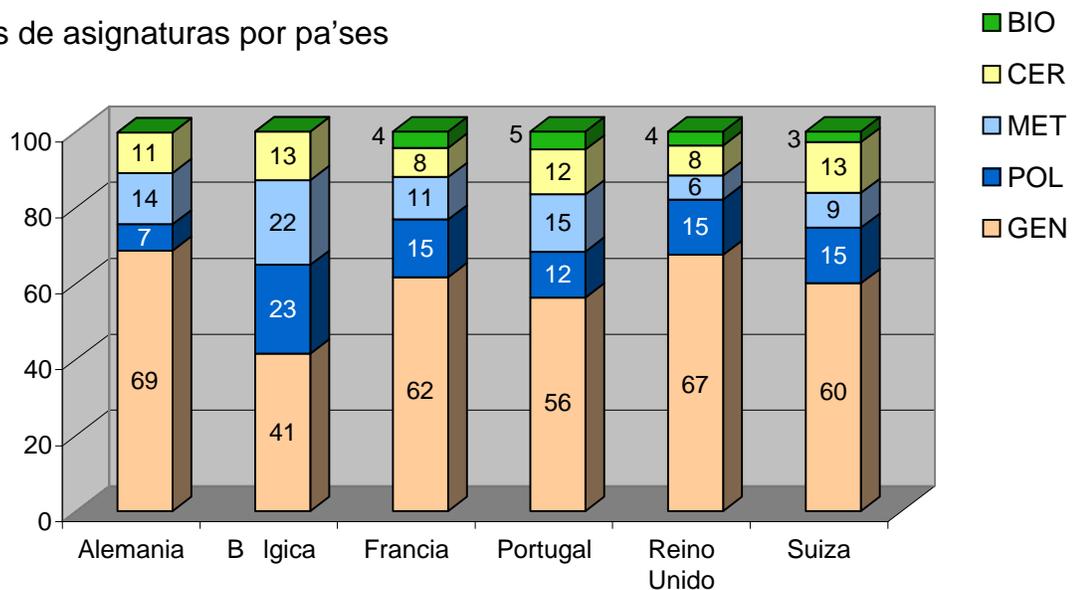


Figura 1.20. Distribución de contenidos por países según el tipo de materiales.

#### 1.2.2.4 Realización de proyectos y prácticas en empresas

Todas las carreras de ingeniería de materiales analizadas incluyen –en mayor o menor medida– la realización de trabajos prácticos y proyectos fuera del desarrollo concreto de cada asignatura. La figura 1.21 muestra que la realización de trabajos y proyectos, incluyendo en su caso el proyecto final de carrera, es en promedio un 5% del contenido total de las titulaciones. La realización de prácticas en empresas supone algo menos de la mitad de este valor, y se sitúa en el 2%.

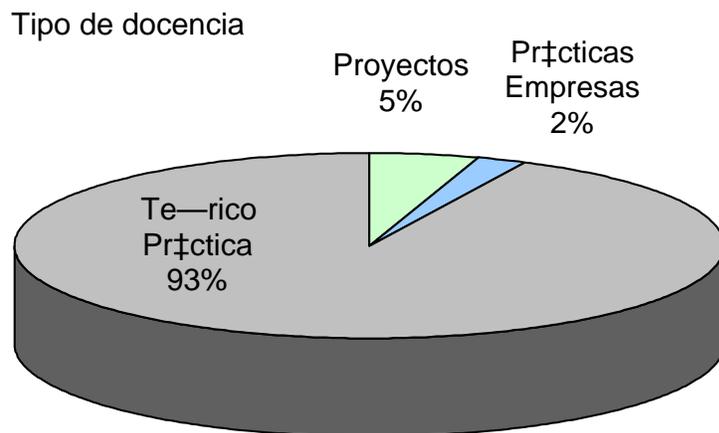


Figura 1.21. Créditos correspondientes a proyectos y prácticas en empresas.

Por países, como se indica en la figura 1.22, son Alemania y Bélgica, los países donde mayor peso se da a la realización por parte del alumno de proyectos y prácticas en empresas. Portugal, con un porcentaje total del 3% ocupa la última posición respecto a las titulaciones analizadas.

Además de los trabajos y prácticas mencionados, prácticamente todas las asignaturas analizadas tienen un contenido práctico importante, entendido éste como planteamiento y resolución de problemas y prácticas de campo y laboratorio, que puede llegar a ser igual a la mitad de su contenido en créditos. Este es el motivo de que éste tipo de docencia aparezca en las figuras 1.21 y 1.22 rotulada como teórico-práctica.

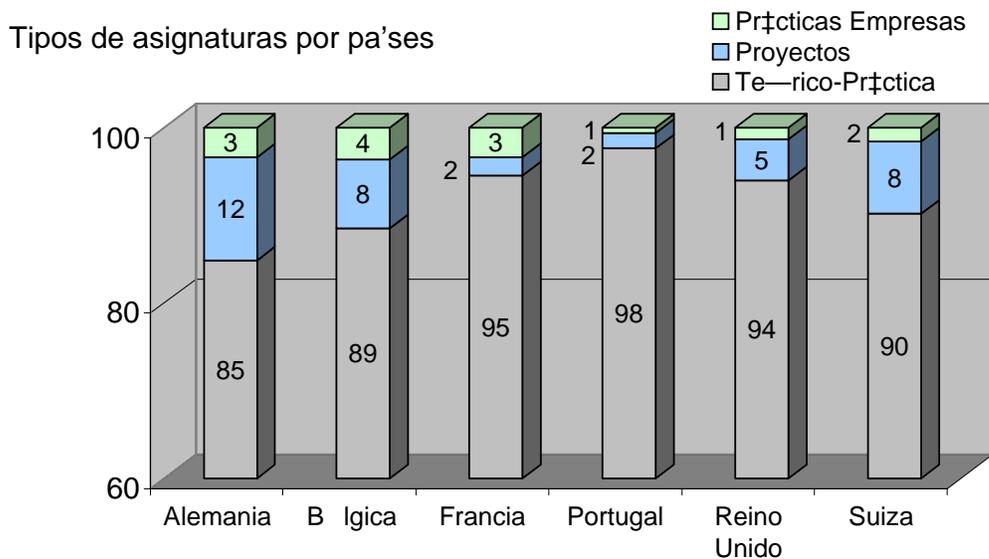


Figura 1.22. Asignaturas de proyectos y prácticas en empresas según países.

### 1.3 LOS ESTUDIOS DE INGENIERÍA DE MATERIALES EN ESTADOS UNIDOS

Los estudios de Ingeniería de Materiales se imparten en universidades norteamericanas desde hace más de veinte años. En los siguientes apartados se ofrece el análisis de la duración y los contenidos de las titulaciones más relevantes.

Al igual que en el apartado 1.2 –en el que se analizaban las titulaciones europeas– sólo se han considerado las titulaciones que cumplen los requisitos expresados en 1.1 (contenidos incluidos dentro del área de Ciencia e Ingeniería de Materiales, capacitación profesional, ciclo único y acceso desde bachillerato –high school–)

#### 1.3.1 Duración de los estudios

Se han analizado un total de 36 universidades públicas y privadas de Estados Unidos que imparten títulos de grado de Ingeniería de Materiales (BSc). La selección de los centros se ha realizado atendiendo a su calidad docente e investigadora en el área de Ciencia e Ingeniería de Materiales e intentando también no dejar ningún área importante de los Estados Unidos sin representación, figura 1.23. La tabla 1.5 detalla las universidades estudiadas y la duración en semestres de los estudios.

El título de grado en Ingeniería de Materiales posee una duración típica de 4 años, dividida en 8 semestres, sin embargo hay centros en los que posee una duración de 4 años y medio (Universidad de Florida) o cinco años (Cincinnati y Drexel), e incluso en algunos casos el primer año no está explícitamente incluido en la programación, al no contener ninguna asignatura específica de materiales.

Es interesante destacar que todos los centros ofrecen además de la titulación de grado (BSc) programas de master (MSc) y doctorado en Ingeniería de Materiales. El programa de master requiere generalmente dos años más (cuatro semestres) y la realización de Tesis Doctoral requiere dos o tres años adicionales.

La mayoría de los centros ofrecen un “Honors Program” durante la realización de la titulación de grado para alumnos con altas calificaciones en los primeros cursos. Este programa puede incluir un proyecto especial y asignaturas de nivel de postgrado.

Comparadas con las europeas, las titulaciones de Ingeniería de Materiales de Estados Unidos presentan mucha más uniformidad en su duración. Sin embargo, el valor medio situado en 8.1 semestres es sensiblemente similar al obtenido en Europa (8.4).

Tabla 1.5. Universidades analizadas y duración en semestres de los estudios

Universidad	Duración (Semestres)	Titulación	Grado
Alabama	8	Materials Engineering	BSc
Arizona	8	Materials Engineering	BSc
Auburn	8	Materials Engineering	BSc
California PolyTech	8	Materials Engineering	BSc
California-Davis	8	Materials Engineering	BSc
California-LA	8	Materials Engineering	BSc
Case Western	8	Materials Engineering	BSc
Cincinnati	10	Materials Engineering	BSc
Columbia	8	Materials Engineering	BSc
Connecticut	8	Materials Engineering	BSc
Cornell	8	Materials Engineering	BSc
Drexel	10	Materials Engineering	BSc
Florida	9	Materials Engineering	BSc
Georgia Inst. Tech.	8	Materials Engineering	BSc
Johns Hopkins	8	Materials Engineering	BSc
Kentucky	8	Materials Engineering	BSc
Lehigh	8	Materials Engineering	BSc
Michigan State	8	Materials Engineering	BSc
Michigan Tech.	8	Materials Engineering	BSc
Michigan-Ann Arbour	8	Materials Engineering	BSc
Minnesota	8	Materials Engineering	BSc
MIT	8	Materials Engineering	BSc
New Mexico Inst. Mining	8	Materials Engineering	BSc
North Carolina-Raleigh	8	Materials Engineering	BSc
Nortwestern	8	Materials Engineering	BSc
Ohio	8	Materials Engineering	BSc
Pennsylvania	8	Materials Engineering	BSc
Pennsylvania State	8	Materials Engineering	BSc
Pittsburgh	8	Materials Engineering	BSc
Rice	8	Materials Engineering	BSc
San Jose	8	Materials Engineering	BSc
Tennessee	8	Materials Engineering	BSc
Utah	8	Materials Engineering	BSc
Virginia Polyt.	8	Materials Engineering	BSc
Washington	8	Materials Engineering	BSc
Wayne	8	Materials Engineering	BSc
<b>TOTAL : 36 Universidades</b>	<b>Duración Media: 8.1 Semestres</b>		

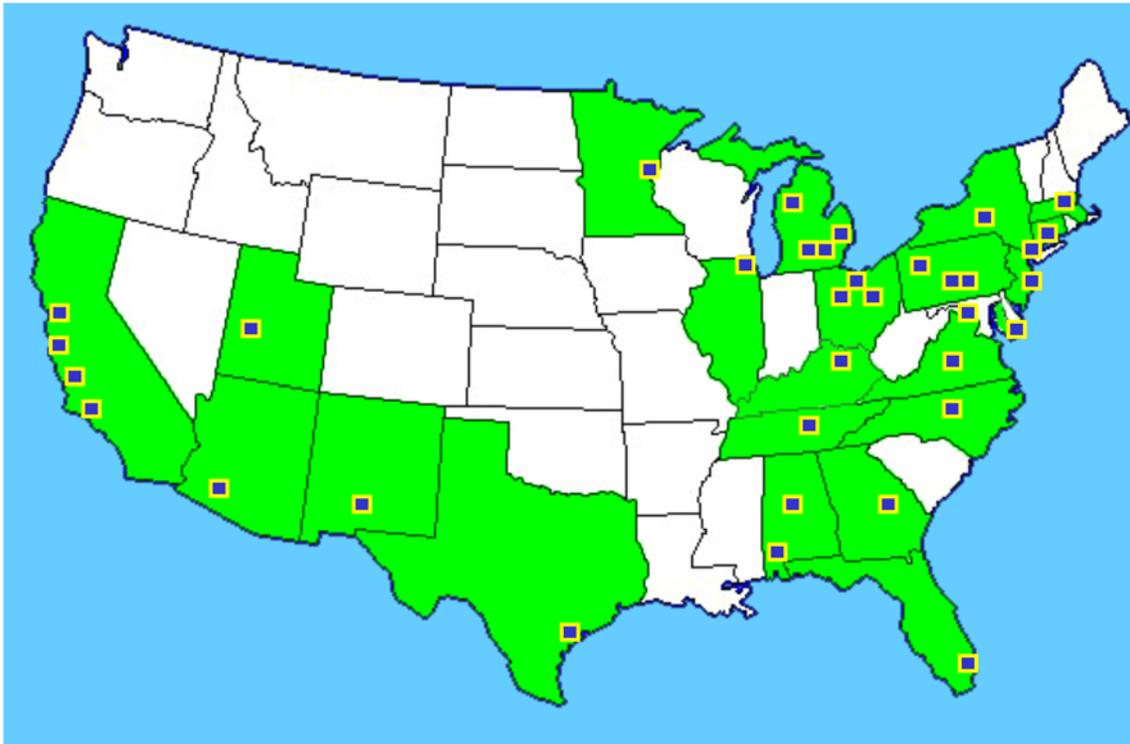


Figura 1.23. Universidades americanas analizadas en relación con *la duración* de sus estudios (36)

### 1.3.2 Contenido de los estudios

Se ha realizado un análisis del contenido de las asignaturas de las titulaciones impartidas en las 13 universidades que se presentan en la figura 1.24 y en la tabla 1.6. De nuevo, el criterio de selección ha sido doble, considerando tanto la calidad de los centros como su distribución geográfica.

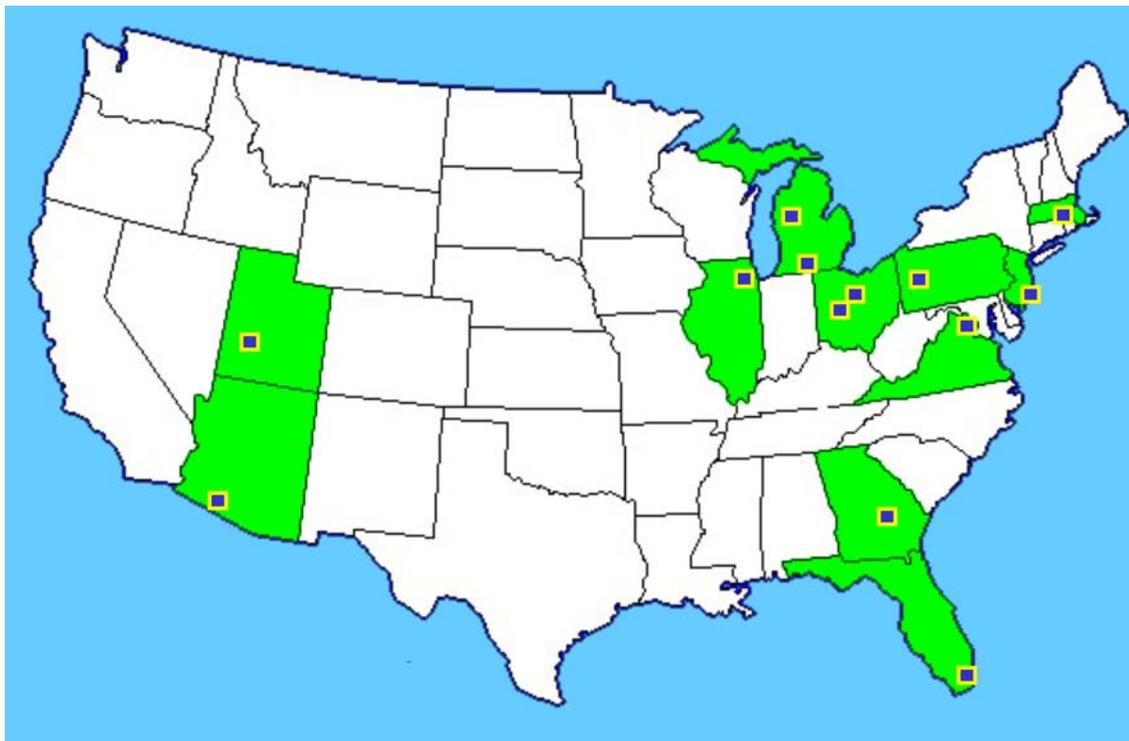
Las asignaturas se han analizado según su optatividad y su contenido, agrupándolas bajo las denominaciones de la tabla 1.3.

Dada la gran variedad de asignaturas optativas posibles, sólo los contenidos de las asignaturas obligatorias han sido analizados según las categorías de la tabla 3.

El cálculo de los porcentajes de cada categoría se ha realizado contabilizando el número de créditos asignados a cada materia.

Tabla 1.6. Universidades analizadas

Universidad	Titulación	Grado
Arizona	Materials Engineering	BSc
Case Western	Materials Engineering	BSc
Cincinnati	Materials Engineering	BSc
Drexel	Materials Engineering	BSc
Florida	Materials Engineering	BSc
Georgia Inst. Tech.	Materials Engineering	BSc
Michigan State	Materials Engineering	BSc
Michigan-Ann Arbour	Materials Engineering	BSc
MIT	Materials Engineering	BSc
Nortwestern	Materials Engineering	BSc
Pennsylvania State	Materials Engineering	BSc
Utah	Materials Engineering	BSc
Washington	Materials Engineering	BSc
<b>TOTAL : 13 Universidades</b>		

Figura 1.24. Universidades americanas analizadas en relación con *el contenido* de sus estudios (13)

### 1.3.2.1 Análisis del tipo de asignaturas según su orientación

La figura 1.25 analiza las asignaturas obligatorias en función de la materia desarrollada, según las categorías definidas en la tabla 1.3. Observamos que las asignaturas con contenidos básicos suman el 37% del total. Las asignaturas con contenidos específicos de la titulación de Ingeniero de Materiales suponen el 40% de la carga académica obligatoria mientras que las materias transversales representan algo menos de la cuarta parte del total, sumando el 23%.

En comparación con los estudios europeos, figura 1.4, observamos que hay una drástica reducción del peso de las materias específicas, que en Europa suponen el 64% del total, y un aumento importante de las materias básicas ( de 23 a 37%) y transversales (de 13 a 23%). Aunque los datos europeos corresponden a la totalidad de asignaturas, tanto optativas como obligatorias, una diferencia similar se obtiene si la comparación se establece únicamente entre asignaturas obligatorias.

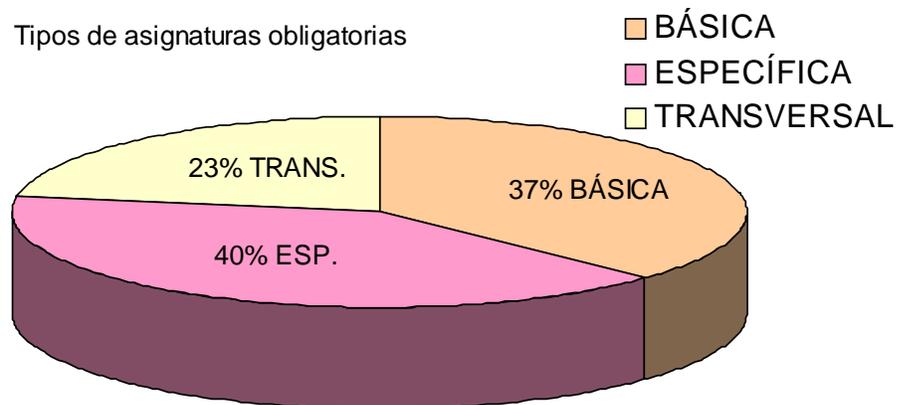


Figura 1.25. Porcentaje total de créditos según su orientación.

Las *asignaturas básicas*, que suman casi un 40% del total, se imparten mayoritariamente en los dos primeros cursos de la carrera. En la figura 1.26 se muestra como se reparten estas materias por campos. El peso mayor recae sobre las asignaturas de matemáticas (38%) seguidas por las de física (30%). Los pesos relativos de estas materias se corresponden razonablemente con los que se obtuvieron en las carreras impartidas en Europa, dados en la figura 7.

Las asignaturas relacionadas con la biología y la química (QUI-BIO), representan una cuarta parte del total de las materias básicas obligatorias. Con el 7%, la asignaturas correspondientes a la informática representa el sector más pequeño dentro del grupo de materias básicas, si bien se debe tener en cuenta que por su carácter instrumental, en mayor o menor medida, esta disciplina está presente en prácticamente todas las asignaturas.

#### Materias básicas

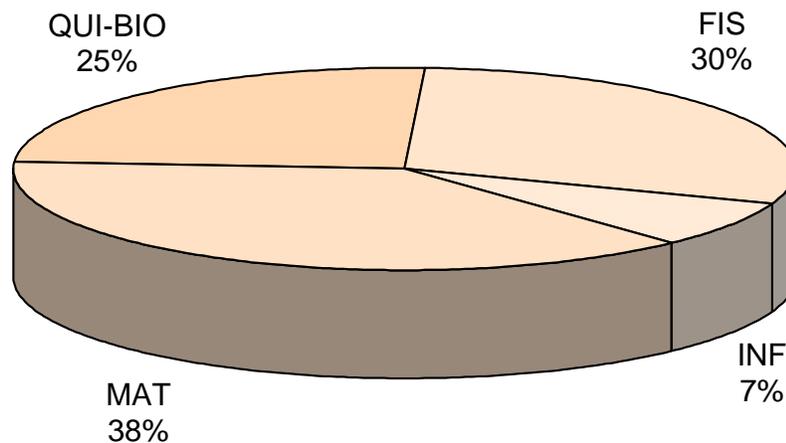


Figura 1.26. Porcentaje de créditos de asignaturas básicas según su contenido.

En lo relativo a las *materias específicas* de la carrera de Ingeniería de Materiales, la figura 1.27 muestra cómo el mayor peso se adjudica al conjunto referido a la estructura, caracterización, descripción y propiedades químicas y biológicas de los materiales (BIQ-ESD), con un 36% del total de créditos obligatorios. Este bloque de materias también aparece en los estudios europeos como el de mayor porcentaje, alcanzando el 44% del total, según muestra la figura 1.8.

Las asignaturas directamente relacionadas con materiales aparecen en los planes de Estados Unidos en segundo curso, generalmente después de asignaturas dedicadas a la estructura y propiedades.

### Materias específicas

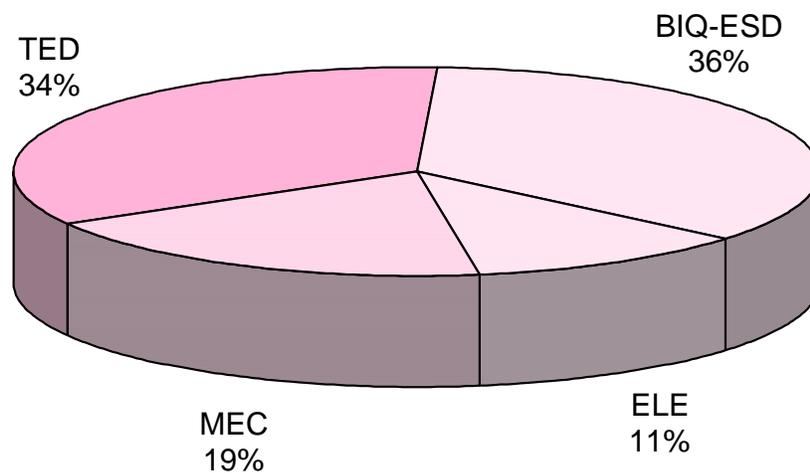


Figura 1.27. Porcentaje de créditos de asignaturas específicas según su contenido.

El segundo lugar entre las materias específicas lo ocupan en ambos continentes (figuras 1.18 y 1.27) las asignaturas tecnológicas y de diseño y aplicación de los materiales (TED), con un porcentaje muy parecido (32% Europa, 34% EEUU), cercano en ambos casos a un tercio del total. Hay que señalar además que en éste último país muchas asignaturas tecnológicas se imparten como optativas, entrando en ellas en profundidad en los cursos de master. Este tipo de asignaturas se imparten preferentemente en tercer y cuarto curso.

Con una participación del 19% del total de créditos obligatorios, las propiedades mecánicas de materiales (MEC) superan la media europea, que se sitúa en el 13%. El comportamiento electrónico, térmico y óptico de los materiales (ELE) tiene igual peso (11%) en Europa y Estados Unidos.

Por último, en relación con el grupo de *materias transversales*, la figura 1.28 ilustra como es mayoritario el peso de asignaturas relacionadas con las humanidades (HUM) frente a las dedicadas a la gestión (GES) o a la comunicación e idiomas (COM). La presencia de asignaturas de humanidades son más importantes en los dos primeros cursos. Sin embargo, al contrario que las asignaturas básicas, su presencia se mantiene en tercero y cuarto, y todos los semestres suelen incluir una asignatura de este tipo.

Observando la figura 1.28 resulta llamativo la gran diferencia que existe en el grupo de materias transversales respecto a las titulaciones europeas (figura 1.9) en las que el mayor peso corresponde a la comunicación –en especial al conocimiento de idiomas– y a la gestión, quedando las humanidades en tercer último lugar.

#### Materias transversales

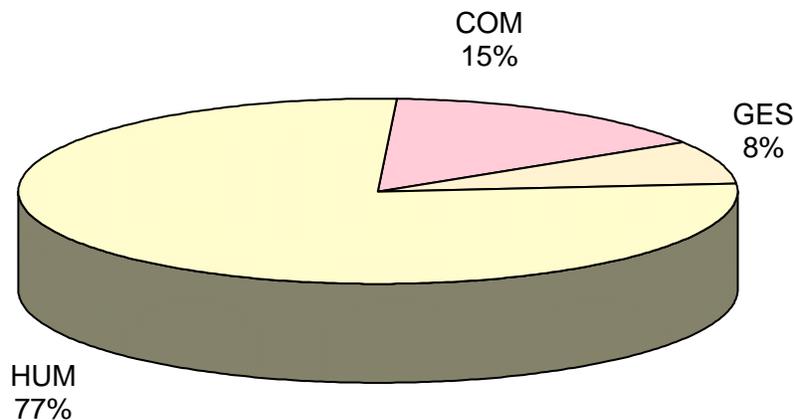


Figura 1.28. Porcentaje de créditos de asignaturas transversales según su contenido.

### 1.3.2.2 Optatividad

La figura 1.29 muestra el grado de optatividad medio en las 13 universidades de nuestro estudio. El porcentaje de créditos optativos de las universidades norteamericanas, 13%, está en consonancia con el valor obtenido en Europa, aunque este último es ligeramente mayor (15%, véase la figura 1.20).

Por universidades, figura 1.30, el porcentaje correspondiente a materias optativas es muy variable, llegando a ser en algún caso superior al 20%, como en las universidades de Arizona o Michigan State. Por el contrario, Utah y Washington con el 7% tienen los menores porcentajes de optatividad.

Las asignaturas optativas son abundantes en el tercer y cuarto año de los estudios, y generalmente deben ser elegidas dentro de una lista restringida de asignaturas relativas a materiales. Estas asignaturas suelen completar la ausencia de materias obligatorias en Tecnología y Aplicaciones de Materiales.

La elección de las asignaturas optativas puede dar lugar a intensificaciones, como en las universidades de Case Western o Pennsylvania State, siendo las más comunes la intensificación en Ciencia de Materiales (orientación más fundamental), metales, cerámicos, materiales electrónicos y materiales polímeros.

Complementando la elección de asignaturas optativas que realiza el alumno, en algunas titulaciones como la de la universidad de Drexel las prácticas en empresas son un requisito necesario para completar los estudios.

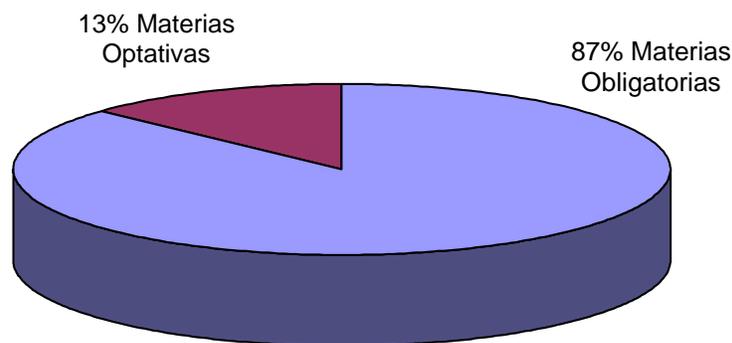


Figura 1.29. Porcentaje total de créditos de materias obligatorias y optativas

Optatividad por universidades

■ Materias Optativas  
 ■ Materias Obligatorias

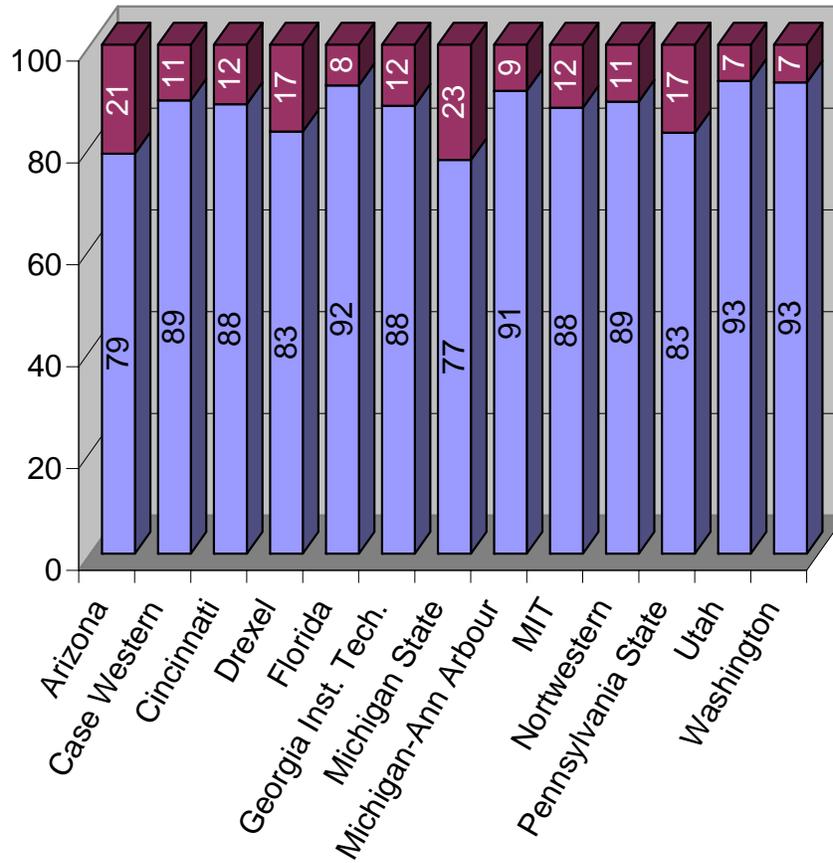


Figura 1.30. Porcentaje de créditos de asignaturas obligatorias y optativas clasificado por universidades

## 1.4 LOS ESTUDIOS DE INGENIERÍA DE MATERIALES EN JAPÓN

Japón es un país de gran tradición en el campo de la Ingeniería de Materiales, y fue uno de los primeros en introducir estos estudios. Sin embargo, la dificultad de encontrar datos en idiomas diferentes al japonés ha llevado a circunscribir el estudio a seis de las universidades más importantes del país, mostradas en la figura 1.31 en las que se ha analizado la duración y el contenido de los estudios de Ingeniero de Materiales.

### 1.4.1 Duración de los estudios

Los estudios de Ingeniería de Materiales están estructurados en dos ciclos bien definidos; una titulación de grado de cuatro años de duración (8 semestres ) y otra de postgrado ( master) de dos años. Al igual que las otras ramas de la ingeniería (mecánica, eléctrica,...) la Ingeniería de Materiales constituye un itinerario específico dentro de las Escuelas de Ciencia e Ingeniería de las universidades japonesas, cursándose los estudios propiamente dichos tras 3 o 4 semestres de contenido común.



Figura 1.31. Universidades Japonesas analizadas (6)

La tabla 1.7 muestra los datos recogidos para las universidades de Akita, Chiba, Osaka, Tohoku, Tokio y Waseda, todas ellas con titulaciones de grado de duración igual a 4 años.

Este valor está en completa sintonía con las duraciones medias de los estudios en Europa (8.4 semestres) y Estados Unidos (8.1 semestres).

Tabla 1.7. Universidades analizadas y duración en semestres de los estudios

Universidad	Duración (Semestres)	Grado
Akita	8	BEng
Chiba	8	BEng
Osaka	8	BEng
Tohoku	8	BEng
Tokio	8	BEng
Waseda	8	MEng
<b>TOTAL : 6 Universidades</b>	<b>Duración Media: 8.0 Semestres</b>	

#### 1.4.2 Contenido de los estudios

Se ha analizado el contenido y el grado de optatividad de las asignaturas correspondientes a los estudios de grado de Ingeniero de Materiales de las seis universidades referidas en la tabla 1.7 que, como se ha dicho en la introducción, son las más importantes de Japón en este tipo de estudios.

Para agrupar las asignaturas en función de sus contenidos se ha utilizado la clasificación dada en la tabla 1.3.

El número de créditos totales en cada materia se ha obtenido sumando los créditos correspondientes a las asignaturas obligatorias y optativas, si bien éstos últimos se han ponderado previamente por la relación entre el número de créditos que el alumno debe cursar y los créditos totales ofertados. De este modo la suma total de créditos optativos ponderados es igual al número de créditos optativos que debe cursar el alumno.

### 1.4.2.1 Orientación y contenidos de las asignaturas

Acorde con la clasificación de la tabla 1.3, las asignaturas se han dividido en *Materias Básicas, Específicas y Transversales*, obteniendo la distribución recogida en la figura 1.32

Las materias básicas se cursan en los dos primeros cursos de la carrera, que en las universidades japonesas son comunes a varias enseñanzas. Durante el segundo año los estudiantes realizan algunos cursos introductorios sobre ciencia y tecnología de materiales, y es en tercero y cuarto donde deben superar las asignaturas específicas de la carrera.

Es interesante señalar un gran porcentaje de alumnos, cercano al 70%, continúa sus estudios una vez superado el grado de cuatro años. Estos estudiantes realizan diferentes programas de Master de dos años de duración.

La distribución de materias en la titulación de grado de Ingeniero de Materiales está en sintonía con lo registrado en Europa (figura 1.4) ya que en ambos casos se otorga el mayor peso a las asignaturas específicas (64% del total en Europa) y las asignaturas de tipo básico supone casi la cuarta parte del total ( 23% en Europa). Estos datos suponen cierto contraste con los datos de Estados Unidos, dados en la figura 1.25, en los que aumenta el bloque de materias básicas y transversales a costa de las asignaturas específicas de la carrera.

Tipos de asignaturas obligatorias

■ BÁSICA  
■ ESPECÍFICA  
■ TRANSVERSAL

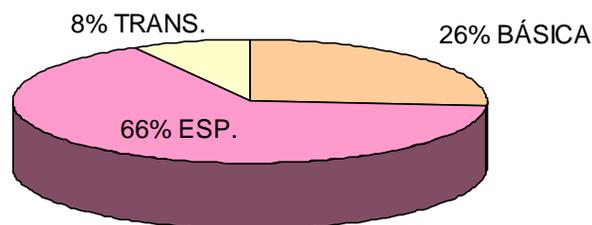


Figura 1.32. Porcentaje total de créditos según su orientación.

Dentro de las *asignaturas básicas*, figura 1.33, el peso más destacado corresponde a las referentes a fundamentos físicos con un tercio del total. Este valor está en completa sintonía con los resultados en Europa( 32%, figura 1.7) y Estados Unidos (30%, figura 1.26). También se encuentran en proporción similar los bloques correspondientes a fundamentos químicos, 22%, ( 22% en Europa) y biológicos, 7%, ( 4% en Europa ). Los valores en Estados Unidos para estos dos grupos son algo inferiores, ya que suman el 25% del total de créditos frente al 26% de Europa y el 29% de Japón.

También el contenido en fundamentos matemáticos es comparable, si bien en Japón tiene menor peso, 28%, frente al 32% europeo y el 38% estadounidense.

Por último, los contenidos en fundamentos informáticos, del 10%, son iguales a los registrados en las titulaciones Europeas y algo superiores a los de Estados Unidos (7%).

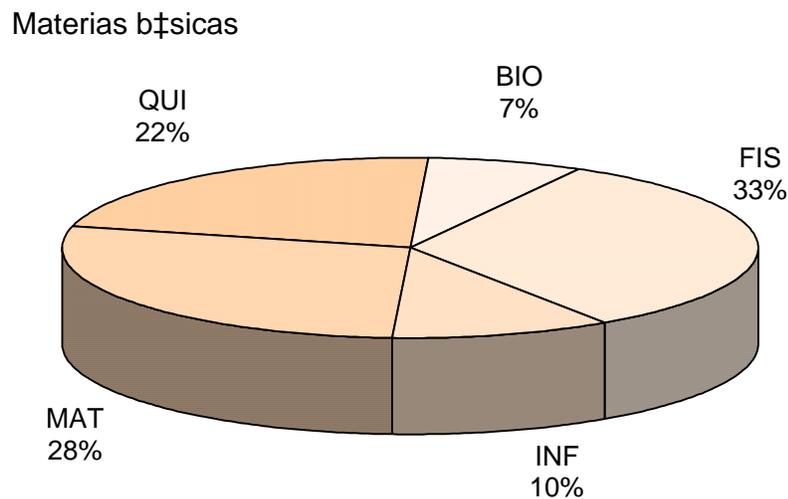


Figura 1.33. Porcentaje de créditos de asignaturas básicas según su contenido.

Los contenidos en *materias específicas*, figura 1.34, muestran mayor variabilidad respecto a los registrados en Europa ( figura 1.8) y Estados Unidos ( figura 1.27). La mayor discrepancia se da en el grupo de asignaturas referentes a estructura, caracterización y descripción de materiales (ESD) que en Japón suma el 17% del total de asignaturas específicas, frente al 35% de Europa. también existe gran diferencia en el peso del bloque de materias químicas y biológicas (BIQ) que en Japón tiene un peso elevado del 17%, que casi dobla la proporción europea del 9%.

Por lo referente a las propiedades electrónicas, magnéticas, térmicas y ópticas (ELE) estas materias tienen mayor protagonismo en las universidades japonesas, con un total del 16% (11% en Europa y Estados Unidos), prácticamente igualadas con la propiedades químicas y biológicas (BIQ).

Las asignaturas correspondientes a propiedades mecánicas (MEC) se sitúan en un nivel similar a la media europea, con el 12%, distanciadas de los valores correspondientes a Estados Unidos (19%).

En cualquier caso, resulta interesante ver que las asignaturas de tecnología y diseño de materiales son alrededor de un tercio del total ( 38% en Japón, 34% en Estados Unidos y 32% en Europa).

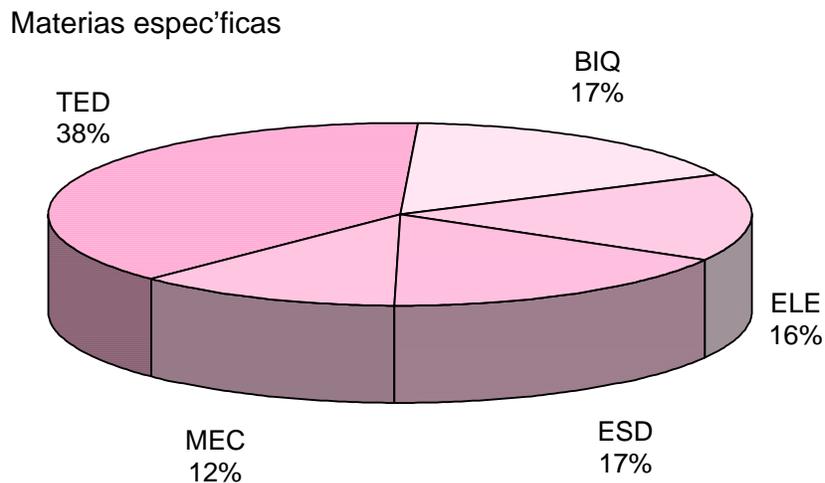


Figura 1.34. Porcentaje de créditos de asignaturas específicas según su contenido.

Por último, en referencia a las *materias transversales*, figura 1.35, el peso más destacado se distribuye por igual entre las humanidades (HUM) y las dedicadas a la gestión (GES), con el 38% del total cada una. Las asignaturas de idiomas y comunicación (COM) representan prácticamente la cuarta parte del total.

En comparación con Europa (figura 1.9), destaca el menor peso dado en Japón al bloque COM (24% frente al 38% europeo) y, como contrapartida, el mayor protagonismo de las asignaturas de humanidades (38% frente al 25% europeo).

En cualquier caso, tanto los valores japoneses como europeos son netamente diferentes de los registrados en universidades americanas, figura 1.28, en las que las asignaturas del bloque HUM son muy mayoritarias.

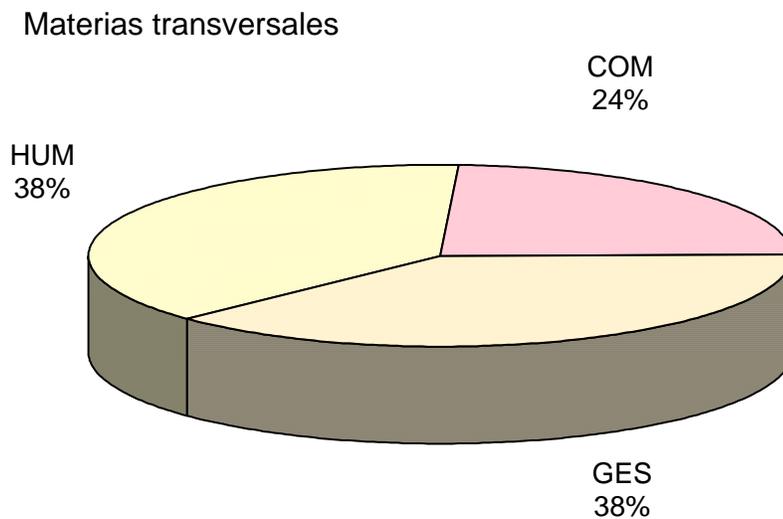


Figura 1.35. Porcentaje de créditos de asignaturas transversales según su contenido.

### 1.4.2.2 Optatividad

La figura 1.36 muestra el porcentaje de *materias obligatorias* y *optativas* en las carreras de grado de Ingeniero de Materiales correspondientes a universidades japonesas

Es común en estos estudios que los alumnos cursen las materias optativas agrupando estas en grupos de asignaturas correspondientes a intensificaciones que comienzan a impartirse en el segundo semestre del tercer año y en el cuarto año de la carrera. Así, por ejemplo en la Universidad de Tokyo, el alumno debe optar por una de entre tres especialidades: *ecomateriales*, dirigida hacia la gestión ambiental y sostenible de los materiales, su recuperación, reciclado y reutilización, *nanomateriales* y *biomateriales*.

Los porcentajes de optatividad (17%) registrados en las seis universidades analizadas en nuestro trabajo se sitúan por encima de la media europea (15%) y estadounidense (13%), aunque siguen proporciones muy similares.

Para completar sus estudios de Ingeniero de Materiales, todos los alumnos de universidades japonesas deben realizar una Tesis de Graduación cuya duración típica es de un cuatrimestre. También, en función de las universidades, existen ciertos periodos obligatorios de prácticas en empresas. La Tesis de Graduación y los periodos de prácticas se realizan en el final del cuarto año de los estudios.

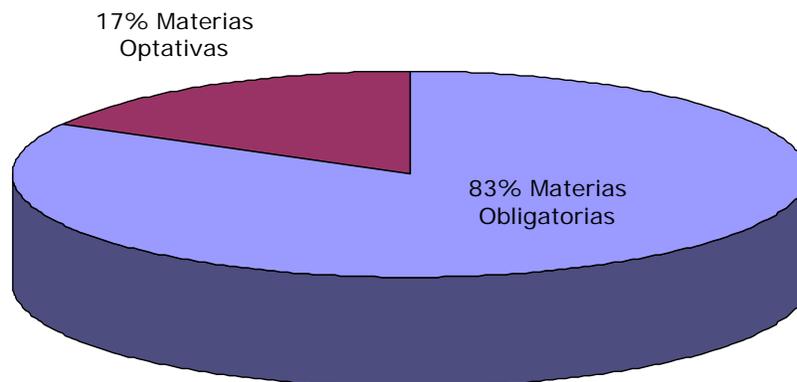


Figura 1.36. Porcentaje total de créditos de materias obligatorias y optativas

# 2

## MODELO DE ESTUDIOS SELECCIONADO

# Modelo de estudios seleccionado

## 2.1 CONSIDERACIONES PREVIAS

En la introducción a este Libro Blanco se ha señalado que el futuro título de Ingeniero de Materiales debe garantizar el conocimiento, la diversidad, la movilidad y la adaptabilidad, objetivos todos ellos que nos han conducido a la búsqueda de un modelo de estudios de calidad que permita la integración con Europa y proporcione el servicio que la sociedad española demanda.

Por ello, nuestro análisis se ha dirigido en un primer momento a Europa, y dentro de ella, hacia aquellos países más cercanos política, geográfica o económicamente a nosotros, en los que se encuentra implantada desde hace ya tiempo la carrera de grado de Ingeniero de Materiales.

Sin embargo, el análisis no debe quedarse en un mero mimetismo –imposible por otra parte– de lo que se realiza en otros países europeos. El servicio que el futuro título de Ingeniero de Materiales debe dar a nuestra sociedad implica la búsqueda de la excelencia y por ende el análisis de lo realizado en las universidades de los países económica y tecnológicamente más avanzados, como Estados Unidos –en donde existen más de veinte mil ingenieros de materiales censados como tales– y Japón.

En consecuencia, no hemos optado por la selección de un modelo de estudios concreto existente en un determinado país o universidad sino que se ha preferido optimizar el contenido común existente en los países más avanzados y con mayor prestigio en el campo de la ciencia, ingeniería y tecnología de los materiales.

Afortunadamente, dicho contenido común presenta grandes similitudes, sobre todo en lo referente a duración y contenido de los estudios, por lo que no ha resultado difícil combinar lo que hay de bueno en Europa, Estados Unidos y Japón en éste área de estudios. Además, se ha hecho una apuesta de futuro –ahora que tenemos una oportunidad– y se han integrado disciplinas emergentes como nanomateriales y biomateriales que, a juicio de los expertos, contribuirán a dinamizar la Ingeniería de Materiales.

## 2.2 CONTENIDOS COMUNES DE LA TITULACIÓN DE INGENIERO DE MATERIALES

Del análisis realizado en el primer capítulo de este Libro Blanco resultan las siguientes conclusiones aplicables a nuestro modelo de estudios:

–La carrera de Ingeniero de Materiales es una titulación de grado implantada en todos los países tecnológicamente avanzados

–La duración media de los estudios se sitúa ligeramente por encima de los ocho semestres –cuatro cursos académicos–, incluyendo la realización de prácticas en empresas y el trabajo fin de carrera.

Aunque existen algunos países en los que la duración nominal es inferior–e.g. Italia, con tres años–, tenemos constancia escrita de que esto es tan sólo un artificio administrativo con el fin de respetar la letra (que no el espíritu) de la Declaración de Bolonia, ya que la *inmensa mayoría* de los estudiantes que cursan la carrera no acceden al mercado de trabajo tras su finalización, sino que continúan estudios de máster (dos años más, en el caso de Italia).

–Los estudios de grado de Ingeniería de Materiales se complementan, en todos los casos analizados, con cursos de máster de duración variable entre 1.5 y 2 años.

–Las materias impartidas en la carrera de grado de Ingeniero de Materiales se reparten con muy buena aproximación en (véase la tabla 1.3 del primer capítulo):

2/3 de contenidos específicos de la titulación

1/4 de contenidos básicos

1/12 de contenidos transversales

coincidiendo estos contenidos con los valores medios registrados en tanto en Europa como en Japón.

–Las asignaturas básicas y específicas de carácter fundamental se sitúan preferentemente en los dos primeros cursos de la carrera, que constituyen en todo el mundo la base de la formación del ingeniero de materiales.

–Es prácticamente unánime el requisito de realización de un trabajo fin de carrera antes de la graduación. También suele requerirse la realización de un periodo de prácticas en empresas. Estas actividades se realizan siempre en el último año de la carrera.

–La optatividad suele ser muy reducida, alrededor del 15% ( Europa 15%, EEUU 13%, Japón 17%). Además las materias optativas suelen estar agrupadas en líneas de intensificación concretas ( nanomateriales, biomateriales, etc..)

## 2.3 MODELO DE ESTUDIOS SELECCIONADO

La gran coincidencia en duración y contenidos de los carreras de Ingeniero de Materiales en los países europeos más avanzados, Estados Unidos y Japón, ha facilitado la propuesta de un modelo de integración que reúne las características comunes a los títulos analizados:

1. Duración de cuatro años (240 créditos europeos) para los estudios de grado, que podrán continuarse, en su caso, con un master especializado de entre 60 y 90 créditos europeos
2. Formación básica ( general y específica de ingeniería de materiales) concentrada principalmente durante los dos primeros cursos de la carrera. Formación especializada y transversal en los cursos superiores, con proporciones cercanas a las relaciones:
  - 2/3 de contenidos específicos de la titulación
  - 1/4 de contenidos básicos
  - 1/12 de contenidos transversales
3. Troncalidad igual o cercana a límite del 75% marcado por la legislación vigente en España.
4. Exigencia de la realización de un trabajo fin de carrera de duración no inferior a 10 créditos europeos.

Estos requisitos permiten la creación de un título de grado de Ingeniero de Materiales plenamente equiparable con los impartidos en Europa, Estados Unidos y Japón, que facilitará la movilidad de los titulados. El requisito de troncalidad garantiza el nivel de conocimientos y la formación básica la adaptabilidad a las condiciones cambiante del mercado.

# 3

## PLAZAS OFERTADAS Y DEMANDA DEL TÍTULO

# Plazas ofertadas y demanda del título

## 3.1 INTRODUCCIÓN

Los datos que se recogen en este estudio sobre la Oferta y Demanda de la titulación de Ingeniería de Materiales se han elaborado a partir de la información recopilada por los representantes de las distintas universidades que conforman la Red ANECA encargada de la redacción del presente Libro Blanco.

Además, se han consultado las siguientes fuentes:

-Base de datos de “Oferta de plazas”, del Consejo de Coordinación Universitaria (ver Web del Ministerio <http://www.mec.es/educa/>).

–“Las demandas sociales y su influencia en la planificación de las titulaciones en España en el marco del Proceso de Convergencia Europea en Educación Superior” realizado por M.S. Pastor, L. Simón, J. García y E. Tóvar y patrocinado por la Dirección General de Universidades del Ministerio de Educación Y Ciencia en 2005

–“Estudio sobre la oferta, demanda y matrícula de nuevo ingreso en las Universidades públicas para el curso 2003-2004” publicado por el Consejo de Coordinación Universitaria

-Estudio realizado por M.J. Muñoz Portero, del Dpto. de Ingeniería Química y Nuclear de la Universidad Politécnica de Valencia, de título “Los estudios de Ingeniería de Materiales en España” y publicado en la revista de Ingeniería Química, 409, 233-242 (2004).

Antes de exponer los resultados y análisis de los mismos, es pertinente hacer una serie de consideraciones previas:

–Referente al número de universidades que imparten la titulación:

En la actualidad la titulación de Ingeniería de Materiales se imparte en 13 universidades, 12 de las cuales son públicas y una, la Universidad de Navarra, es privada. En la llamada a formar parte de la Red ANECA, todas las universidades han dado su consentimiento y apoyo excepto las Universidad del País Vasco y la Universidad de Navarra. Nuestro estudio quedará pues acotado por la información aportada por las otras 11 universidades, que son:

- La Universidad de Almería (UAL)
- La Universidad Autónoma de Barcelona (UAB)
- La Universidad de Barcelona (UB)
- La Universidad Complutense de Madrid (UCM)
- La Universidad de Extremadura (UEX)
- La Universidad Miguel Hernández (UMH)
- La Universidad Politécnica de Cataluña (UPC)
- La Universidad Politécnica de Madrid (UPM)
- La Universidad Politécnica de Valencia (UPV)
- La Universidad Rey Juan Carlos (URJC)
- La Universidad de Salamanca (USAL)

–Referente al número de centros (12) que imparten la titulación asociados a las 11 universidades objeto de análisis:

a) Las universidades de Barcelona y Politécnica de Cataluña realizan los estudios conjuntamente, por lo que en los cuadros de datos ambas universidades aparecerán en un solo bloque. Ello restringiría a 11 el número de entradas de información.

b) La Universidad Politécnica de Valencia imparte la titulación en tres centros diferentes: La Escuela Politécnica Superior de Alcoy, la Escuela Técnica Superior de Gestión en la Edificación y la Escuela Técnica Superior de Ingenieros. Se ha optado por agrupar la información aportada por los tres centros y especificar los datos como asociados a la universidad a la que están vinculados los centros.

c) La universidad Politécnica de Cataluña, además de impartir docencia en la titulación de Ingeniería de Materiales, expide también un Título Europeo de Ingeniería de Materiales. Dicha titulación va dirigida a un alumnado diverso, tanto del Estado Español como de otros países europeos. Hemos optado por integrar la información de esta titulación al estudio general realizado aquí, por lo que el número total de *inputs* para realizar el análisis será de 12.

### 3.2 ANÁLISIS DE LA OFERTA Y DEMANDA

En las tablas 3.1, 3.2 y 3.3 que se adjuntan al final del capítulo se resume la información relativa a la Oferta, Demanda y Matrícula de la titulación, así como a procedencia del alumnado, correspondiente a los tres últimos cursos académicos: 2002-2003, 2003-2004 y 2004-2005.

En estas tablas, en la columna de la Oferta aparecen tres datos discordantes con el resto, referentes a la UMH, UPC-E y UPV, que se comenta a continuación.

La Universidad Miguel Hernández (UMH) no tiene determinado un límite de plazas ofertadas. En este caso, si siguiéramos las pautas del Ministerio de Educación y Ciencia (ver el documento “Estudio sobre la oferta, demanda y matrícula de nuevo ingreso en las Universidades públicas para el curso 2003-2004”), se trabajaría con el criterio siguiente: Si la Demanda es superior a 75 plazas, se toma como Oferta el número de Demandas. Caso que la Demanda sea inferior a 75, a la Oferta se le asigna un número de plazas igual a 75. Puesto que en la titulación de Ingeniería de Materiales no encaja dentro del apartado de estudios de nuevo ingreso en la universidad, sean estos de ciclo corto o largo, y teniendo en cuenta además que en ningún centro en que se imparte la titulación se ofertan plazas en número igual o superior a 75, dadas ambas circunstancias, hemos optado por considerar la Oferta igual al número de alumnos matriculados.

La Universidad Politécnica de Cataluña en su titulación europea (UPC-E) reserva únicamente 10 plazas para alumnos del estado español, estando cubierto el resto de plazas por alumnos extranjeros, de ahí el bajo número de plazas ofertadas.

La Oferta de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV) es muy superior a la del resto de universidades estatales. Téngase en cuenta que, como se ha indicado anteriormente, la UPV recoge la información de tres centros, cada uno de los cuales tiene una capacidad de Oferta similar a la de los demás centros analizados.

Siguiendo las pautas del MEC, a partir de los datos de Oferta, Demanda y Matrícula, se han elaborado dos indicadores: Demanda/Oferta (D/O) y Matrícula/Oferta (M/O) mostrados en las tablas 3.1, 3.2 y 3.3.

Lógicamente, el indicador D/O es siempre superior o igual al indicador M/O, y así queda reflejado en todas las informaciones recogidas en las tablas. En los casos en que no se dispone de información de la Demanda, se ha optado por ajustar la Demanda a la Matrícula, por lo que los valores absolutos de Demanda son una cota inferior del cómputo real de la Demanda.

Dado que la Matrícula debe ajustarse a la Demanda, en teoría el cociente M/O no debería nunca ser mayor del 100%; sin embargo, en algún caso la relación M/O rebasa dicho límite lo que indica que la matrícula se cubre con más alumnos que plazas disponibles inicialmente.

Aún cuando toda la información queda recogida en las tablas, es interesante hacer un apunte sobre los datos más sobresalientes de las mismas.

La figura 3.1 resume el cómputo global de las relaciones Demanda/Oferta y Matrícula/Oferta, por Universidades, referido a la adición ponderada de datos correspondientes a los tres cursos académicos objetos de estudio.

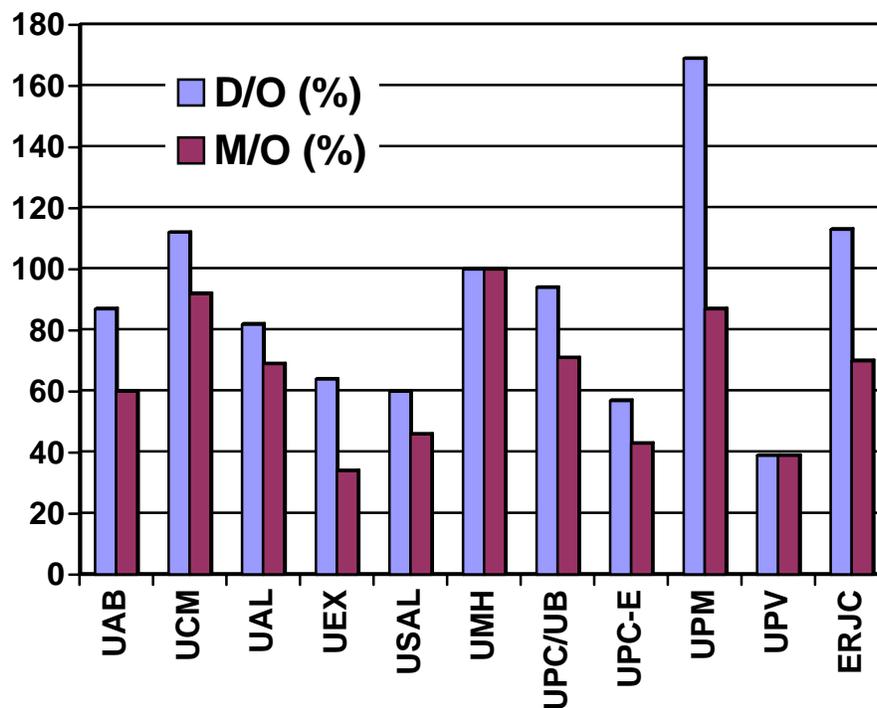


Figura 3.1 Índices Demanda/Oferta (D/O) y Matrícula/Oferta (M/O) por universidades. Cursos 2002/03 a 2004/05.

En el global de las Universidades, Demanda cubre el 86% de las plazas ofertadas, y la Matrícula, el 65%. Analizando un poco más en detalle, se observa que las universidades decanas, UCM, UPM y UPC, son las que lógicamente tienen los estudios más consolidados (el inicio de estudios de Ingeniería de Materiales data de los cursos académicos 97-98, 95-96 y 97-98, respectivamente), y cubren buena parte del total de plazas ofertadas (en el caso de la UPC se ha calculado relativo a la propia oferta). Cuatro universidades, UEX, UMH, UPV y USAL, han iniciado los estudios a partir del curso académico 1999-2000, y otras cuatro lo han hecho con posterioridad (UAB, UAL, UB, URJC). Podemos decir, por tanto, que los estudios

está, en su conjunto, en fase de asentamiento por lo que se refiere a la percepción y conocimiento que la sociedad tiene de los mismos.

Por otro lado, la evolución a lo largo de los tres cursos académicos de los tres parámetros analizados: Oferta, Demanda y Matrícula, se sintetiza en el figura 3.2 para el total de Universidades que imparten la titulación.

Las fluctuaciones que se observan en la Oferta tienen su origen fundamentalmente en dos incidentes: por una parte, la incorporación de la Universidad de Almería en la impartición de estudios de Ingeniería de Materiales y, por otro, las variaciones anuales de la Oferta de la UMH según el criterio que se ha seguido en el apartado 3.1.

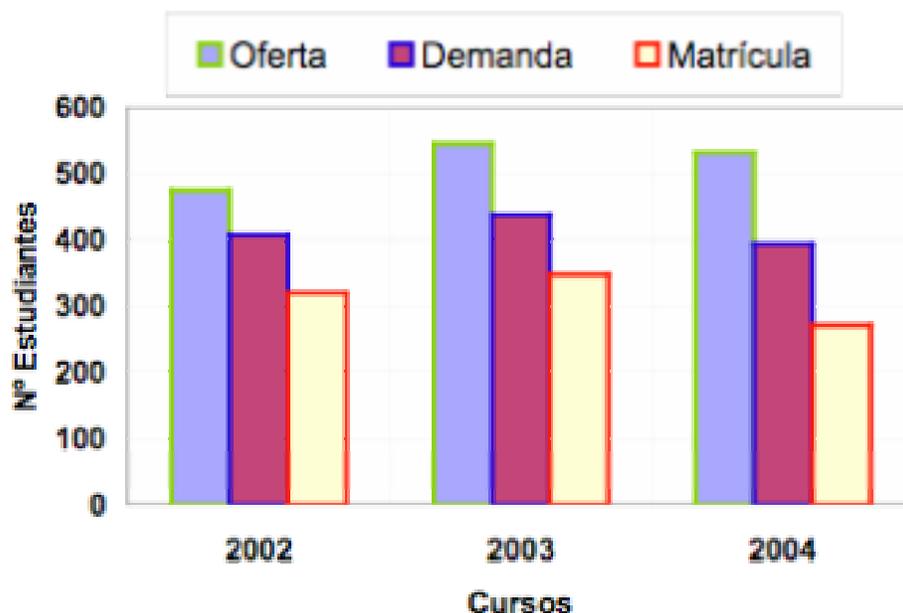


Figura 3.2 Evolución de la oferta, demanda y matrícula en los cursos académicos 2002/03, 2003/04 y 2004/05

En la parte derecha de las tres tablas 3.1, 3.2 y 3.3 adjuntas se detalla la titulación de procedencia (según la Orden 21483, de 21 de Septiembre de 1995 y la Orden 1843, de 19 de Julio de 2002), de los alumnos que demandan el ingreso y de los alumnos efectivamente matriculados. Se ha agrupado las titulaciones de procedencia en 6 grandes bloques (Ingeniería Técnica, Arquitectura Técnica, 1er ciclo de Ingeniería, 1er ciclo de Licenciatura, Ingeniería y Licenciatura).

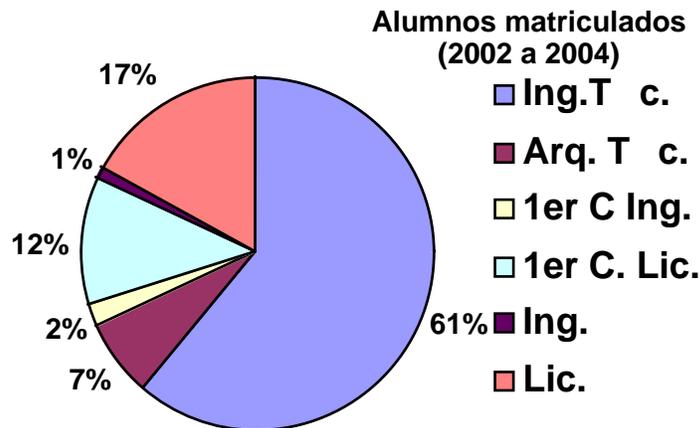


Figura 3.3 Alumnos matriculados en función de sus titulaciones de origen.

En la figura 3.3 se detalla el porcentaje de alumnos matriculados atendiendo a esta división. Nótese que hay una clara tendencia a que la matrícula sea absorbida por el bloque de Ingenieros Técnicos (supone el 61% del total de alumnos matriculados), seguido por los alumnos que tienen estudios superiores de Licenciatura ya acabados (en torno al 17% de alumnos matriculados), y en menor proporción siguen los alumnos pertenecientes a los otros cuatro bloques restantes.

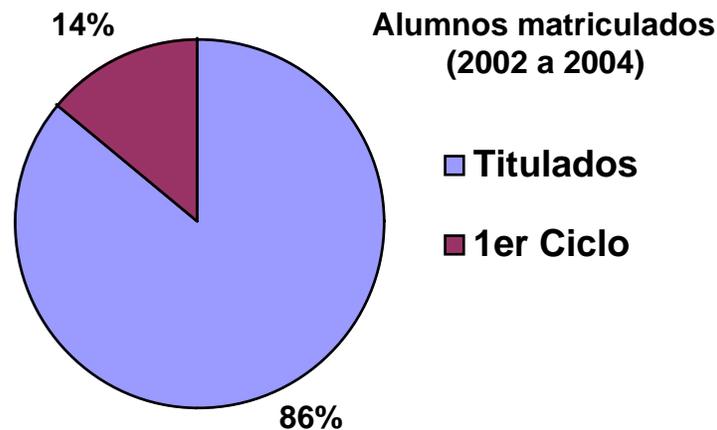


Figura 3.4 Porcentaje de alumnos matriculados en posesión de un título superior.

Si agrupamos el total de alumnos matriculados que tienen un título superior o un título de ingeniero a arquitecto técnico (figura 3.4) que supone el 86% de los alumnos matriculados, mientras que el 14% restante corresponde a alumnos que han completado un primer ciclo de una titulación de ciclo largo.

Finalmente, si hacemos una relación de alumnos que provienen de Carreras Técnicas y los que proceden de Ciencias Experimentales, la proporción es de 7 a 3, como se indica el figura 3.5.

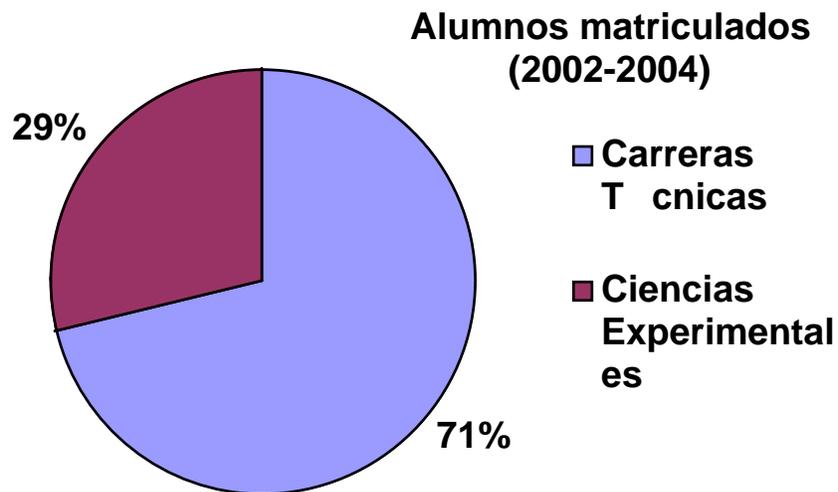


Figura 3.5 Procedencia de los alumnos matriculados .

Un análisis sencillo, y posiblemente certero, indica que el grueso de alumnos provienen de una titulación de Ingeniería Técnica, alumnos que se muestran insatisfechos con el nivel de estudios recibidos y que quieren completar su formación con estudios de ciclo superior. Llama también la atención el elevado número de estudiantes Licenciados que apuestan por proseguir estudios de Ingeniería de Materiales. Nuestra percepción es que esta bolsa de alumnos provienen de estudios de Licenciatura que les aportan conocimientos sólidos pero que, según su parecer, no les aportan suficientes conocimientos aplicados para entrar de forma inmediata en el mundo laboral.

### 3.3 CONCLUSIONES

Desde el curso 1995-1996 en que se iniciaron los estudios de Ingeniería de Materiales en la UPM, la oferta de plazas ha experimentado un importante aumento, fruto del correspondiente aumento de universidades que imparten dichos estudios. Durante el último curso académico la oferta se ha estancado (las fluctuaciones respecto del curso anterior hay que achacarlas a los cambios en la oferta de la UMH arriba reseñados). Para el próximo curso se prevé un nuevo incremento debido a la participación de una nueva universidad, la de Sevilla, en la impartición de la titulación.

Sólo hay una universidad, la UMH, que ofrezca una oferta de plazas no acotada, sin límite.

Los datos de los que se dispone en la actualidad sobre la relación D/O y M/O se han de tomar con cautela, por prematuros. En efecto, la Titulación de Ingeniería de Materiales es muy joven y no ha tenido tiempo suficiente para consolidarse. Con todo, en las universidades con más dilatada experiencia, la UCM, la UPM y la UPC, la estadística muestra que se cubren razonablemente las plazas ofertadas, lo que hace prever una tendencia similar en las demás universidades con el paso del tiempo.

El hecho de que la titulación sea de Segundo Ciclo supone un *handicap*. Nótese que la Demanda es superior a la Matrícula. Se ha de tener en cuenta que muchos alumnos realizan la preinscripción pero que al tener la oportunidad de encontrar trabajo entre las fechas de preinscripción y la de matrícula (no debe olvidarse que casi todos los alumnos matriculados son poseedores de un título universitario, el 86%), al final desisten de formalizar la matrícula aún cuando tengan todos los papeles en regla y cumplan todos los requisitos.

Entre los alumnos matriculados, es relativamente alto el porcentaje de los que compatibilizan estudios y trabajo, de lo que se resiente de alguna manera la calidad. Esta situación se normalizará en la nueva Titulación de grado de cuatro años.

La procedencia de los alumnos abarca un abanico teórico de 29 titulaciones de origen. La práctica demuestra que en cada universidad la procedencia de los alumnos se ajusta mucho a las titulaciones de origen que se imparten en los centros propios. Con todo, la diversidad de procedencia es difícil de absorber con unos cursos previos de formación.

La mayoría de alumnos de la titulación, en torno a los dos tercios del total, proceden de Ingeniería Técnica. Más de una cuarta parte de los alumnos provienen de estudios de Licenciatura acabados o con un primer ciclo de Licenciatura terminado.

El hecho de ser una titulación de segundo ciclo impone un perfil de estudiantes que, a buen seguro, no se corresponde con el perfil que se tendría caso de que los estudios fueran de Grado. Este problema estructural, esencial y básico, no es privativo de nuestra titulación sino que es general a la mayoría de titulaciones de segundo ciclo.

Todos estos inconvenientes, entre otros, son los que aconsejan ampliar los estudios y darles el carácter de Estudios de Grado.

Un dato importante en relación a la demanda de este Título lo proporciona el estudio realizado en 2005 por la Fundación Universidad Empresa, la ACAP, Cátedra Unesco de Gestión y Política Universitaria y la Facultad de Informática de la Universidad Politécnica de Madrid, patrocinado por la Dirección General de Universidades del Ministerio de Educación y Ciencia, tablas 3.4 y 3.5.

En este estudio, la carrera de Ingeniero de Materiales figura entre las **diez** más demandadas (incluyendo humanidades, ciencias sociales y ciencias de la salud) tabla 3.4.

La demanda de la carrera de ingeniero de materiales ha ido en claro ascenso durante los últimos años, como se muestra en la tabla 3.5; entre las titulaciones técnicas más demandadas por las empresas durante los últimos años, ingeniero de materiales ocupaba el lugar 24, en 2002 (por delante de ingeniero de montes y naval), en el año 2003, ocupó el lugar 20 (por delante de ingeniero geólogo e ingeniero naval), en el año 2004 ha escalado hasta el lugar 6 (por delante de ingeniero de caminos, de telecomunicación, agrónomo o arquitectura).

Esta información augura un futuro prometedor a la carrera de Ingeniero de Materiales, si tenemos en consideración que es una carrera nueva en España y poco conocida entre los estudiantes que van a iniciar su periplo universitario.

Tabla 3.1. Análisis de la Oferta, Demanda y Matrícula de la titulación de Ingeniería de Materiales en el curso 2002-2003

Universidad	Oferta	Demanda			Matr.	D/O	M/O	Procedencia demanda						Procedencia matrícula					
	(nº plazas)	1ª preferencia	2ª preferencia	total	(nº alum.)	(%)	(%)	Ing. Técnica	Arq. Técnica	1er Cicl. Ing.	1er Cicl. Lice.	Ingeniería	Licenciatura	Ing. Técnica	Arq. Técnica	1er Cicl. Ing.	1er Cicl. Lice.	Ingeniería	Licenciatura
UAB	50	25	13	38	25	76	50	27	1		10			20	1		4		
UCM	50	62		62	50	124	100							17			18		15
UAL																			
UEX	65	26	12	47	28	72	43	20	13	1	3	4	6	13	6	1	3		5
USAL	35	27		27	23	77	66	17	4		2		4	15	4		2		2
UMH	29			29	29	100	100							22				1	6
U P C / U B	75			59	52	79	69	40		1	13		5	33		1	1		17
UPC (Titul. Europea)	10	3		3	3	30	30	1		2				1		2			
UPM	25	48		48	26	192	104	21	13		7	2	5	9	8		4	1	4
UPV	100	47	3	50	50	50	50	49					1	49					1
URJC	35	44		44	34	126	97	39					5	30					4
TOTAL	474	282	28	407	320			214	31	4	35	6	26	209	19	4	32	2	54
MEDIA						93	71												
% DEL TOTAL								53	8	1	9	1	6	65	6	1	10	1	17

Tabla 3.2. Análisis de la Oferta, Demanda y Matrícula de la titulación de Ingeniería de Materiales en el curso 2003-2004

Universidad	Oferta	Demanda			Matr.	D/O	M/O	Procedencia demanda						Procedencia matrícula					
	(nº plazas)	1ª preferencia	2ª preferencia	total	(nº alum.)	(%)	(%)	Ing. Técnica	Arq. Técnica	1er Cicl. Ing.	1er Cicl. Lice.	Ingeniería	Licenciatura	Ing. Técnica	Arq. Técnica	1er Cicl. Ing.	1er Cicl. Lice.	Ingeniería	Licenciatura
UAB	50	40	15	55	43	110	86	31	13	1	10			20	11	1	11		
UCM	50	57		57	48	114	96							10			26		12
UAL	25	31	3	34	27	136	108	9	17			2	6	9	10			2	6
UEX	50	23	6	34	16	68	32	26			2	2	4	13			1		2
USAL	35	16		16	13	46	37	13	2				1	10	2				1
UMH	40			40	40	100	100							30	1				9
U P C / U B	75			66	54	88	72	36	1		1		28	29	1				24
UPC (Titul. Europea)	10	9		9	5	90	50			9						5			
UPM	25	39		39	20	156	80	20	10		4	2	3	10	5		4		1
UPV	140	45	4	49	49	35	35	35	12				2	47					2
URJC	45	38		38	32	84	71	29				2	7	28					4
TOTAL	545	298	28	437	347			199	55	10	17	8	51	206	30	6	42	2	61
MEDIA						93	70												
% DEL TOTAL								46	13	2	4	2	12	59	9	2	12	1	18

Tabla 3.3. Análisis de la Oferta, Demanda y Matrícula de la titulación de Ingeniería de Materiales en el curso 2004-2005

Universidad	Oferta	Demanda			Matr.	D/O	M/O	Procedencia demanda						Procedencia matrícula					
	(nº plazas)	1ª preferencia	2ª preferencia	total	(nº alum.)	(%)	(%)	Ing. Técnica	Arq. Técnica	1er Cicl. Ing.	1er Cicl. Lice.	Ingeniería	Licenciatura	Ing. Técnica	Arq. Técnica	1er Cicl. Ing.	1er Cicl. Lice.	Ingeniería	Licenciatura
UAB	50	21	16	37	22	74	44	28		1	8			17			5		
UCM	50	49		49	40	98	80							5			25		10
UAL	30				11		37							4	5			1	1
UEX	50	25	4	24	12	48	24	15			1	2	6	8			1		3
USAL	35	20		20	12	57	34	15	4		1			9	2		1		
UMH	22			22	22	100	100							17	1				4
U P C / U B	75			87	55	116	73	28	2	3	3	1	50	23	2	2		5	23
UPC (Titul. Europea)	10	5		5	5	50	50			5						5			
UPM	25	40		40	19	160	76	21	5	4	8	2		4	3	4	7	1	
UPV	140	47	3	50	50	36	36	27	22				1	49					1
URJC	45	50	10	60	22	133	49	48					12	18					4
TOTAL	532	257	33	394	270			182	33	13	21	5	69	154	13	11	39	7	46
MEDIA						87	55												
% DEL TOTAL								46	8	3	5	1	18	57	5	4	14	3	17

Tabla 3.4. Las diez titulaciones más demandadas por la empresas españolas en el periodo 2000-2004

<b>Titulaciones más demandadas por las empresas (2000-2004)</b>				
<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>
Dip. Empresariales	IS Telecomunicación Dip. Empresariales (*)	Ldo. Adm. Dir. Empresas	Ldo. Adm. Dir. Empresas	Ldo. Adm. Dir. Empresas
IS Industrial	Ldo. Economía	IS Telecomunicación	IS Informática	Ldo. Economía
Ldo. Economía	Ldo. Informática	IS Informática	Ldo. Economía IS Industrial (*)	IS Electrónica
IS Telecomunicación	IS Industrial IS Informática (*)	IT Informática	Dip. Empresariales	Ldo. Derecho Dip. Empresariales (*)
Ldo. Inv. Téc. Mercado	IT Informática	IT Industrial	Ldo. Derecho	IS Industrial
IT Informática	IT Telecomunicación	Dip. Empresariales	IT Informática	IT Industrial IT Informática (*)
Ldo. Informática	IT Industrial	IT Telecomunicación	IS Telecomunicación	IS Informática
IS Informática	Ldo. Físicas	Ldo. Economía	IT Industrial	IS Materiales
Ldo. Matemáticas	Ldo. Matemáticas	IS Industrial	Ldo. Psicología	IT Telecomunicación
Ldo. Derecho	Ldo. Derecho	Ldo. Derecho	IT Telecomunicación	IS Geólogo

(\*) *Ambas titulaciones se sitúan en el mismo nivel de demanda.*

(Tomada de M.S. Pastor, L. Simón, J. García y E. Tóvar, "Las demandas sociales y su influencia en la planificación de las titulaciones en España en el marco del Proceso de Convergencia Europea en Educación Superior", Dirección General de Universidades, MEC,2005)

Tabla 3.5. Titulaciones más demandadas por la empresas españolas en el periodo 2000-2004

Titulaciones más demandadas por las empresas: Enseñanzas Técnicas (2000-2004)				
2000	2001	2002	2003	2004
IS Industrial	IS Telecomunicación	IS Telecomunicación	IS Informática	IS Electrónica
IS Telecomunicación	IS Industrial	IS Informática	IS Industrial	IS Industrial
IT Informática	IS Informática	IT Informática	IT Informática	IT Industrial
IS Informática	IT Informática	IT Industrial	IS Telecomunicación	IT Informática
IT Telecomunicación	IT Telecomunicación	IT Telecomunicación	IT Industrial	IS Informático
IT Industrial	IT Industrial	IS Industrial	IS Organización Industrial	IS Materiales
IS Químico	Arquitecto Técnico	IS Organización Industrial	IS Electrónica	IT Telecomunicación
Arquitecto Superior	IS Caminos, Canales y Puertos	IS Electrónica	IT Telecomunicación	IS Geólogo
IS Caminos, Canales y Puertos	IS Aeronáutico	IS Automática y Electrónica	IS Automática y Electrónica	IS Organización Industrial
IS Organización Industrial	Arquitecto Superior	IS Químico	IS Químico	IS Telecomunicación
IS Electrónica	IT Obras Públicas	IS Caminos, Canales y Puertos	IS Caminos, Canales y Puertos	IS Naval y Oceanico
IS Automática y Electrónica	IS Químico	IT Obras Públicas	IS Montes	IS Caminos, Canales y Puertos
Arquitecto Técnico	IS Minas	IS Minas	Arquitecto Técnico	Arquitecto Superior
IS Aeronáutico	IT Aeronáutico	IS Aeronáutico	IS Agrónomo	Arquitecto Técnico
IT Obras Públicas	IS Agrónomo	IT Diseño Industrial	Arquitecto Superior	IS Aeronáutico
IS Químico	IT Minas	IS Agrónomo	IT Obras Públicas	IS Automática y Electrónica
IS Agrónomo	IT Topógrafo	IT Agrícola	IS Aeronáutico	IT Obras Públicas
IT Topógrafo	IT Agrícola	IT Minas	IT Diseño Industrial	IS Agrónomo
IS Minas	IS Naval y Oceanico	IT Topógrafo	IT Agrícola	IT Diseño Industrial
IT Aeronáutico		IT Aeronáutico	IS Materiales	IS Montes
IS Naval y Oceanico		Arquitecto Técnico	IS Geólogo	IS Geodesia y Cartografía
IT Forestal		IS Geólogo	IS Montes	Ldo. Máquinas Navales
		Arquitecto Superior	IT Minas	IS Minas
		IS Materiales	IT Topógrafo	IT Aeronáutico
		Dip. Máquinas Navales	IS Naval y Oceanico	IT Minas
		IS Montes	IT Aeronáutico	Dip. Máquinas Navales
		IS Geodesia y Cartografía	IS Geodesia y Cartografía	IT Agrícola
		IS Naval y Oceanico	IT Forestal	IS Químico
		IT Naval	IT Naval	IT Topógrafo
		IT Forestal	Ldo. Máquinas Navales	IS Sistemas de Defensa
		Dip. Radioeléctrica Naval	Dip. Máquinas Navales	IT Naval
		Ldo. Náutica y Transporte Marítimo	Ldo. Náutica y Transporte Marítimo	Ldo. Náutica y Transporte Marítimo
		Dip. Navegación Marítima	Dip. Navegación Marítima	Dip. Navegación Marítima
			Dip. Radioeléctrica Naval	
			Ldo. Radioeléctrica Naval	

(Tomada de M.S. Pastor, L. Simón, J. García y E. Tóvar, "Las demandas sociales y su influencia en la planificación de las titulaciones en España en el marco del Proceso de Convergencia Europea en Educación Superior", Dirección General de Universidades, MEC,2005)

# 4

## ESTUDIOS DE INSERCIÓN LABORAL

# Estudios de inserción laboral

## 4.1 INTRODUCCIÓN.

El presente capítulo analiza los resultados obtenidos a partir de un estudio de inserción laboral de los egresados en la titulación de Ingeniero de Materiales en el último quinquenio. Dichos resultados son fruto de un sondeo realizado entre Ingenieros de Materiales de las últimas cinco promociones, utilizando para ello una encuesta confeccionada específicamente para este fin.

La encuesta ha sido enviada a un total de 352 titulados de 10 de las 11 universidades participantes en la presente red, con excepción de la Universidad de Almería que, por tratarse de un título de muy reciente implantación, aun carece de titulados egresados. Así mismo, dado que las Universidades de Barcelona y Politécnica de Cataluña ofertan este título de forma conjunta, sus titulados también se han considerado de forma agrupada.

El número total de los titulados que han respondido la encuesta es de 135, lo que supone un 38.3% de total de la base de egresados en los últimos 5 años. Las figuras 4.1 y 4.2 presenta la distribución por Universidades y por Comunidades Autónomas de los Ingenieros de Materiales que respondieron la encuesta. A los datos de la figura 4.2 habría que unir 2 egresados cuyo lugar de residencia se sitúa fuera de España.

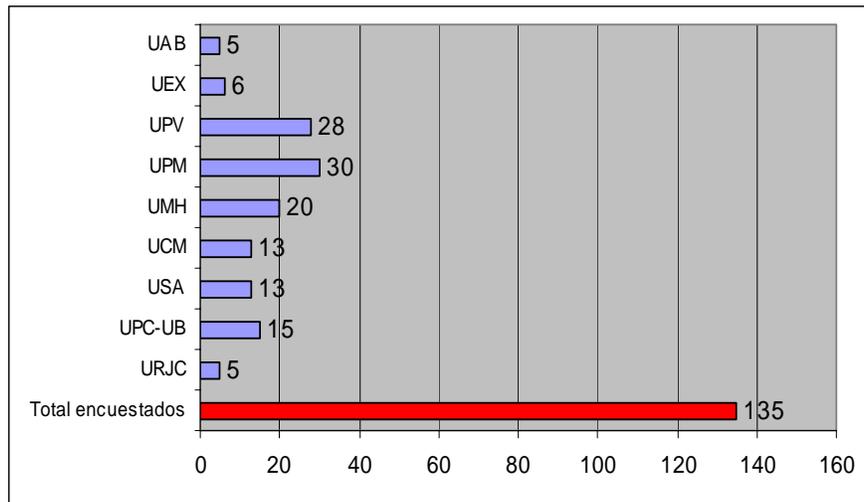


Figura 4.1. Distribución, por Universidades, de los titulados que respondieron a la encuesta

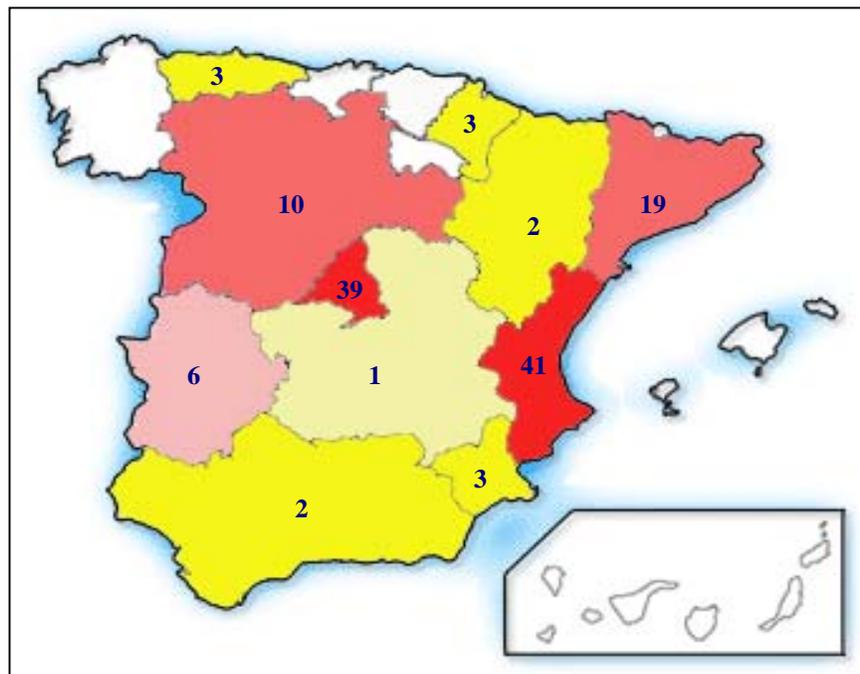


Figura 4.2. Numero total de Ingenieros de Materiales que han respondido a la encuesta, distribuidos su Comunidad Autónoma de residencia.

De los resultados recopilados de la encuesta se deduce que los Ingenieros de Materiales graduados en el último quinquenio son mayoritariamente varones (81%) (figura 4.3), con una edad media de 32 años y que residen mayoritariamente en las comunidades autónomas de Valencia (31%), Madrid (30%) y Cataluña (15%) (figura 4.4). Hay que indicar, no obstante, que la distribución geográfica de Ingenieros de Materiales es un reflejo de la distribución, por comunidades autónomas, de las Universidades participantes en la presente red, existiendo una elevada correspondencia entre los datos de la figura 4.1 y los presentados en la figura 4.4.

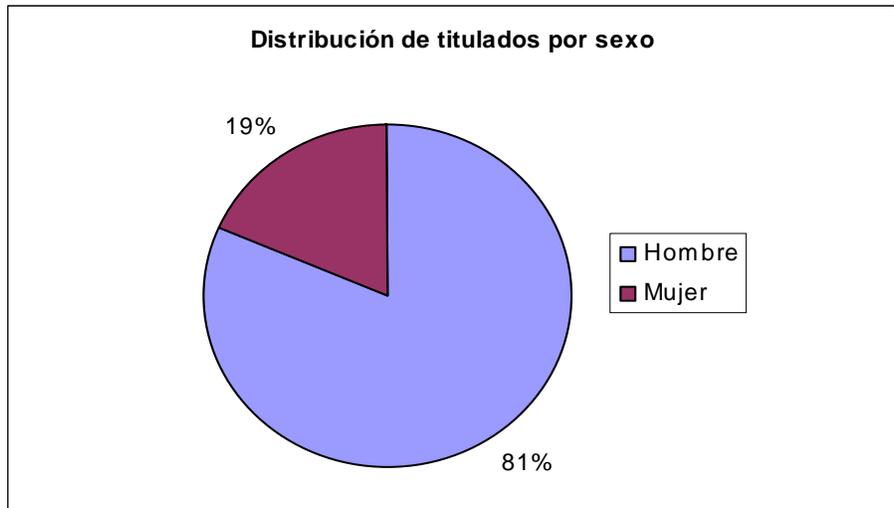


Figura 4.3. Distribución de Ingenieros de Materiales por género

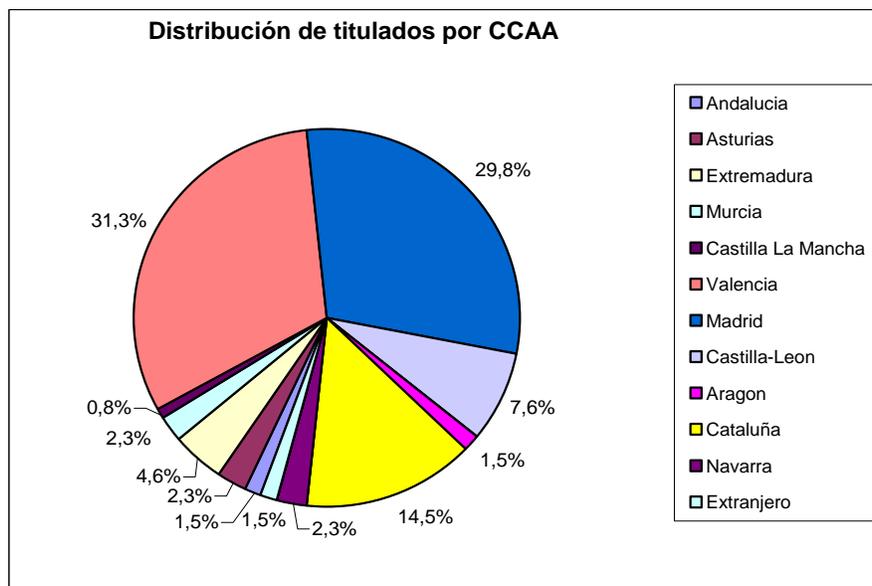


Figura 4.4. Distribución porcentual de Ingenieros de Materiales por Comunidad Autónoma

## 4.2 PERFIL DE ACCESO A LA TITULACIÓN DE INGENIERO DE MATERIALES

Al tratarse, en la actualidad, la titulación de Ingeniero de Materiales de un título oficial de segundo ciclo se ha considerado de interés el determinar el perfil de acceso de los titulados ya egresados, a la Ingeniería de Materiales. A partir de los datos de la figura 5 se deduce que más del 50% de los Ingenieros de Materiales proceden de la titulación de Ingeniero Técnico Industrial y, aproximadamente, un 34% proceden de un primer ciclo de una titulación de ciclo largo (Licenciatura en CC. Físicas, Químicas y, en menor proporción, Ingenierías de ciclo largo). Cabe destacar que ninguno de los actuales titulados en Ingeniería de Materiales procede de la titulación de Arquitectura Técnica, dada la reciente incorporación de este título al grupo que titulaciones que dan acceso al 2º ciclo de la Ingeniería de Materiales.

El estudio de las características académicas de los Ingenieros de Materiales se completó con un análisis de sus calificaciones finales tanto en la titulación de acceso, como en el propio título de Ingeniero de Materiales (figuras 4.6 y 4.7) comprobándose que se produce un incremento de la calificación final media de 1.47 en la titulación de acceso, a 1.75 en la Ingeniería de Materiales.

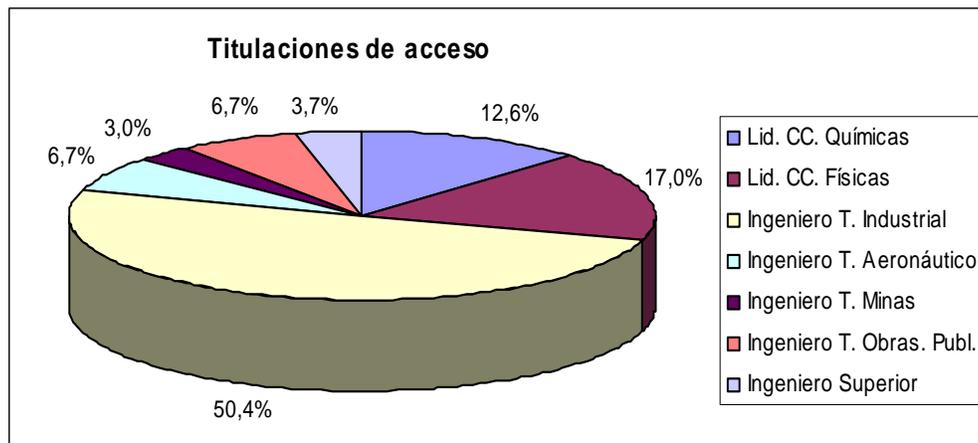


Figura 4.5. Distribución de los Ingenieros de Materiales egresados por titulación de acceso.

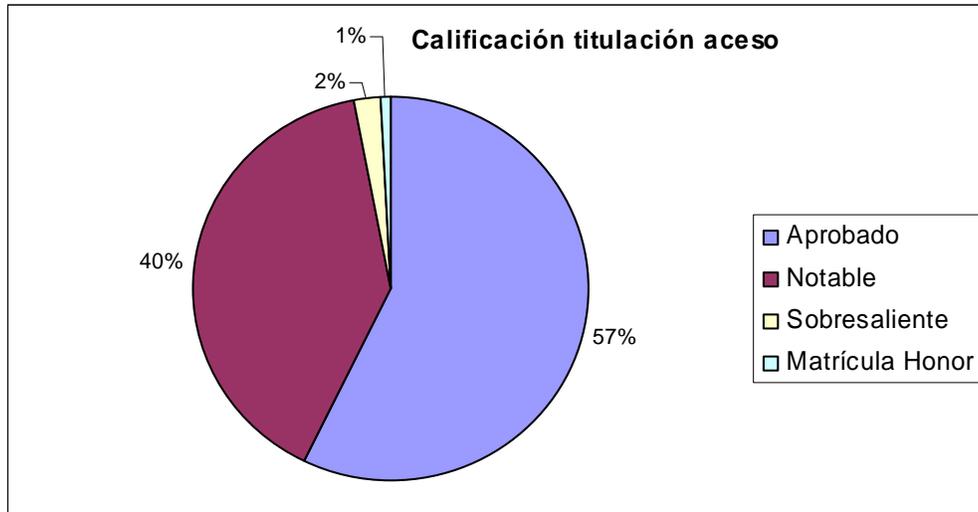


Figura 4.6. Calificaciones de los titulados de Ingeniería de Materiales en la titulación de acceso.

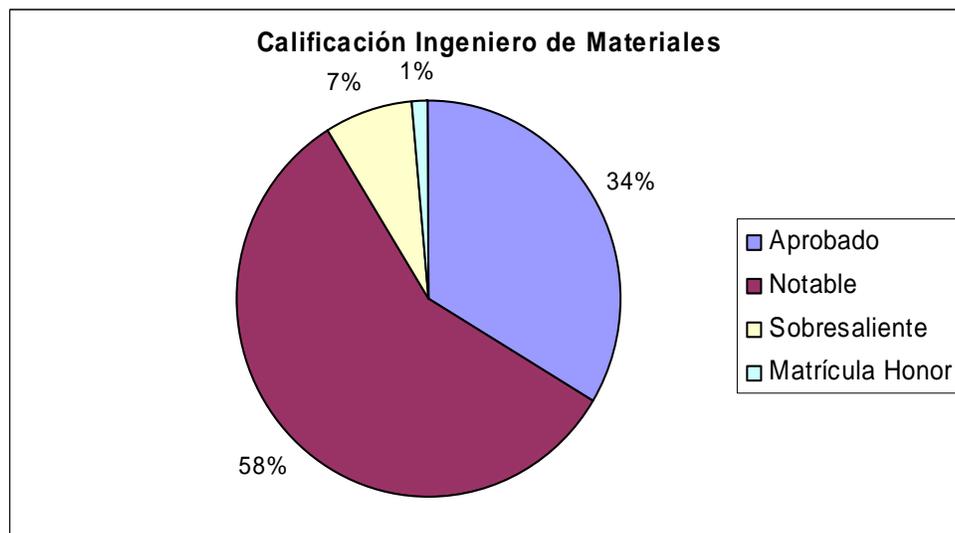


Figura 4.7. Calificaciones de los egresado en la titulación de Ingeniería de Materiales.

Otros datos de interés respecto a las características del Ingeniero de Materiales se resumen en la tabla 4.1. De ella se deduce que el Ingeniero de Materiales terminó su titulación de acceso con una edad media de 23.4 años, necesitando 4.4 años para realizar dichos estudios. Para terminar los dos cursos de los que consta la actual titulación de 2º ciclo de Ingeniería de Materiales, los egresados necesitaron una media de 2. años, finalizando la carrera con una edad media de 28.4 años.

Tabla 4.1. Datos de edad y duración media de los estudios realizados por los egresados

Titulación de acceso	Edad de finalización	23.4
	Duración media	4.4
Titulación Ingeniero Materiales	Edad de finalización	28.4
	Duración media	2.5

### 4.3 FORMACIÓN POSTERIOR AL TÍTULO DE INGENERO DE MATERIALES

Se ha considerado también de interés analizar la dedicación posterior del Ingeniero de Materiales a estudios de postgrado o formación continua.

Tal y como demuestran los resultados de la figura 4.8, aproximadamente un 59% de los Ingenieros de Materiales, una vez finalizada sus estudios comienzan otros estudios de carácter universitario, siendo fundamentalmente los de doctorado (cerca del 33%) la alternativa más seguida.

Este dato apunta hacia la necesidad que posee el ingeniero de materiales en completar sus conocimientos, en el campo de la Ciencia e Ingeniería de Materiales, mediante diferentes alternativas de formación continua, dado que la titulación de Ingeniería de Materiales, con su estructura actual de segundo ciclo (2 años) no puede completar las necesidades formativas del titulado.

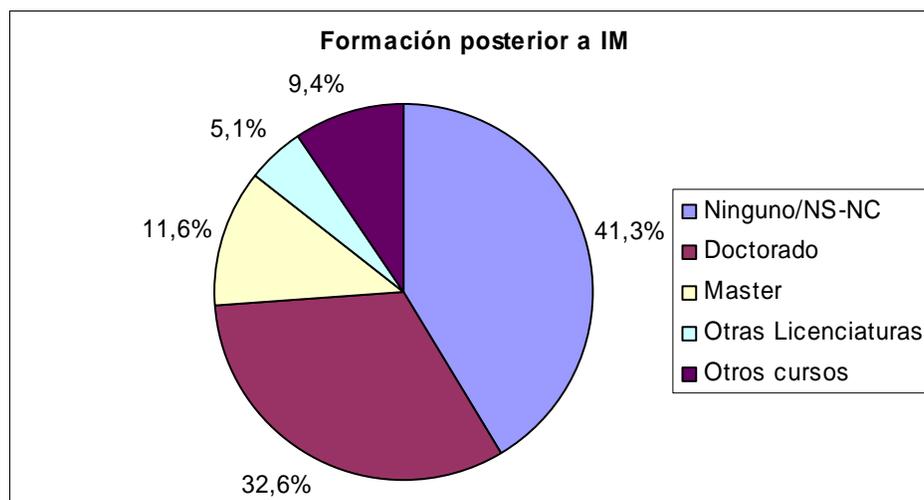


Figura 4.8. Estudios universitarios posteriores a la titulación de Ingeniería de Materiales

#### 4.4 SITUACIÓN LABORAL

El nivel de ocupación de los titulados en Ingeniería de Materiales es muy elevado (figura 4.9). Más de un 85% trabaja, de los cuales un alto porcentaje (el 18% del total) declara compatibilizar su trabajo con estudios de postgrado y/o formación continua. Menos de un 6% de los titulados declara no trabajar, aunque de estos la mayoría buscan su primer empleo a tratarse de titulados de la última promoción que finalizaron sus estudios hace escasamente unos meses.

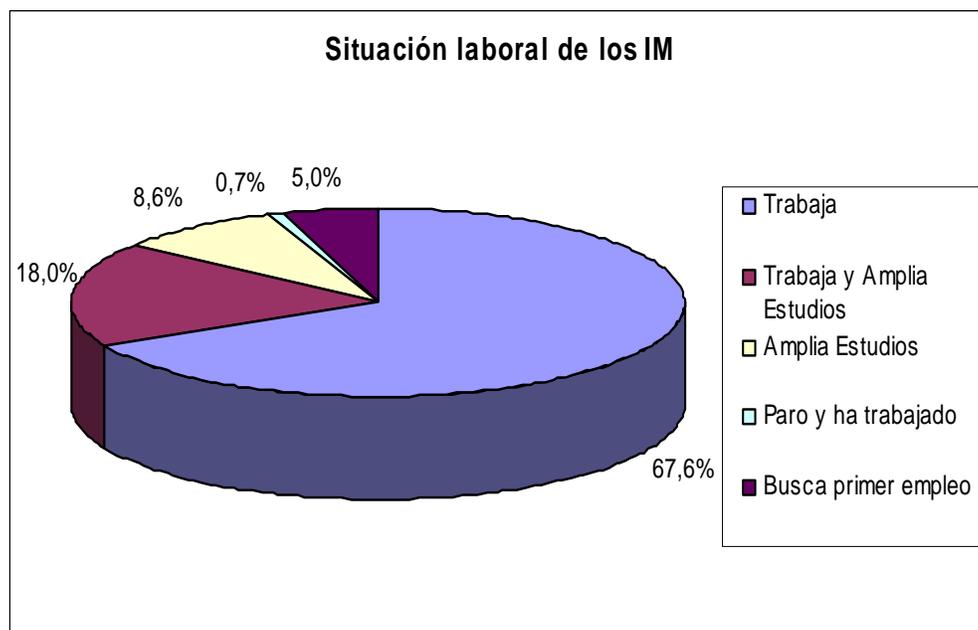


Figura 4.9. Situación laboral de los titulados en Ingeniería de Materiales

Al ser, hasta la fecha, la Ingeniería de Materiales una titulación de segundo ciclo cursada mayoritariamente, como anteriormente se ha puesto en evidencia, por Ingenieros Técnicos, una gran parte de los estudiantes que la cursan poseen ya algún tipo de experiencia laboral antes o durante la realización de la titulación. De hecho, tal y como se representa en la figura 4.10, más del 77% de los encuestados declaran haber tenido algún tipo de experiencia laboral antes de obtener el título de Ingeniero de Materiales. No obstante, gran parte de estos encuestados especifica que su trabajo durante este periodo de formación fue temporal (26.3%), en prácticas (19.2%) o a tiempo parcial (8.1%) (figura 4.11).



Figura 4.10. Ingenieros de Materiales que tuvieron experiencias laborales antes o durante la realización de la titulación

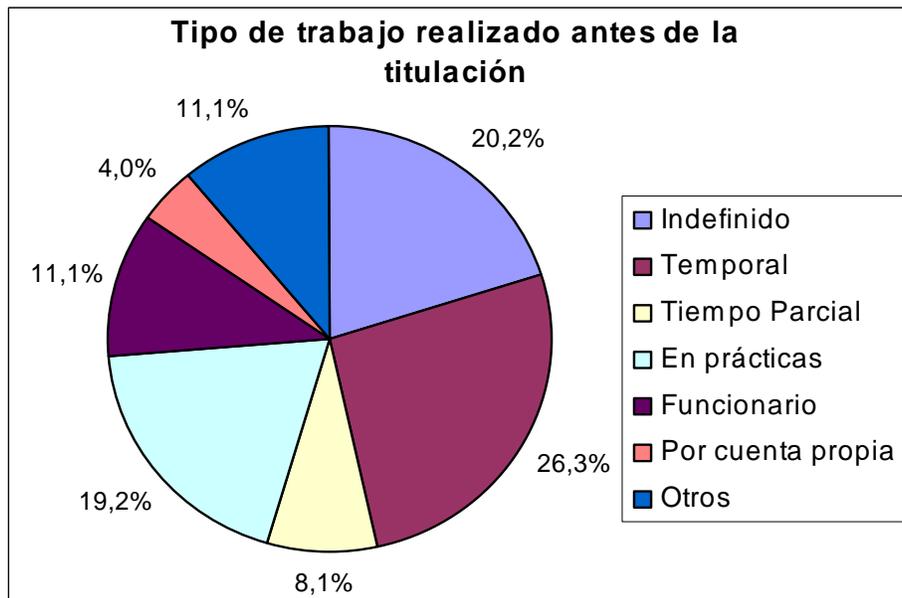


Figura 4.11. Tipo de trabajo realizado antes o durante la realización de los estudios de Ingeniería de Materiales

Para comprobar, la influencia de la formación adquirida durante la titulación de Ingeniero de Materiales se preguntó a los egresados si la obtención de este título había supuesto una mejora en su situación laboral y que tipo de cambio había experimentado. Las figuras 4.12 y 4.13 representan los resultados de estas cuestiones comprobándose como el 63.7% de los encuestados consideran que sí que se ha producido una mejora laboral directamente asociada a la titulación, estando esta mejora asociada principalmente a un cambio de empresa (51.8%) o de función en la misma empresa (14.1%).

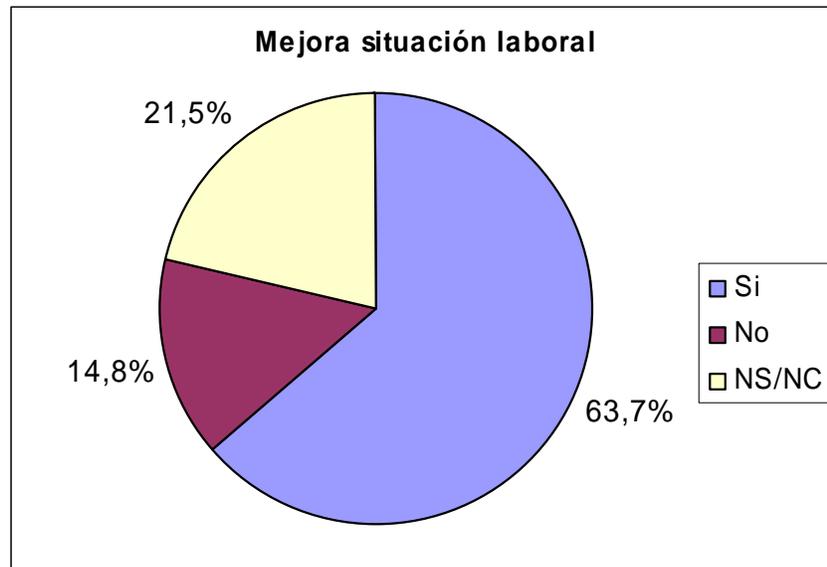


Figura 4.12. Influencia de la titulación de Ingeniería de Materiales en la situación laboral del egresado

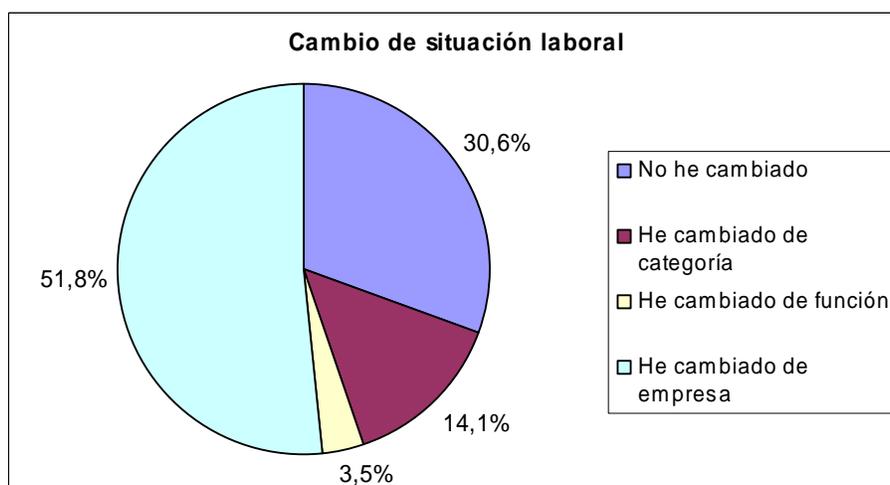


Figura 4.13. Tipo de cambio de la situación laboral del egresado condicionado la realización de los estudios de Ingeniería de Materiales

Los egresados de la titulación de Ingeniería de Materiales en los últimos 5 años centran mayoritariamente su actividad en la industria (49%) y, en menor proporción, en la docencia (24%), tanto universitaria como no universitaria, aunque también destaca, porcentajes entre el 8 y 10%, los titulados que se dedican a labores de consultoría o al ejercicio de la profesión libre. Prácticamente nulos son los puestos de trabajo ocupados por los Ingenieros de Materiales en sectores como banca, finanzas, seguros o informática (figura 4.14).

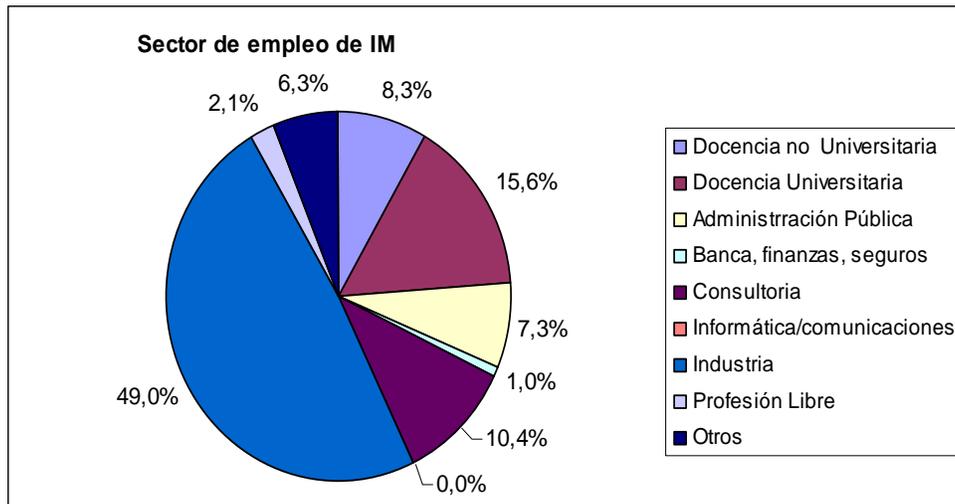


Figura 4.14. Sectores de empleo de los Ingenieros de Materiales

Dentro de estos puestos de trabajo, la mayor parte de los ingenieros de materiales se dedican a actividades de ingeniería (37.4%), junto con labores características de investigación y desarrollo (23.6%) y de docencia (14.6%). Más minoritarias son otras funciones como el control de calidad (7.3%), la producción (6.5%), etc; tal y como se representa en la figura 4.15.

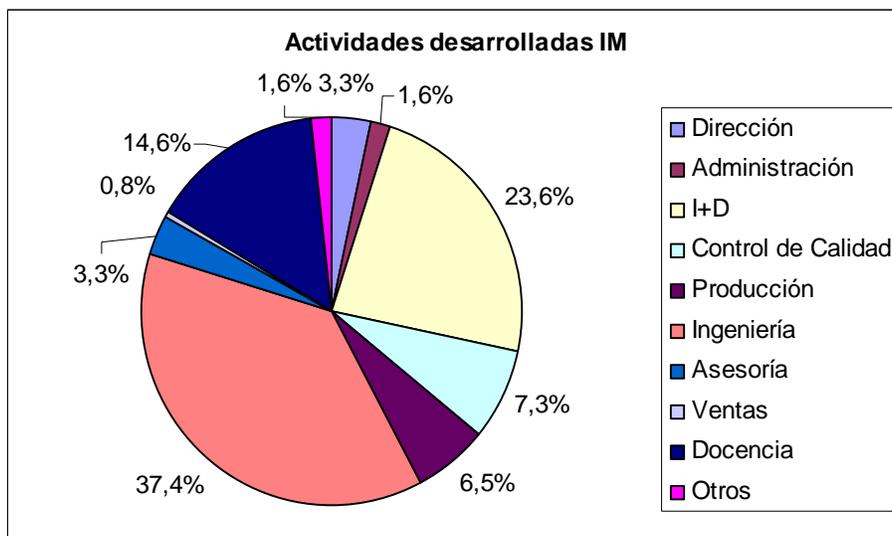


Figura 4.15. Funciones desarrolladas por los Ingenieros de Materiales en sus puestos de trabajo.

La figura 4.16 representa la situación actual de las características de los empleos que ocupan las últimas 5 proporciones de Ingeniería de Materiales. Si se compara con la figura 4.11, que recogía las características de los empleos previos a la titulación, se puede apreciar un aumento en la estabilidad del empleo al incrementarse el porcentaje de contratos indefinidos (del 20.2 al 30.1%) y reducirse el número de contratos en prácticas (del 19.2 al 11.8%).

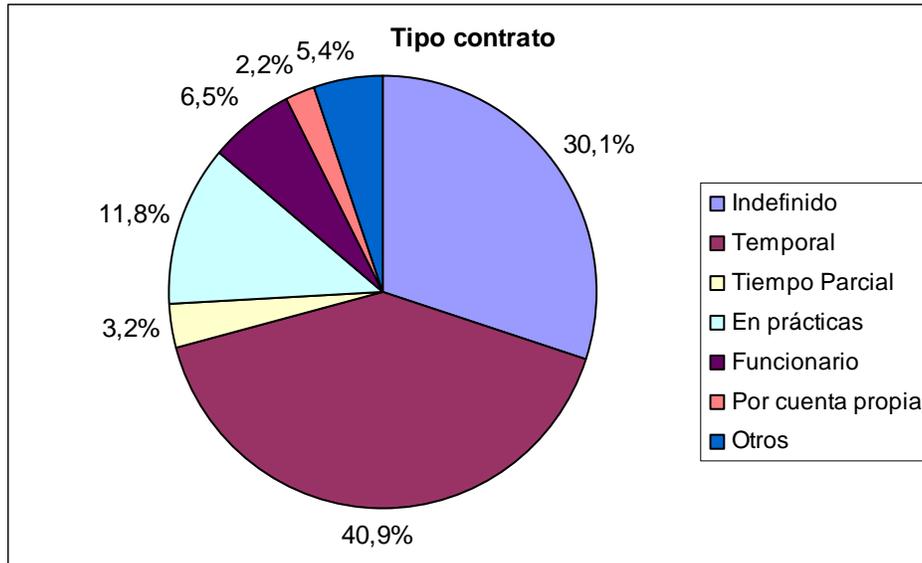


Figura 4.16. Tipo de contrato de los egresados en Ingeniería de Materiales

Se consideró de interés determinar cuál era el tiempo medio que un Ingeniero de Materiales tardaba en conseguir su primer empleo después de finalizada la titulación, comprobándose que más del 80% tardaban menos de 6 meses en alcanzar este trabajo. Sólo un 1.1% tarda más de 2 años en alcanzar este primer empleo, tal y cómo se representa gráficamente en la figura 4.17.

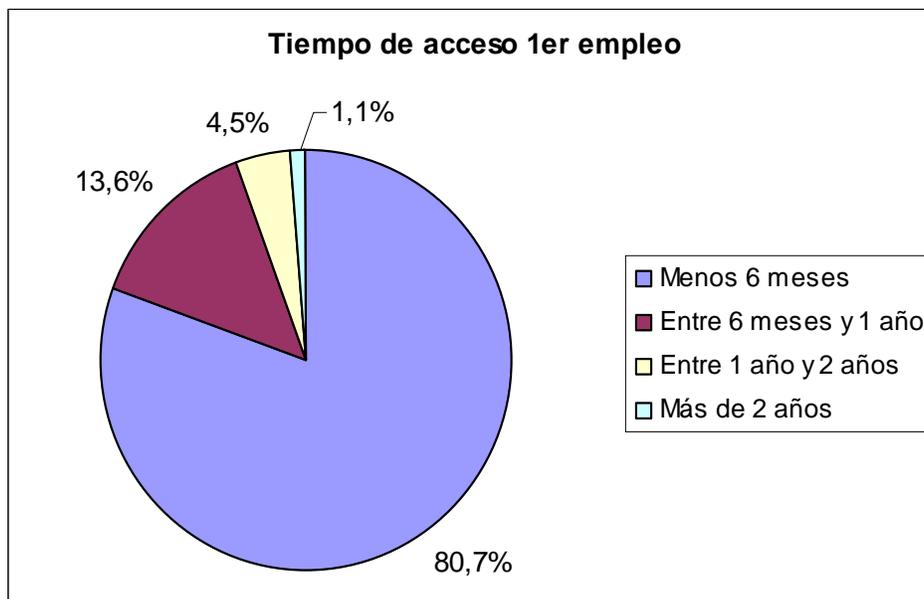


Figura 4.17. Tiempo de acceso de los Ingenieros de Materiales a su primer empleo

También se preguntó el salario medio que los Ingenieros de Materiales perciben en sus actuales puestos de trabajo (figura 4.18), comprobándose que más del 52% de los encuestados poseen salarios superiores a los 18.000 euros anuales, aunque existe casi un 15% con un sueldo anual inferior a 12.000 euros al año.

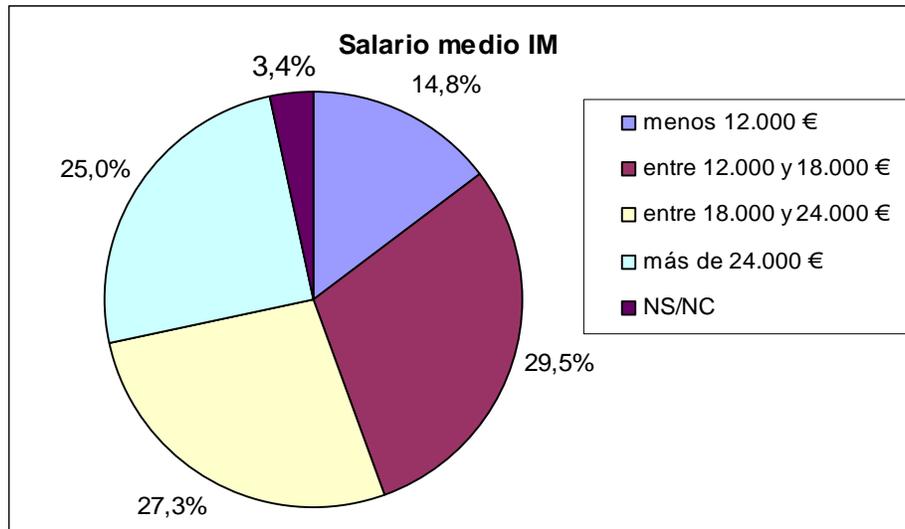


Figura 4.18. Salario medio de los Ingenieros de Materiales

Para realizar una completa caracterización del tipo de trabajo que realizaban los egresados, una vez finalizada su titulación, se incluyó una pregunta en el cuestionario, para establecer si su actividad profesional actual estaba o no relacionada con la formación y capacidades propias de un Ingeniero de Materiales. El resultado de esta pregunta permite establecer que más de tres cuartas partes (77%) de los egresados de las últimas cinco promociones que respondieron a la encuesta trabajan en aspectos profesionales típicos de la Ingeniería de Materiales (figura 4.19).



Figura 4.19. Relación del trabajo realizado por los Ingenieros de Materiales con su titulación.

Los que respondieron afirmativamente a esta última cuestión consideran (figura 4.20) que su trabajo se centra fundamentalmente en la aplicación, diseño, producción, etc. con materiales metálicos (32%), poliméricos (21.3%), compuestos (18%) y cerámicos (13.3%). En mucha menor proporción, se sitúan los titulados que desarrollan trabajos relacionados con materiales funcionales, sensores o biomateriales que en conjunto no llegan al 8% del total de participantes en el estudio.

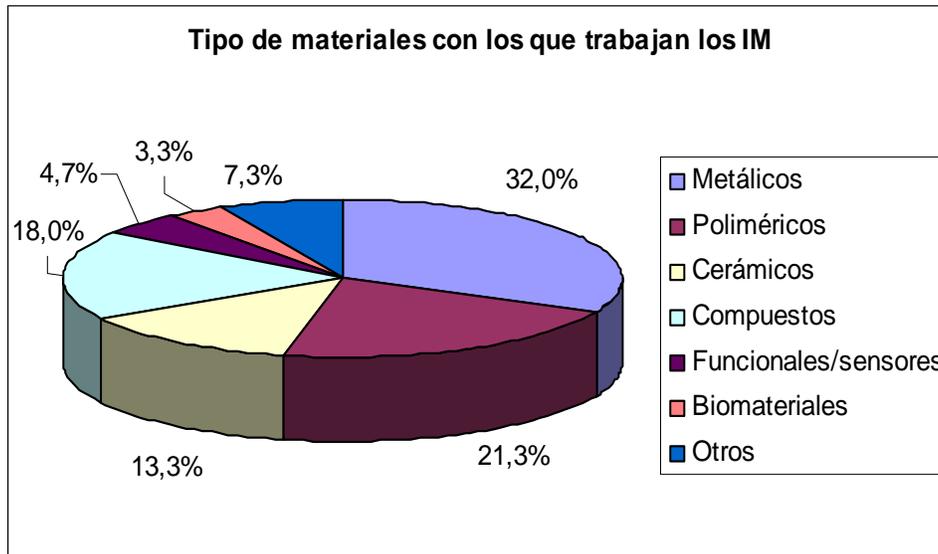


Figura 4.20. Tipos de materiales con los que trabajan los egresados

La distribución de empleo de los ingenieros de materiales que desarrollan trabajos propios de la titulación en subsectores industriales viene representada en la figura 4.21, apreciándose que son los sectores de la construcción (23.3%) y del automóvil (19.1%), seguidos del aeronáutico (13.8%) y el de la energía (9.6%), los mayores empleadores de Ingenieros de Materiales. No obstante, los titulados encuestados también están presentes en otros sectores de gran importancia como son el sector naval, el de telecomunicaciones o el biosanitario.

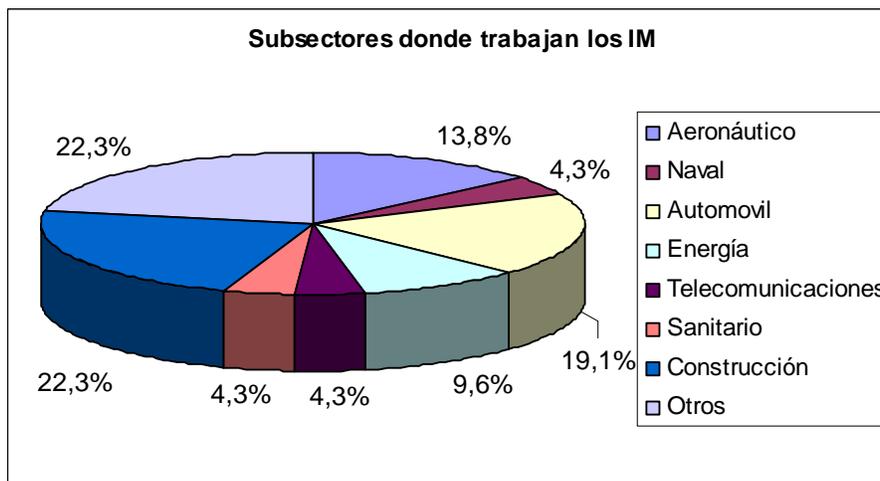


Figura 4.21. Subsectores industriales donde trabajan los Ingenieros de Materiales

Por último, para completar esta caracterización de la situación laboral de los Ingenieros de Materiales (figura 4.22), se estableció la distribución geográfica de sus actuales empleos, comprobándose que ésta está muy condicionada por la distribución geográfica de las universidades que tienen implantado esta titulación. De nuevo, son las comunidades autónomas de Valencia (30.1%), Cataluña (20.5%) y Madrid (16.4%) las que concentran la mayor parte de los empleos típicos de ingenieros de materiales. No obstante, la proporción de empleos en sectores industriales relacionados con los materiales en la comunidad de Madrid, es sensiblemente inferior a la de egresados que pertenecen a universidades de esta comunidad y que respondieron a la encuesta. En el caso de la comunidad de Cataluña se aprecia el efecto contrario

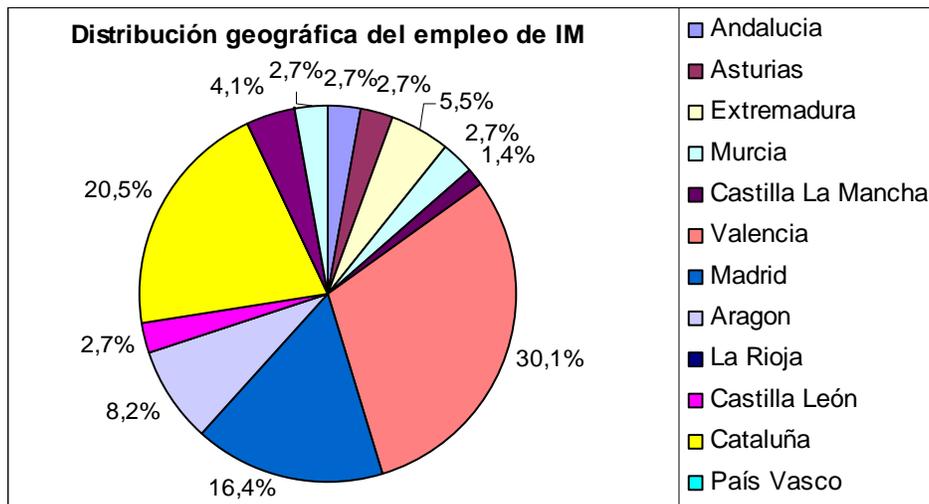


Figura 4.22. Distribución geográfica de las CCAA donde trabajan los Ingenieros de Materiales

## 4.5 CARACTERÍSTICAS DE LA FORMACIÓN EN INGENIERÍA DE MATERIALES

Se consideró de interés completar el estudio de inserción laboral de los titulados en Ingeniería de Materiales con un análisis de la formación que estos habían recibido, contemplada fundamentalmente desde el punto de vista del desarrollo de habilidades necesarias para su ejercicio profesional. La figura 4.23 representa la valoración media, entre una puntuación mínima de 1 y una máxima de 5, de la importancia que los encuestados daban a una serie de características que se proponían en la encuesta como habilidades que necesariamente debía poseer un Ingeniero de Materiales. Tal y como puede comprobarse, las más valoradas (puntuaciones superiores a 4), son las que hacen referencia a la capacidad de resolución de problemas (4.37), capacidades de trabajo interdisciplinar (4.18) y en equipo (4.13), las capacidades de síntesis y análisis (4.13), junto al dominio de idiomas (4.11). No obstante, prácticamente, todas las habilidades planteadas fueron puntuadas en un intervalo de valores comprendido entre 3.6 y 4.3, con excepción de las referidas la necesidad de poseer habilidades sociales (3.23) o dotes de liderazgo (3.07) cuya puntuación fue ligeramente inferior.

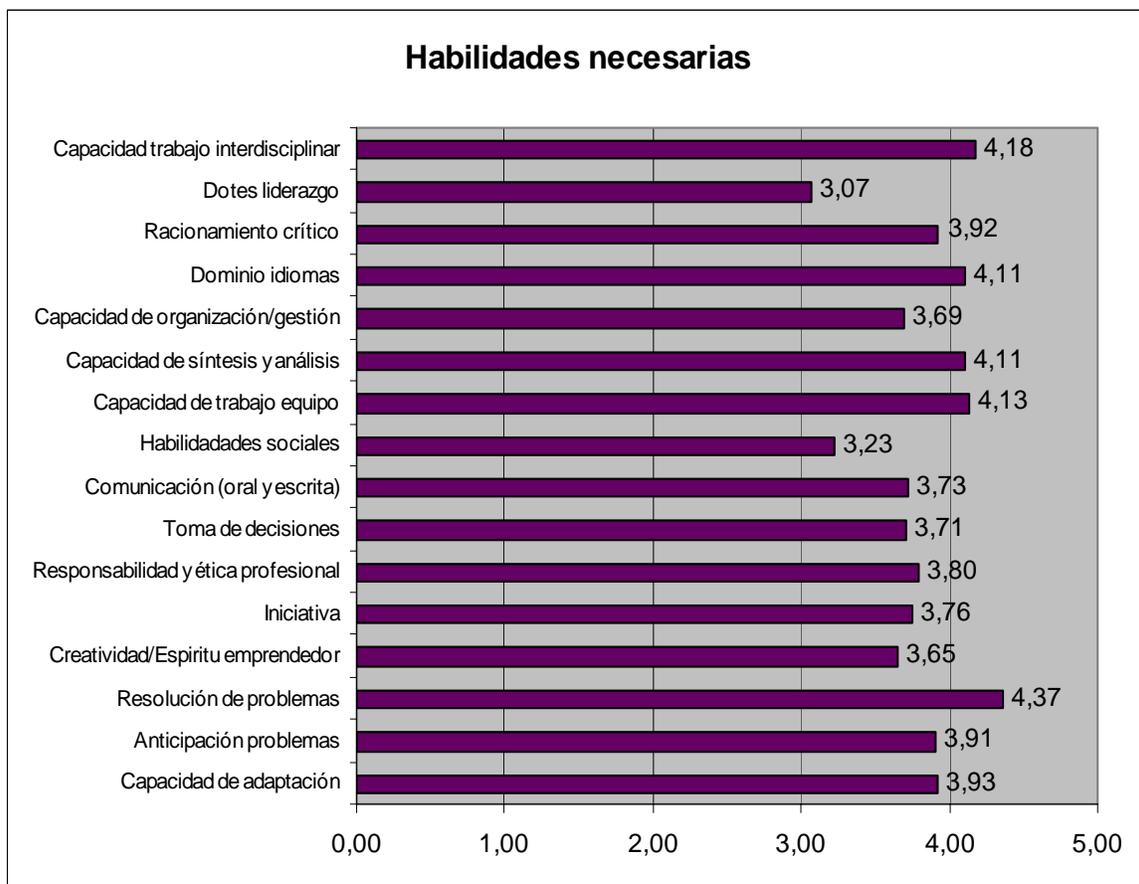


Figura 4.23. Valoración de las habilidades necesarias en el desarrollo de la profesión de Ingeniero de Materiales

Para completar este estudio de habilidades, se solicitó también a los encuestados que valoran, en la misma escala (máximo de 5 y mínimo de 1), como había contribuido la formación impartida en la titulación de Ingeniero de Materiales en la consecución de dichas habilidades. Los resultados de este análisis se resumen en la figura 4.24, comprobándose como los encuestados consideran que los estudios de esta Ingeniería les ha permitido adquirir habilidades fundamentalmente relacionadas con el trabajo interdisciplinar (3.70), la capacidad de síntesis y análisis (3.65), la capacidad de trabajo en equipo (3.67), la capacidad de resolución de problemas (3.56) y la capacidad de adaptación a un puesto de trabajo o a una función (3.45). Las puntuaciones más bajas (por debajo de 3) son las referidas a dominio de idiomas (2.16), toma de decisiones (2.37), dotes de liderazgo (2.37), habilidades sociales (2.77) e iniciativa y espíritu emprendedor (2.80).

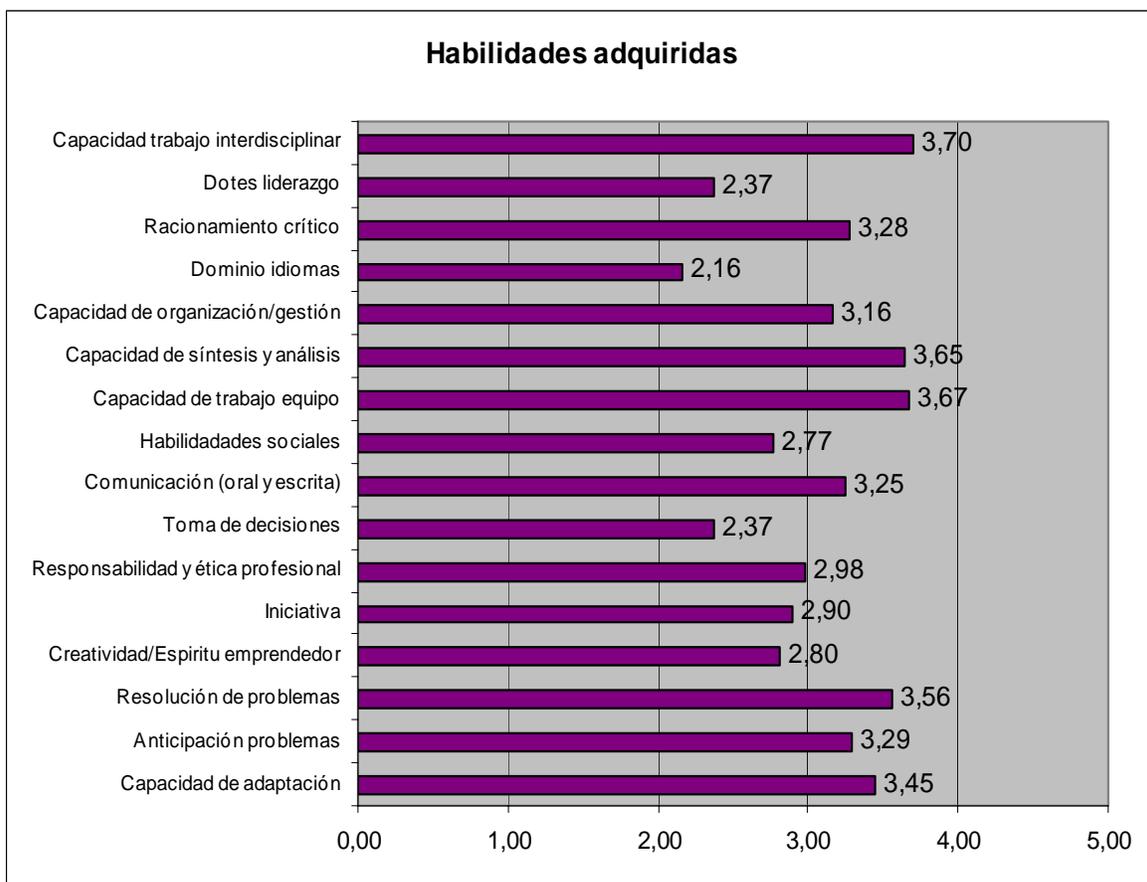


Figura 4.24. Valoración de las habilidades adquiridas durante los estudios de Ingeniero de Materiales

Si analizamos la diferencia entre la puntuación de las habilidades consideradas como necesarias y la puntuación de las habilidades adquiridas en la formación de la titulación de Ingeniero de Materiales (figura 4.25), se puede comprobar que los mayores déficits se encuentran en la formación que consideran los encuestados que debe tener un Ingeniero de Materiales en el dominio de idiomas (-1.96), así como en la capacidad de tomar decisiones (-1.35). El resto de habilidades está en diferencias entorno a 0.5-0.8 puntos lo cual se puede considerar aceptable desde el punto de vista de la capacidad que ha tenido la titulación de Ingeniero de Materiales a la hora de responder a las necesidades de formación profesional.

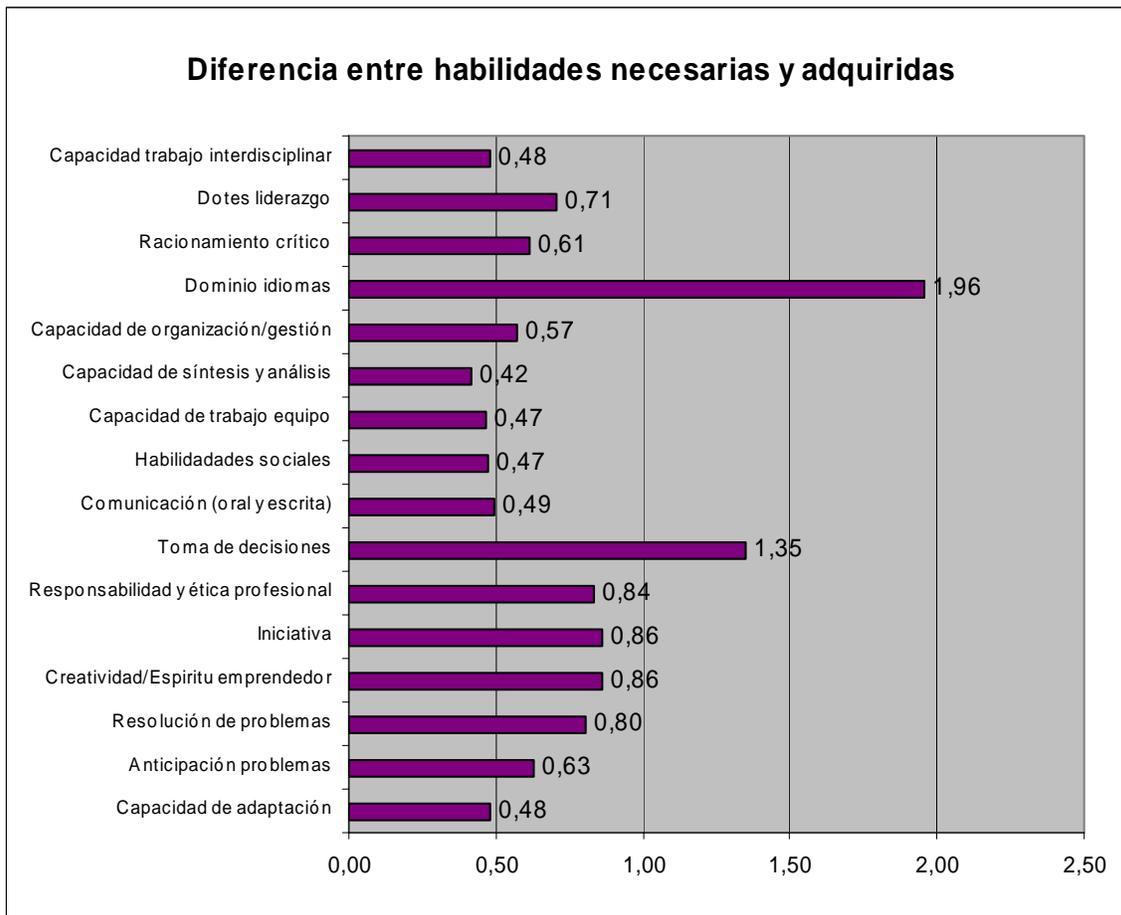


Figura 4.25. Diferencias entre la valoración de las habilidades necesarias y las adquiridas

Para terminar este estudio, se solicitó a los encuestados que valoraran la formación adquirida en la titulación de Ingeniero de Materiales en una escala de 1 a 5. Los resultados obtenidos se resumen en la figura 4.26, lo que permite concluir que, aunque la preparación en general se considera buena (un 3.52 sobre 5), existe cierto déficit en la formación práctica (3.05 sobre 5) que no parece afectar a la formación teórica (3.86 sobre 5). Este déficit práctico, junto con el ya referido en la adquisición de una serie de habilidades necesarias el ejercicio de la profesión de Ingeniero de Materiales es comprensible si se considera que la titulación, en su estructura actual, al ser sólo de segundo ciclo carece tanto de la base común necesaria como del tiempo de aprendizaje que permitiría completar una formación más óptima.

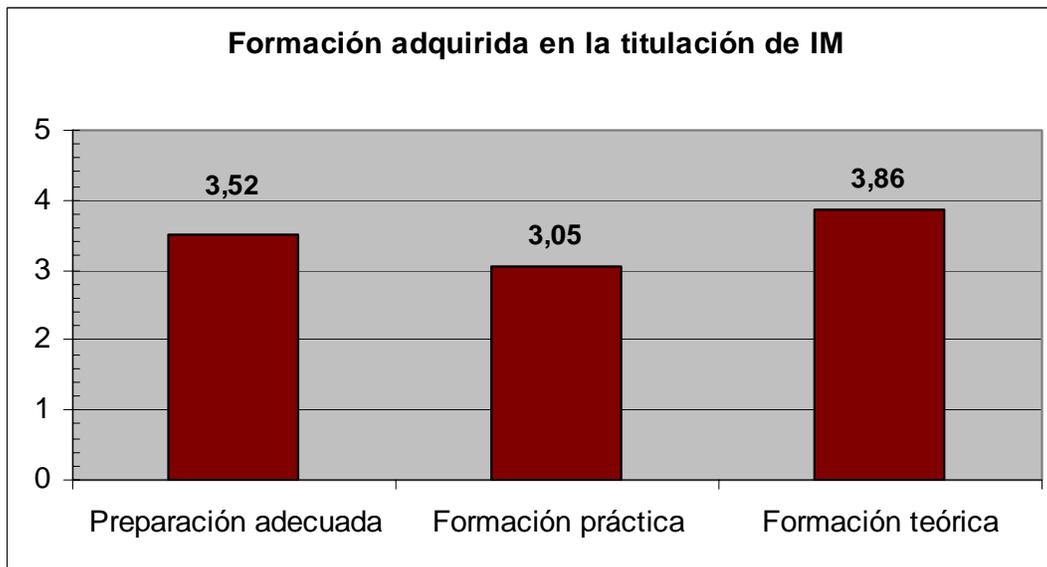


Figura 4.26. Valoración de la formación adquirida en la titulación de Ingeniería de Materiales

## 4.6 CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos del estudio realizado sobre un total de 135 egresados de la titulación de Ingeniero de Materiales en los últimos 5 años, pertenecientes a todas las universidades participantes en la elaboración del presente libro blanco – con excepción de la Universidad de Almería que por la reciente implantación de su título aun no posee titulados egresados– muestran una situación que, en líneas generales, puede considerarse altamente condicionada por el carácter de titulación de 2º ciclo que actualmente posee.

El hecho de que, hasta la fecha, el título de Ingeniero de Materiales sólo pueda ser cursado por alumnos procedentes de algunas titulaciones técnicas de ciclo corto (Ingeniero Técnico Industrial, Ingeniero Técnico en Obras Públicas, Ingeniero Técnico Aeronáutico, Ingeniero Técnico de Minas, Ingeniero Técnico de Diseño e Industrial Arquitecto Técnico) o a partir de primeros ciclos de titulaciones de ciclo largo (Licenciatura de Física, Licenciatura de Química, Ingeniero Aeronáutico, Ingeniero Caminos, Canales y Puertos, Ingeniero Industrial, Ingeniero de Minas, Ingeniero Naval y Oceánico e Ingeniero Químico) condiciona aspectos muy importantes del perfil de los egresados, su salida al mercado laboral e, incluso, su formación antes y con posterioridad al título de Ingeniero de Materiales.

Así, en líneas generales, los egresados de la titulación de Ingeniero de Materiales en el periodo bajo estudio, poseen una edad media relativamente elevada cuando acaba la titulación (algo más de 28 años), superior a la que presentan titulados de otras carreras universitarias de ciclo completo y con cierta experiencia laboral adquirida con anterioridad o durante la propia realización de los estudios de Ingeniería de Materiales (más del 75% así lo afirman), lo que en parte responde al escaso número de egresados que una vez finalizada la titulación se encuentran en situación de desempleo.

Sin embargo, los datos que se desprenden de este estudio muestran que la obtención del título de Ingeniero de Materiales ha contribuido de forma muy importante en la mejora y asentamiento en el mercado laboral de estos titulados. Así, cerca de dos tercios de los encuestados consideran que la obtención del título ha supuesto una mejora de su situación laboral, que en una proporción muy importante (más del 50%) está asociada a un cambio de empresa, a demás de un aumento de estabilidad en el empleo y un incremento en el nivel salarial. Si relacionamos este dato, con el hecho de que más del 75% de los encuestados considera que su trabajo está relacionado con aspectos propios de la formación adquirida en la titulación de Ingeniero de Materiales, podemos concluir que han sido los conocimientos impartidos en esta titulación lo que han configurado el perfil profesional y, por tanto, el empleo de los egresados.

Otro aspecto a destacar es que cerca del 50% de los titulados en Ingeniería de Materiales desarrollan sus actividades profesionales dentro de la industria, fundamentalmente en aspectos relacionados con la ingeniería y, en menor medida

con la I+D, en sectores de vital importancia en la economía y desarrollo de un país desarrollado como son los de la construcción, el de automoción, el aeronáutico o el de la energía. No obstante, un número significativo desarrolla su actividad laboral en el campo de la docencia tanto universitaria (16%) como no universitaria (8%). Merece la pena destacar, que prácticamente no existe ningún Ingeniero de Materiales trabajando en sectores no específicos de su formación como son la banca, finanzas, seguros, informática, etc.

Respecto a la formación que ha recibido el Ingeniero de Materiales y el papel que esta ha jugado en el desarrollo de la profesión, hay que indicar que de nuevo la situación actual de la titulación, con su carácter de 2º ciclo, condiciona en parte el logro de ciertas habilidades. Aunque en líneas generales, el egresado de Ingeniería de Materiales valora notablemente su formación, se aprecia la necesidad de alcanzar mayores habilidades prácticas. Esto es comprensible, si se tiene en cuenta que la impartición del amplio espectro de conocimientos teóricos y prácticos que se necesita para formar a un Ingeniero de Materiales en sólo dos cursos académicos es, cuanto menos, compleja.

Un hecho que prueba la necesidad del Ingeniero de Materiales en aumentar su formación en este campo, es la alta proporción de titulados egresados que continúan su formación a través de estudios de doctorados (32.6%) o mediante otros cursos de postgrado o masters (21%).

De nuevo, una información relevante con respecto a la inserción laboral la proporciona el estudio realizado en 2005 por la Fundación Universidad Empresa, la ACAP, Cátedra Unesco de Gestión y Política Universitaria y la Facultad de Informática de la Universidad Politécnica de Madrid, patrocinado por la Dirección General de Universidades del Ministerio de Educación y Ciencia.

En el cap. II *Necesidades de personal cualificado por parte de los empleadores*, en el apartado *Demandas de los empleadores*, la carrera de Ingeniero de Materiales figura en el duodécimo lugar, junto a Caminos, Canales y Puertos, y por delante de ingeniero agrónomo, minas, telecomunicación o arquitecto, por citar algunas titulaciones superiores, tabla 4.2.

Esta información está avalada por las numerosas cartas recibidas de las empresas que han contratado ingenieros de materiales y muestran su satisfacción por el rendimiento que están dando estos titulados polivalentes. Merece destacar que en estas cartas se insiste en el valor interdisciplinar de los ingenieros y en la necesidad de reforzar los estudios –pasar de una carrera de segundo ciclo a una carrera de grado–.

Es digna de mención la procedencia de las cartas de los empresarios, que abarcan un amplio espectro de actividades, desde materiales estructurales –en todas sus aplicaciones– a materiales funcionales y biomateriales. El en anexo se adjuntan algunas de las más relevantes.

Sin ser exhaustivos, han mostrado su apoyo a la Titulación de Grado de Ingeniero de Materiales *empresas* como IBERDROLA, EADS-CASA, INITEC, ASTILLERO BARRERAS, CARBUROS METÁLICOS, ZANINI, ISOLUX, ITP, BOEING RESEARCH & TECHNOLOGY EUROPE, GRUPO ANTOLÍN, *entidades públicas* como el HOSPITAL GREGORIO MARAÑÓN y el CENTRO DE EXPERIMENTACIÓN Y ESTUDIOS DE OBRAS PÚBLICAS (CEDEX) y *asociaciones profesionales* como la ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS y la ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE SOLDADURA Y TECNOLOGÍAS DE UNIÓN (CESOL).

Tabla 4.2. Titulaciones demandadas por la empresas españolas en el periodo 2000-2004

<b>Titulaciones demandadas por las entidades encuestadas</b>			
<b>HUMANIDADES</b>	<b>CIENCIAS SOCIALES Y JURÍDICAS</b>	<b>ENSEÑANZAS TÉCNICAS</b>	<b>EXPERIMENTALES Y DE LA SALUD</b>
Ldo. Filología Hispánica	Ldo. Adm. Dir. Empresas	IS Organización Industrial	Ldo. Matemáticas
Ldo. Geografía	Ldo. Derecho	IS Automática y Electrónica	Ldo. Química
Ldo. Filología Alemana	Ldo. Economía	IS Montes	Ldo. Biología
Ldo. Historia y CC de la Música	Dip. Empresariales	IT Obras Públicas	Ldo. Física
Ldo. Filología Árabe	Ldo. Psicología	IT Telecomunicación	Ldo. CC y Técnicas Estadísticas
Ldo. Antropología Social/Cultural	Dip. Relaciones Laborales	IS Industrial	Ldo. Medicina
Ldo. Bellas Artes	Ldo. CC del Trabajo	IT Minas	Ldo. CC y Tecnología Alimentos
Ldo. Historia del Arte	Ldo. Periodismo	IS Geodesia y Cartografía	Ldo. Farmacia
Ldo. Historia	Ldo. Inv. Téc. Mercado	IS Geólogo	Dip. Enfermería
Ldo. Filología Catalana	Ldo. CC Actuariales y Financieras	IS Químico	Ldo. Bioquímica
Ldo. Filología Eslava	Dip. Trabajo Social	IS Caminos, Canales y Puertos	Ldo. CC Ambientales
Ldo. Filología Románica	Ldo. Documentación	IS Materiales	Dip Terapia Ocupacional
Ldo. Filología Vasca	Dip. Turismo	IT Naval	Ldo. Geología
	Dip. Biblioteconomía/Document.	IT Industrial	Dip. Fisioterapia
	Ldo. Publicidad y RRPP	IS Agrónomo	Dip. Estadística
	Ldo. Sociología	IS Electrónica	Ldo. CC del Mar
	Ldo. CC Políticas y Adm.	Arquitecto Técnico	Ldo. Veterinaria
	Dip. Gestión Adm. Pública	IT Informática	Dip. Biotecnología

(Tomado de M.S. Pastor, L. Simón, J. García y E. Tóvar, "Las demandas sociales y su influencia en la planificación de las titulaciones en España en el marco del Proceso de Convergencia Europea en Educación Superior", Dirección General de Universidades, MEC,2005)

# 5

## PERFILES PROFESIONALES

# Perfiles profesionales

El análisis de las actividades desarrolladas por los ingenieros de materiales en España, y también en Europa, Estados Unidos y Japón permite la definición de los cinco perfiles profesionales indicados a continuación (para cada perfil profesional se enumeran –sin afán de ser exhaustivos– sus actividades más representativas):

## P1. PRODUCCIÓN DE MATERIALES

- P1.1. Diseño, selección y optimización de materiales
- P1.2. Procesos de producción y transformación de materiales
- P1.3. Diseño y cálculo de los aspectos materiales de los componentes
- P1.4. Reutilización, recuperación y reciclado de materiales

## P2. CONTROL DE MATERIALES

- P2.1. Caracterización y evaluación de materiales
- P2.2. Control de calidad de materiales
- P2.3. Mantenimiento y durabilidad de materiales
- P2.4. Seguridad estructural y predicción de la vida en servicio

## P3. GESTIÓN Y SERVICIOS RELACIONADOS CON LOS MATERIALES

- P3.1. Análisis y homologación de materiales
- P3.2. Consultorías, auditorías y peritajes
- P3.3. Gestión en empresas de producción y transformación de materiales
- P3.4. Gestión de materiales en centros públicos e instituciones sanitarias
- P3.5. Administración pública

#### P4. MEDIO AMBIENTE: USO SOSTENIBLE DE LOS MATERIALES

- P4.1. Patrimonio: conservación de estructuras y obras de arte
- P4.2. Sistemas de gestión medioambiental
- P4.3. Gestión de residuos

#### P5. INVESTIGACIÓN Y DOCENCIA

- P5.1. Estudios de prospectiva
- P5.2. Investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) de materiales
- P5.3. Docencia universitaria
- P5.4. Docencia no universitaria

De los estudios de inserción laboral a los egresados, así como de las encuestas realizadas a empleadores se comprueba que el 100% de los puestos de trabajo actualmente ocupados por ingenieros de materiales en España pueden encuadrarse dentro de alguno de los anteriores perfiles profesionales.

# 6 COMPETENCIAS

# Competencias

Siguiendo la metodología recomendada por la ANECA para la redacción del Libro Blanco, las competencias propias de los ingenieros de materiales se han clasificado en dos grandes grupos correspondientes a *competencias transversales* y *competencias específicas*.

## 6.1 COMPETENCIAS TRANSVERSALES

Las *competencias transversales* han sido definidas en el proyecto Tunning y tratan de identificar atributos compartidos por cualquier titulación que son considerados importantes tanto por graduados como empleadores. Las competencias transversales están distribuidas en tres grandes grupos; competencias instrumentales, interpersonales y sistémicas.

De las 30 competencias transversales incluidas en el Proyecto Tunning se han seleccionado las 16 que mejor se corresponden a la especificidad del ingeniero de materiales y su campo de actuación en la sociedad. Se han excluido aquellas competencias que no suponían un condicionamiento metodológico ni de contenido en el desarrollo del plan formativo del ingeniero de materiales.

Las competencias transversales seleccionadas han sido:

### INSTRUMENTALES

- T1. Capacidad de síntesis y análisis
- T2. Capacidad de organización y gestión
- T3. Capacidad oral y escrita en la lengua nativa
- T4. Conocimientos de una lengua extranjera
- T5. Resolución de problemas
- T6. Toma de decisiones

### PERSONALES

- T7. Capacidad de trabajo en equipo
- T8. Capacidad de trabajo interdisciplinar
- T9. Habilidades en las relaciones interpersonales
- T10. Responsabilidad y ética profesional
- T11. Razonamiento crítico

## SISTÉMICAS

- T12. Anticipación a los problemas
- T13. Adaptación a nuevas situaciones
- T14. Creatividad y espíritu emprendedor
- T15. Dotes de liderazgo
- T16. Iniciativa

### **6.2 COMPETENCIAS ESPECÍFICAS:**

En relación con las competencias específicas propias de los ingenieros de materiales se han realizado dos grupos en función de los conocimientos que deben adquirirse durante el proceso de formación –*competencias específicas disciplinares*– y de las destrezas y capacidades que deben desarrollarse para poner en práctica los conocimientos adquiridos –*competencias específicas profesionales*–.

Se han seleccionado 12 competencias disciplinares que cubren los contenidos formativos de la titulación. Para su definición se ha seguido como guía los contenidos formativos comunes encontrados en el análisis de las titulaciones de grado de ingeniero de materiales en Europa, Estados Unidos y Japón analizadas en el capítulo 1.

Las *competencias específicas disciplinares* seleccionadas han sido:

#### COMPETENCIAS DISCIPLINARES (SABER):

- E1. Fundamentos matemáticos, físicos, químicos y biológicos de la Ciencia de Materiales
- E2. Métodos numéricos y modelización de materiales
- E3. Comportamiento mecánico de los materiales
- E4. Comportamiento electrónico, magnético, térmico y óptico de los materiales
- E5. Comportamiento químico y biológico de los materiales
- E6. Estructura, descripción y caracterización de los materiales
- E7. Ingeniería de superficies
- E8. Tecnología y aplicaciones de los materiales
- E9. Reutilización, recuperación y reciclado de materiales
- E10. Obtención y procesado de materiales
- E11. Calidad y gestión de proyectos de ingeniería
- E12. Economía y organización de procesos industriales

El análisis de las actividades laborales de los ingenieros de materiales en España, presentado en el capítulo 4 de este Libro Blanco, así como la definición y competencias profesionales de esta carrera en otros países del mundo han sugerido la siguiente lista de *competencias específicas profesionales*:

#### COMPETENCIAS PROFESIONALES (SABER HACER)

- E13. Diseño, desarrollo y selección de materiales para aplicaciones específicas
- E14. Realización de estudios de caracterización, evaluación y certificación de materiales según sus aplicaciones
- E15. Diseño y desarrollo de procesos de producción y transformación de materiales
- E16. Inspección y control de calidad de los materiales y sus procesos de producción, transformación y utilización
- E17. Definición, desarrollo, elaboración de normativas y especificaciones relativas a los materiales y sus aplicaciones
- E18. Diseño, cálculo y modelización de los aspectos materiales de elementos, componentes mecánicos, estructuras y equipos
- E19. Evaluación de la seguridad, durabilidad y vida en servicio de los materiales
- E20. Diseño, desarrollo y control de procesos de recuperación, reutilización y reciclado de materiales
- E21. Dirección de industrias relacionadas con los puntos anteriores
- E22. Dictámenes, peritaciones e informes en relación con los puntos anteriores
- E23. Gestión económica y comercial en relación con los puntos anteriores
- E24. Ejercicio de la docencia en los casos y términos previstos en la normativa correspondiente

que cubren todo el espectro de actividades propias de los ingenieros de materiales.

# **7**

## **ANÁLISIS DE LOS PERFILES Y COMPETENCIAS**

# Análisis de los perfiles y competencias

## 7.1 CLASIFICACIÓN DE LAS COMPETENCIAS EN RELACIÓN CON LOS PERFILES PROFESIONALES

Se han seleccionado las dos competencias más relevantes para cada perfil profesional. Para ello se han tenido en cuenta las competencias –tanto transversales como específicas– de los Ingenieros de Materiales definidas en el capítulo 6, y los perfiles profesionales dados en el capítulo 5, así como el estudio de inserción laboral presentado en el capítulo 4.

### 7.1.1 PRODUCCIÓN DE MATERIALES

#### *Competencias transversales:*

##### Instrumentales

- T5. Resolución de problemas
- T6. Toma de decisiones

##### Personales

- T7. Capacidad de trabajo en equipo
- T8. Capacidad de trabajo interdisciplinar

##### Sistémicas

- T12. Anticipación a los problemas
- T13. Adaptación a nuevas situaciones

#### *Competencias específicas*

##### Conocimientos disciplinares (saber)

- E1. Fundamentos matemáticos, físicos, químicos y biológicos de la Ciencia de Materiales
- E10. Obtención y procesado de materiales

##### Conocimientos profesionales (saber hacer)

- E13. Diseño, desarrollo y selección de materiales para aplicaciones específicas
- E15. Diseño y desarrollo de procesos de producción y transformación de materiales

## 7.1.2 CONTROL DE MATERIALES

### *Competencias transversales:*

#### Instrumentales

- T2. Capacidad de organización y gestión
- T6. Toma de decisiones

#### Personales

- T7. Capacidad de trabajo en equipo
- T11. Razonamiento crítico

#### Sistémicas

- T12. Anticipación a los problemas
- T16. Iniciativa

### *Competencias específicas*

#### Conocimientos disciplinares (saber)

- E7. Ingeniería de superficies
- E8. Tecnología y aplicaciones de los materiales

#### Conocimientos profesionales (saber hacer)

- E14. Realización de estudios de caracterización, evaluación y certificación de materiales según sus aplicaciones
- E16. Inspección y control de calidad de los materiales y sus procesos de producción, transformación y utilización

### 7.1.3 GESTIÓN Y SERVICIOS RELACIONADOS CON LOS MATERIALES

#### *Competencias transversales:*

##### Instrumentales

- T2. Capacidad de organización y gestión
- T5. Resolución de problemas

##### Personales

- T7. Capacidad de trabajo en equipo
- T9. Habilidades en las relaciones interpersonales

##### Sistémicas

- T14. Creatividad y espíritu emprendedor
- T15. Dotes de liderazgo

#### *Competencias específicas*

##### Conocimientos disciplinares (saber)

- E11. Calidad y gestión de proyectos de ingeniería
- E12. Economía y organización de procesos industriales

##### Conocimientos profesionales (saber hacer)

- E17. Definición, desarrollo, elaboración de normativas y especificaciones relativas a los materiales y sus aplicaciones
- E18. Diseño, cálculo y modelización de los aspectos materiales de elementos, componentes mecánicos, estructuras y equipos

## 7.1.4 MEDIO AMBIENTE: USOS SOTENIBLES DE LOS MATERIALES

### *Competencias transversales:*

#### Instrumentales

- T5. Resolución de problemas
- T6. Toma de decisiones

#### Personales

- T10. Responsabilidad y ética profesional
- T11. Razonamiento crítico

#### Sistémicas

- T12. Anticipación a los problemas
- T16. Iniciativa

### *Competencias específicas*

#### Conocimientos disciplinares (saber)

- E7. Ingeniería de superficies
- E9. Reutilización, recuperación y reciclado de materiales

#### Conocimientos profesionales (saber hacer)

- E19. Evaluación de la seguridad, durabilidad y vida en servicio de los materiales
- E20. Diseño, desarrollo y control de procesos de recuperación, reutilización y reciclado de materiales

## 7.1.5 INVESTIGACIÓN Y DOCENCIA

### *Competencias transversales:*

#### Instrumentales

- T1. Capacidad de síntesis y análisis
- T5. Resolución de problemas

#### Personales

- T9. Habilidades en las relaciones interpersonales
- T11. Razonamiento crítico

#### Sistémicas

- T14. Creatividad y espíritu emprendedor
- T16. Iniciativa

### *Competencias específicas*

#### Conocimientos disciplinares (saber)

- E1. Fundamentos matemáticos, físicos, químicos y biológicos de la Ciencia de Materiales
- E6. Estructura, descripción y caracterización de los materiales

#### Conocimientos profesionales (saber hacer)

- E17. Definición, desarrollo, elaboración de normativas y especificaciones relativas a los materiales y sus aplicaciones
- E24. Ejercicio de la docencia en los casos y términos previstos en la normativa correspondiente

## 7.2 VALORACIÓN DE LAS COMPETENCIAS

Para valorar la importancia de las competencias definidas en el capítulo 6 en relación con los perfiles profesionales del ingeniero de materiales establecidos en el capítulo 5 se ha realizado una encuesta a los diversos sectores involucrados cuyos resultados se describen a continuación.

### 7.2.1 Grupos encuestados

Se ha encuestado a los *egresados*, a los *empleadores* y a los *profesores* de la carrera de Ingeniero de Materiales, sobre las competencias transversales y específicas de la Titulación.

Se han realizado un total de 258 encuestas de las que 82 (32%) corresponden a ingenieros de materiales en ejercicio, 67 encuestas (26%) pertenecen a empleadores que han contratado ingenieros de materiales, y 109 (42%) han sido respondidas por profesores universitarios de toda España con docencia en la actual titulación de segundo ciclo de Ingeniero de Materiales.

Por distribución geográfica, el mayor número de encuestas corresponde a la Comunidad de Madrid, con el 36% del total, seguida de Cataluña con el 22% y Valencia con el 18%. Estas tres comunidades han sido las primeras en implantar los estudios de Ingeniero de Materiales y son también las que más centros tienen impartiendo la Titulación. A cierta distancia de ellas se encuentran Castilla-León, Andalucía y Extremadura con el 11, 8 y 5% respectivamente de las encuestas.

Además de las encuestas nominales realizadas a ingenieros, empleadores y docentes universitarios, se recabó la opinión de la Asociación de Ingenieros de Materiales (AIMAT), en la actualidad la única asociación existente que agrupa a los ingenieros de materiales titulados por universidades españolas, y de la Sociedad Española de Materiales (SEMAT), agrupación de carácter científico y tecnológico.

En la tabla 7.1 al final de este capítulo se muestra el modelo de encuesta distribuido. En él se pidió a los encuestados que valoraran de 1 a 5 la importancia de cada competencia –transversal o específica– en relación con los diferentes perfiles profesionales. También se solicitó a los encuestados que indicaran cual es el perfil profesional que mejor describe la actividad que realizan.

Excluyendo el perfil dedicado a la docencia e investigación –que obviamente está presente en la encuesta a través las respuestas del profesorado universitario– la figura 7.1 muestra los perfiles de los ingenieros y empleadores participantes en la encuesta. el grupo mayoritario lo ocupan los dedicados a la producción de materiales, con el 42%, seguido por la gestión y servicios relacionados con los materiales, con el 29%, y el control de materiales con el 21%.

Aunque minoritario resulta destacable que casi un 10% de los ingenieros y empleadores encuestados se encuadran en el perfil correspondiente al medio ambiente y al usos sostenible de los materiales.

Las tablas 7.2, 7.3 y 7.4 muestran la respuesta de los tres grupos encuestados.

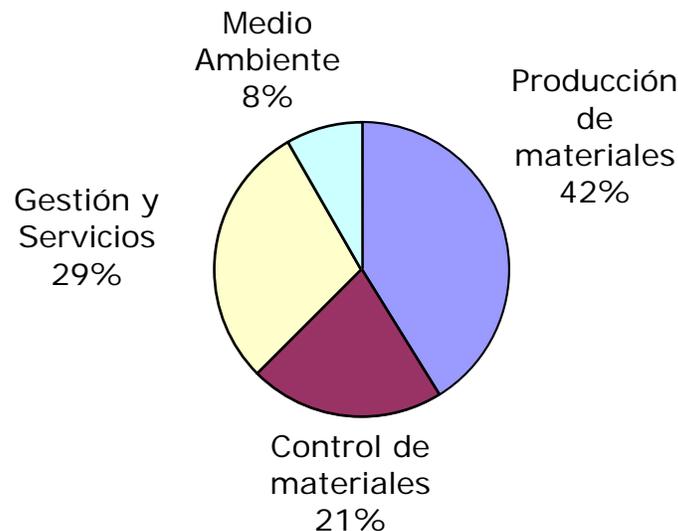


Figura 7.1 Perfiles profesionales de los participantes en la encuesta

### 7.2.2 Valoración de competencias: Promedio de perfiles profesionales.

Promediando el resultado de las encuestas para los cinco perfiles profesionales se obtiene una valoración absoluta de las competencias transversales y específicas, que, como se verá a continuación, resulta dependiente del colectivo encuestado.

La valoración de las *competencias transversales* (Instrumentales, Personales y Sistémicas) por parte de los tres colectivos se indican en las Figuras 7.2, 7.3 y 7.4.

La valoración de las *competencias específicas* (conocimiento y competencias profesionales) por parte de los tres colectivos para todos los se muestran en las Figuras 7.5 y 7.6.

En todas las figuras se comprueba que las valoraciones de ingenieros y docentes universitarios son en general similares, y siguen tendencias parecidas. Por el contrario, los empleadores califican las competencias con valores mas bajos – alrededor de medio punto menos que los otros colectivos–, diferenciándose también en sus preferencias respecto a ingenieros y profesores.

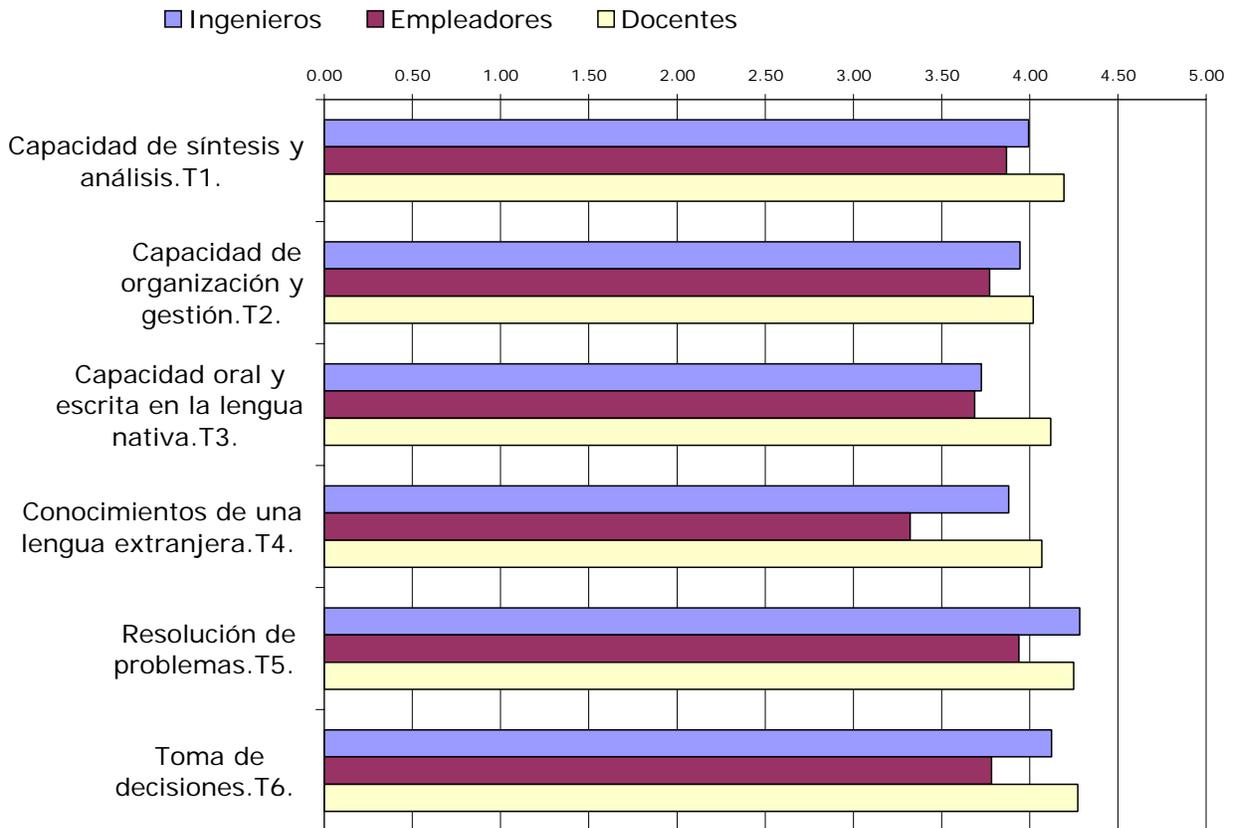


Figura 7.2 Valoración de las competencias transversales -instrumentales (todos los perfiles)

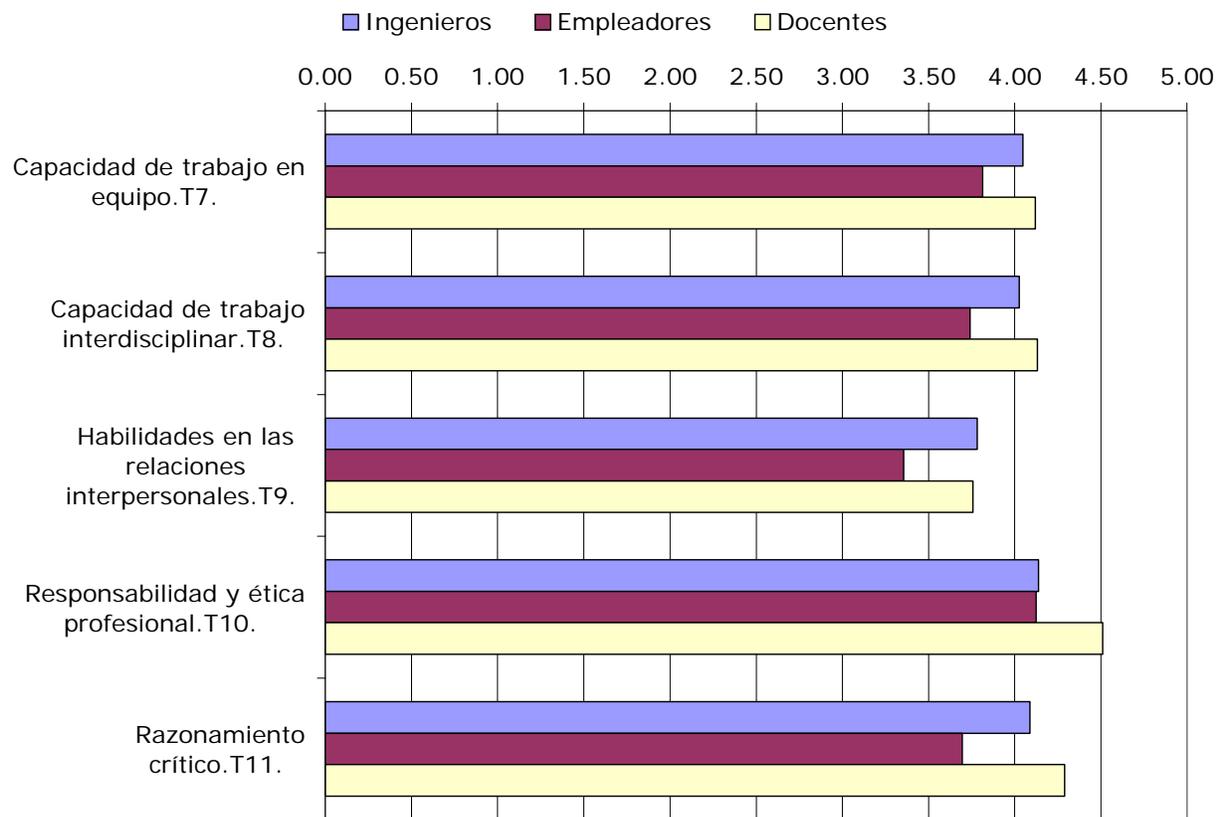


Figura 7.3 Valoración de las competencias transversales -personales (todos los perfiles)

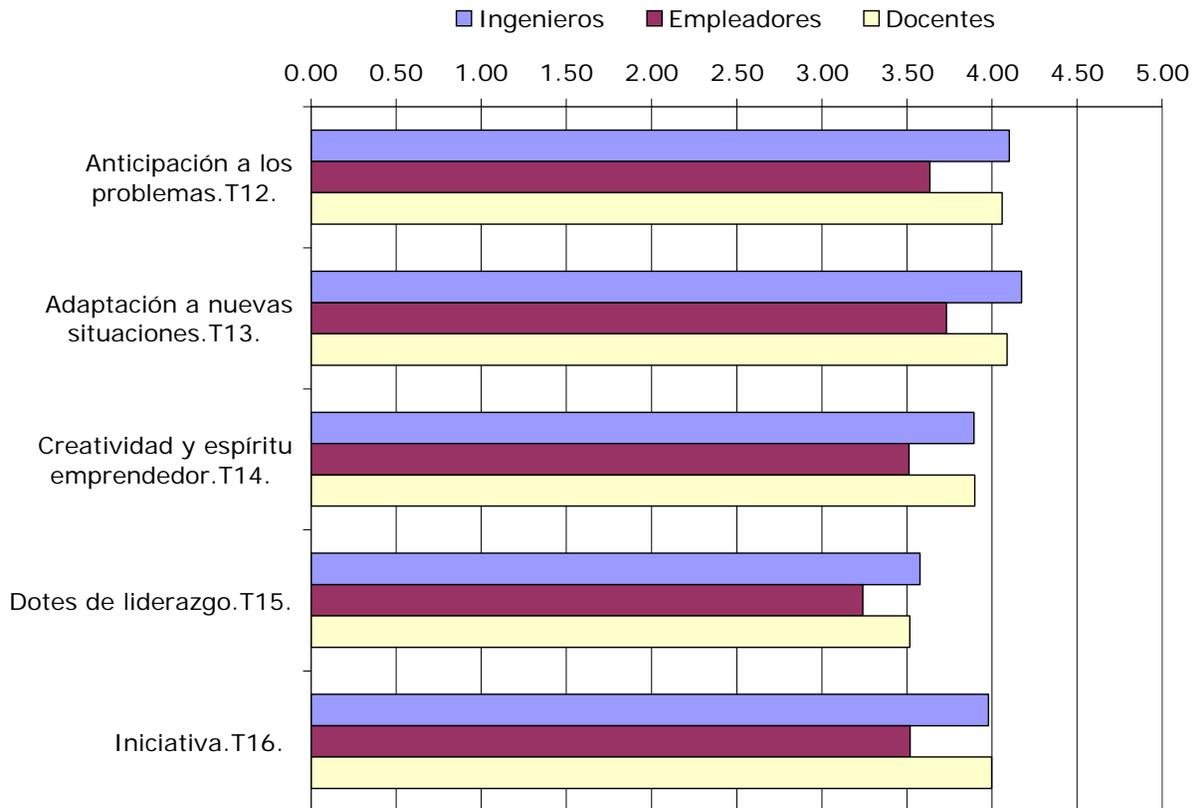


Figura 7.4 Valoración de las competencias transversales -sistémicas (todos los perfiles)

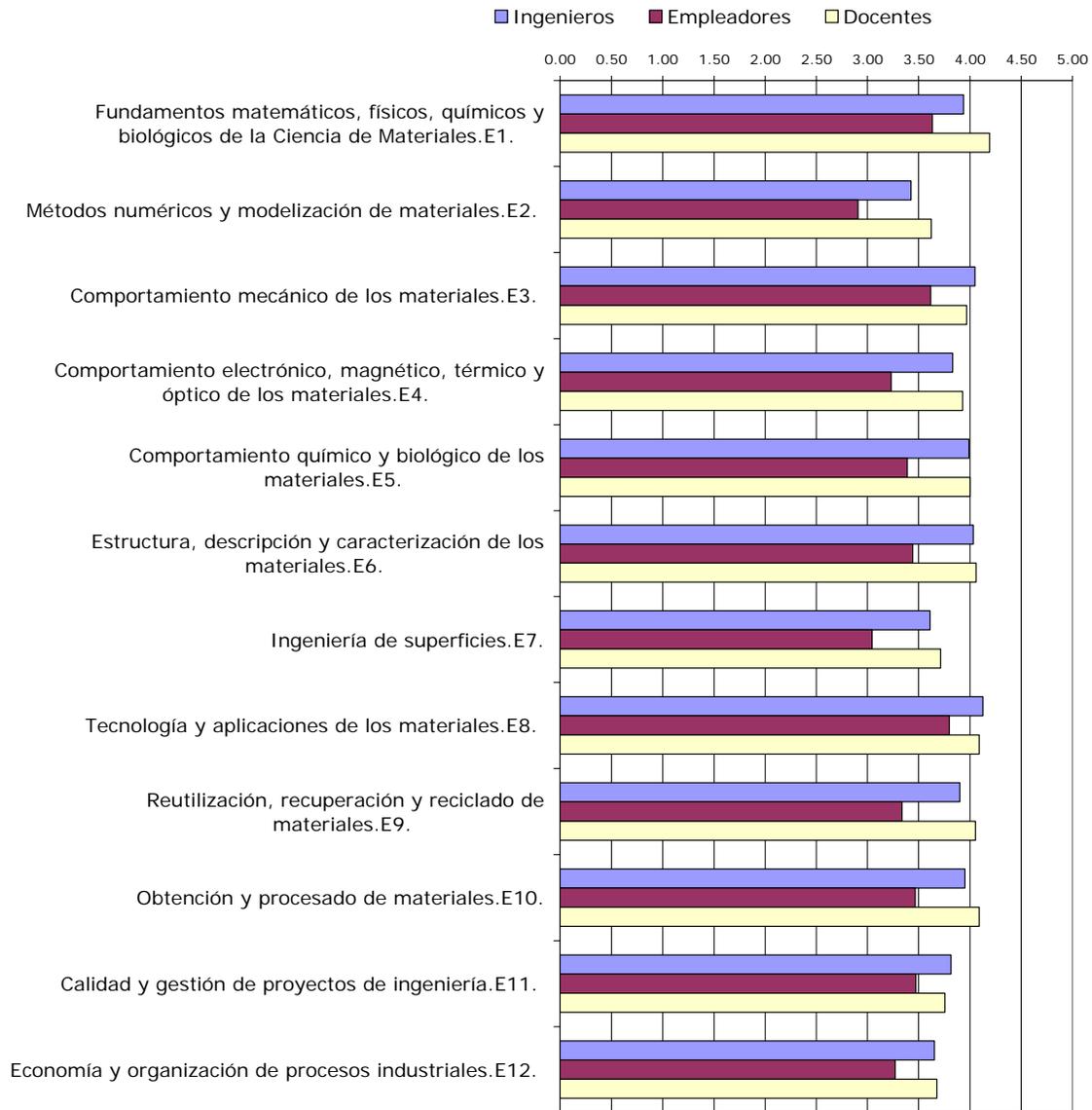


Figura 7.5 Valoración de las competencias específicas -disciplinares (todos los perfiles)

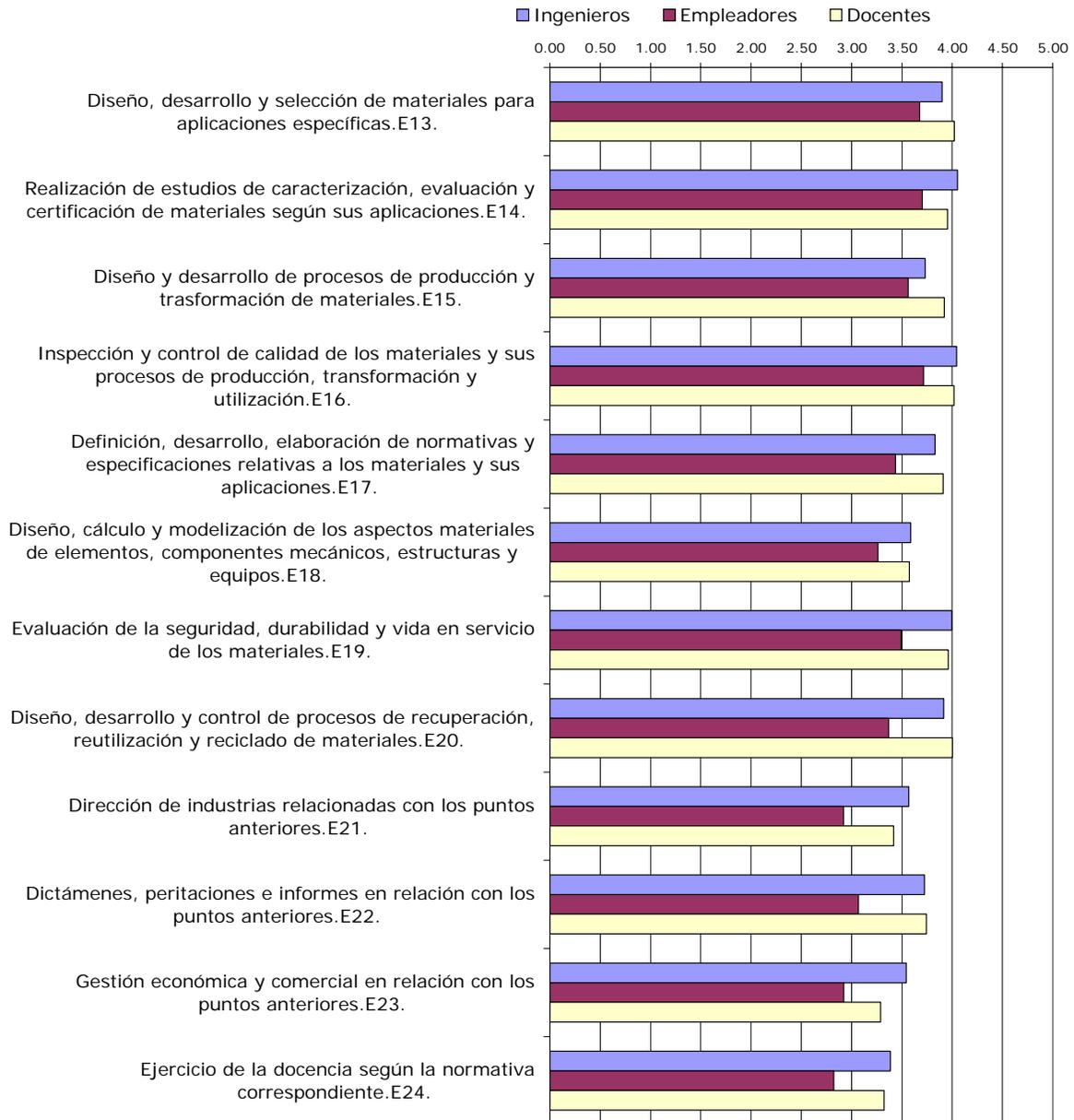


Figura 7.6 Valoración de las competencias específicas -profesionales (todos los perfiles)

En promedio, todas las competencias tienen una alta valoración, considerándose globalmente todas ellas muy importantes (nota media igual a 3.9).

Por grupos, destacan las competencias transversales, y dentro de ellas las instrumentales y personales (ambas con un promedio de 4.0).

Las competencias específicas son menos valoradas por los tres grupos, aunque alcanzan un promedio de 3.7, cercano a la mención de muy importantes. Es en este grupo de competencias donde mayores diferencias se producen entre los grupos encuestados, alcanzándose los valores mínimos en el sector de los empleadores, como ya hemos comentado.

Con el fin de homogeneizar la valoración realizada por ingenieros, empleadores y docentes, y dado que no parece lo más apropiado clasificarlas por su valor medio conjunto, se ha optado por seleccionar dentro de cada colectivo las cuatro competencias más valoradas en cada grupo.

Así, la figura 7.7 refleja el punto de vista de los ingenieros de materiales en relación con las competencias transversales y específicas (saber y saber hacer). De la misma forma, la figura 7.8 muestra la valoración de los empleadores y la figura 7.9 la opinión de los profesores universitarios.

En todos los casos solamente se han seleccionado las cuatro competencias que se han valorado más positivamente.

En relación con las *competencias transversales*, dos de ellas:

–T10. Responsabilidad y ética profesional

–T5. Resolución de problemas

han sido valoradas muy positivamente por los tres colectivos, ingenieros, empleadores y docentes, que las han situado entre las cuatro más destacadas.

Conviene resaltar que la competencia T5: *Resolución de problemas* fue la habilidad más destacada (4.37 sobre 5) en las encuestas de inserción laboral (capítulo 4). La T10; *Responsabilidad y ética profesional* obtuvo una calificación de 3.8.

Con respecto a las *competencias específicas relacionadas con el conocimiento*,

–E8. Tecnología y aplicaciones de los materiales

es la única competencia seleccionada entre las cuatro primeras por los tres colectivos.

Por último, entre las *competencias específicas profesionales* (saber hacer),

–E16. Inspección y control de calidad de los materiales y sus procesos de producción, transformación y utilización

ha sido la única competencia situada por los grupos encuestados entre las cuatro más importantes.

## INGENIEROS DE MATERIALES

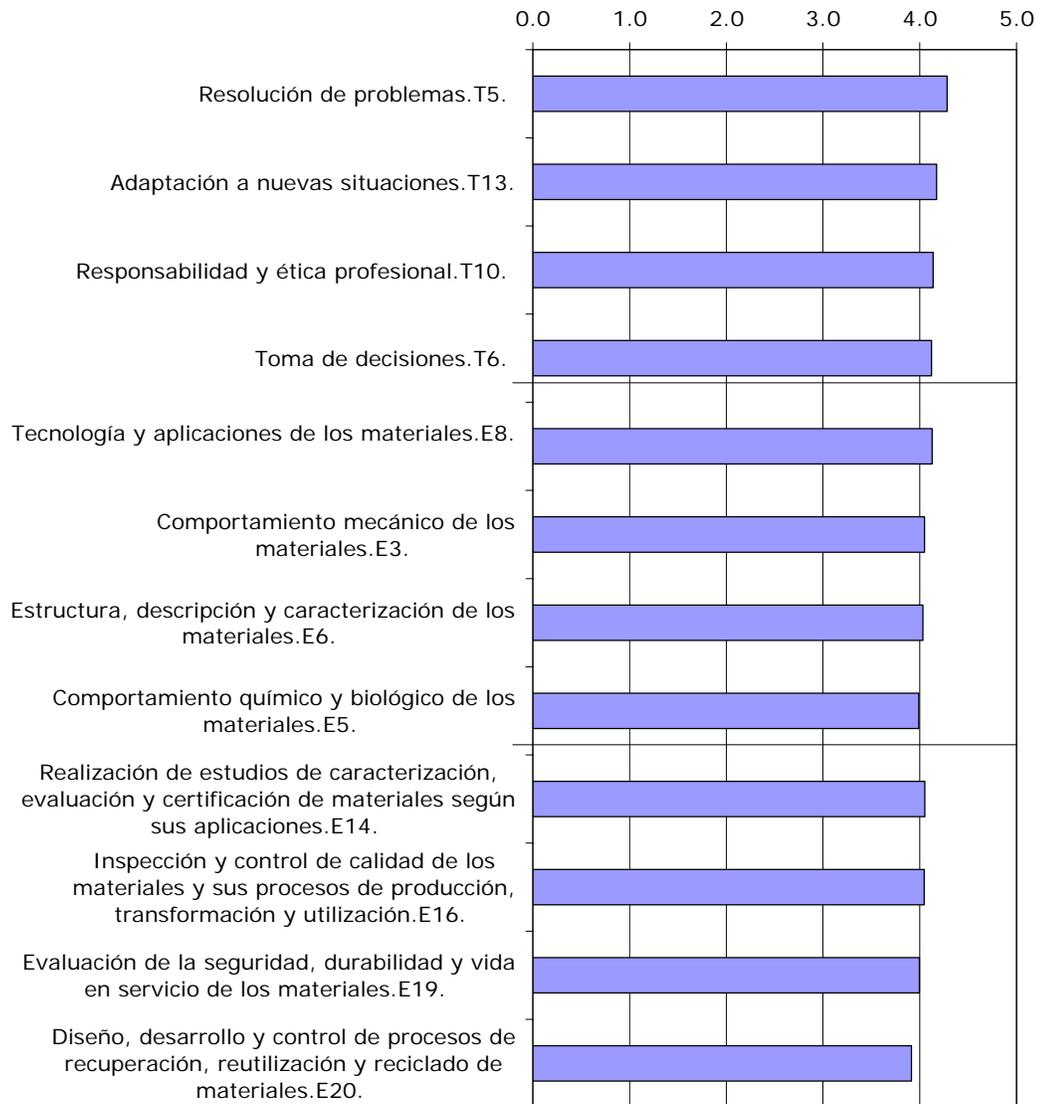


Figura 7.7 Competencias más valoradas por los Ingenieros de Materiales

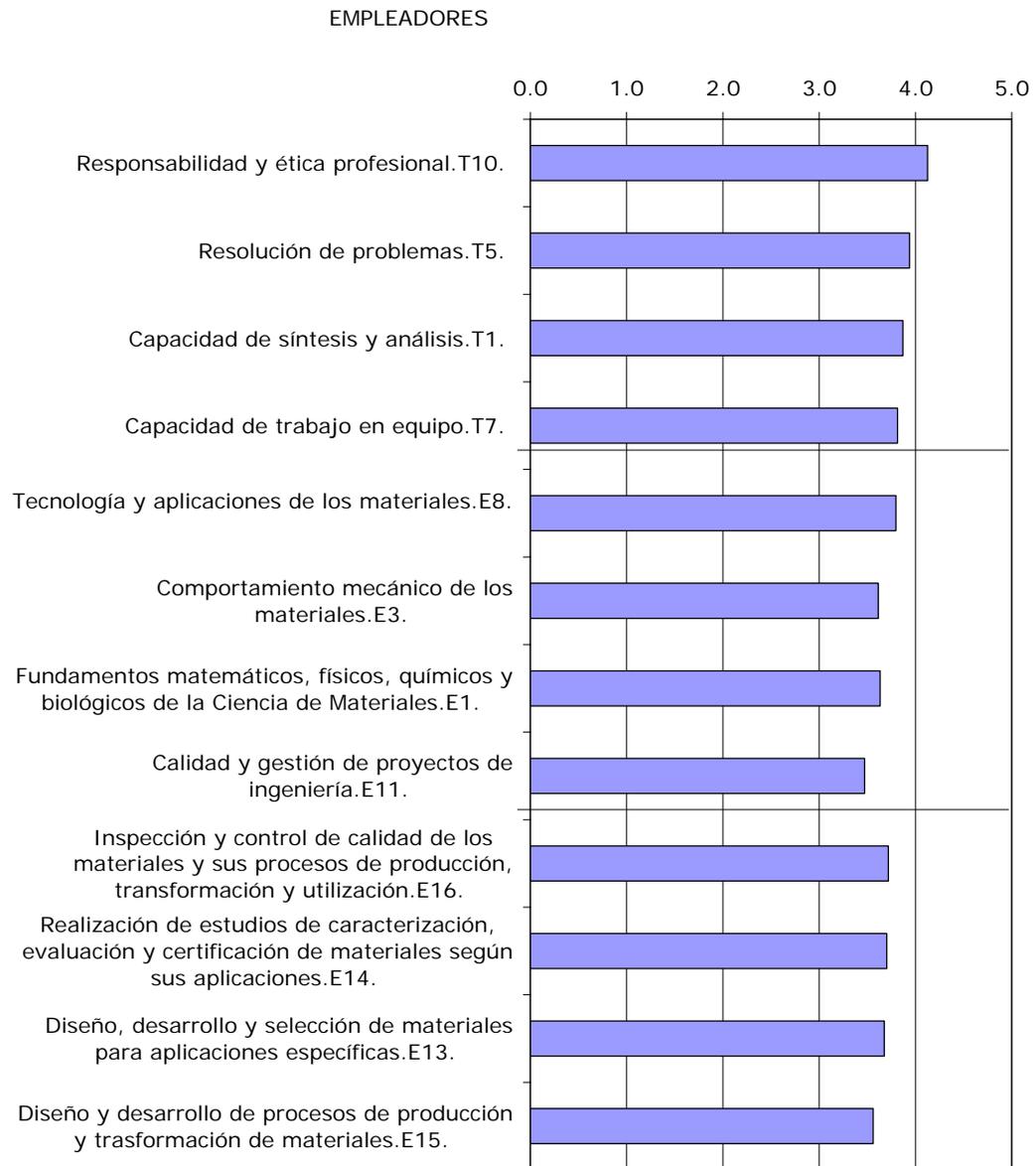


Figura 7.8 Competencias más valoradas por los Empleadores

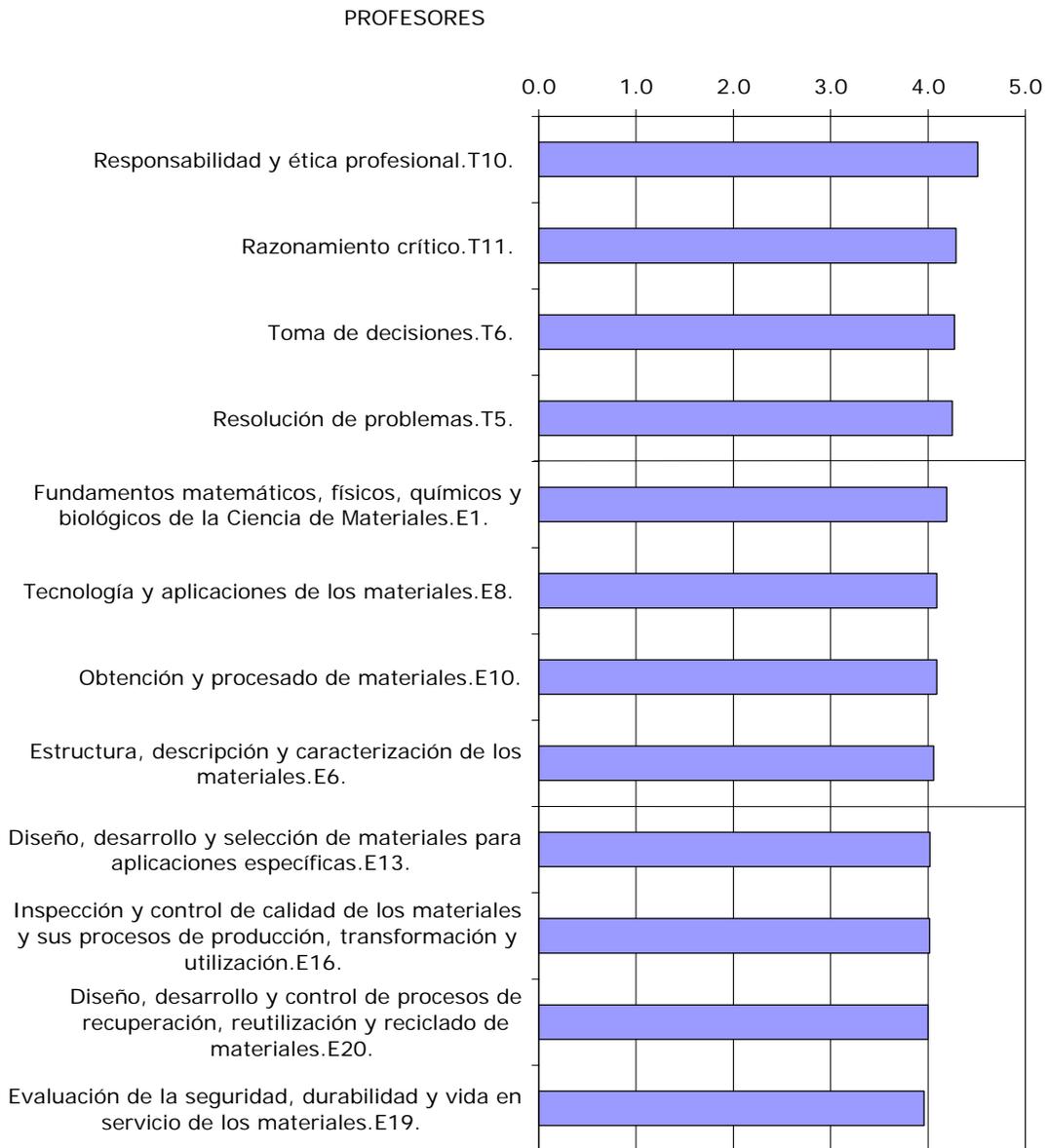


Figura 7.9 Competencias más valoradas por los Profesores universitarios

La Asociación de Ingenieros de Materiales (AIMAT) clasifica como más valoradas las siguientes competencias:

Competencias *transversales*:

- T1. Capacidad de síntesis y análisis
- T4. Conocimientos de una lengua extranjera
- T5. Resolución de problemas
- T8. Capacidad de trabajo interdisciplinar
- T9. Habilidades en las relaciones interpersonales
- T10. Responsabilidad y ética profesional
- T11. Razonamiento crítico
- T16. Iniciativa

Competencias *específicas disciplinares* (saber):

- E1. Fundamentos matemáticos, físicos, químicos y biológicos de la Ciencia de Materiales
- E3. Comportamiento mecánico de los materiales
- E4. Comportamiento electrónico, magnético, térmico y óptico de los materiales
- E5. Comportamiento químico y biológico de los materiales
- E6. Estructura, descripción y caracterización de los materiales

Competencias *específicas profesionales* (saber hacer):

- E13. Diseño, desarrollo y selección de materiales para aplicaciones específicas
- E14. Realización de estudios de caracterización, evaluación y certificación de materiales según sus aplicaciones
- E16. Inspección y control de calidad de los materiales y sus procesos de producción, transformación y utilización
- E19. Evaluación de la seguridad, durabilidad y vida en servicio de los materiales
- E22. Dictámenes, peritaciones e informes en relación con los puntos anteriores

Como podemos comprobar, las competencias más valoradas en la encuesta a ingenieros, empleadores y profesores están incluidas en la ponderación realizada por AIMAT, con la excepción de la competencia E8, Tecnología y aplicaciones de los materiales, que la asociación ha situado en un segundo plano.

Por último, la Sociedad Española de Materiales (SEMAT) señala como competencias más importantes en relación con el ejercicio y actividades de los ingenieros de materiales las referidas a continuación:

Competencias *transversales*:

- T10. Responsabilidad y ética profesional

Competencias *específicas disciplinares* (saber):

- E1. Fundamentos matemáticos, físicos, químicos y biológicos de la Ciencia de Materiales
- E8. Tecnología y aplicaciones de los materiales
- E9. Reutilización, recuperación y reciclado de materiales
- E10. Obtención y procesado de materiales

Competencias *específicas profesionales* (saber hacer):

- E14. Realización de estudios de caracterización, evaluación y certificación de materiales según sus aplicaciones
- E15. Diseño y desarrollo de procesos de producción y transformación de materiales
- E16. Inspección y control de calidad de los materiales y sus procesos de producción, transformación y utilización
- E19. Evaluación de la seguridad, durabilidad y vida en servicio de los materiales
- E20. Diseño, desarrollo y control de procesos de recuperación, reutilización y reciclado de materiales
- E24. Ejercicio de la docencia en los casos y términos previstos en la normativa correspondiente

Entre ellas encontramos de nuevo las competencias más valoradas en la encuesta realizada a los tres colectivos.

## 7.2.2 Valoración de competencias: Diferencias entre perfiles profesionales.

En las encuestas realizadas, el valor asignado a cada competencia varía, lógicamente, en función del perfil profesional frente al cual se ha evaluado. Las tablas 7.2, 7.3 y 7.4 situadas al final de este capítulo permiten conocer con detalle la puntuación asignada por ingenieros, empleadores y docentes a cada competencia en función del perfil profesional donde ésta se pone en juego.

Sin embargo resulta de interés calcular las desviaciones debidas a los diferentes perfiles profesionales e identificar dónde se producen sus valores máximos. De este modo se pueden identificar las competencias más "sensibles" a una variación de perfil profesional.

Por su propia naturaleza, parece lógico pensar que serán las competencias transversales las que produzcan menores diferencias –como así se verá a continuación– y que los valores más extremos se alcanzarán en las competencias específicas, y dentro de éstas, en aquellas materias o disciplinas más especializadas.

De los datos de las tablas 7.2, 7.3 y 7.4 se deduce que, en valor promedio, las diferencias máximas en la puntuación de las competencia en función de los diferentes perfiles profesionales es muy similar en los tres grupos, siendo de 0.86 para el colectivo de ingenieros, 0.85 en los empleadores y 0.83 en los docentes. Así pues vemos que, siempre en valor promedio, hay algo menos de un punto de diferencia entre los valores extremos de las competencias para el perfil más favorable y el que menos lo es.

En el grupo de los **ingenieros de materiales**, la mayor desviación en *competencias transversales* se produce para la

–T14, Creatividad y espíritu emprendedor

con un valor de desviación de 1.17. El resto de competencias tienen desviaciones muy inferiores, por debajo de 0.8.

Las *competencias específicas disciplinares* con mayor desviación en el colectivo de ingenieros son:

–E1. Fundamentos matemáticos, físicos, químicos y biológicos de la Ciencia de Materiales (1.43)

–E2. Métodos numéricos y modelización de materiales (1.42)

–E9. Reutilización, recuperación y reciclado de materiales (1.41)

Por lo referente a las *competencias específicas profesionales*, las desviaciones máximas corresponden a:

- E15. Diseño y desarrollo de procesos de producción y transformación de materiales (1.19)
- E24. Ejercicio de la docencia en los casos y términos previstos en la normativa correspondiente (1.41)

En el grupo de los **empleadores** los valores, en general son más extremados, por lo que también se alcanzan las mayores desviaciones entre perfiles. Así, para las *competencias transversales* la

-T4, Conocimientos de una lengua extranjera con 1.26 alcanza el valor mayor, estando el resto –igual que pasaba en el grupo de ingenieros – muy por debajo de este valor.

En el bloque de *competencias específicas disciplinares* las de mayor variación resultan ser:

- E1. Fundamentos matemáticos, físicos, químicos y biológicos de la Ciencia de Materiales (1.46)
- E2. Métodos numéricos y modelización de materiales (1.78)
- E10. Obtención y procesado de materiales (1.40)

y para las *competencias específicas profesionales*, se destacan:

- E18. Diseño, cálculo y modelización de los aspectos materiales de elementos, componentes mecánicos, estructuras y equipos (1.44)
- E24. Ejercicio de la docencia en los casos y términos previstos en la normativa correspondiente (1.41)

Los **profesores universitarios** son el conjunto con menor dispersión en la valoración de competencias en función de los perfiles, por ello la mayor diferencia en las *competencias transversales* no supera la unidad (0.99) y es obtenida en la

- T14, Creatividad y espíritu emprendedor

Las *competencias específicas disciplinares* con mayor desviación en este colectivo son

- E1. Fundamentos matemáticos, físicos, químicos y biológicos de la Ciencia de Materiales (1.14)
- E6. Estructura, descripción y caracterización de los materiales (1.33)

mientras que para las *competencias específicas profesionales* obtenemos

- E23. Gestión económica y comercial (1.43)
- E24. Ejercicio de la docencia en los casos y términos previstos en la normativa correspondiente (1.66)

Los resultados obtenidos en los tres grupos encuestados, ingenieros, empleadores y docentes confirman la menor sensibilidad del grupo de *competencias transversales* al perfil profesional siendo la competencia T14, Creatividad y espíritu emprendedor la que produce mayores diferencias.

Respecto a las *competencias específicas*, podemos señalar

- E1. Fundamentos matemáticos, físicos, químicos y biológicos de la Ciencia de Materiales
- E2. Métodos numéricos y modelización de materiales
- E24. Ejercicio de la docencia en los casos y términos previstos en la normativa correspondiente

como las que presentan las mayores diferencias en al menos dos de los tres colectivos encuestados.

Tabla 7.1 Modelo de encuesta sobre perfiles y competencias de los ingenieros de materiales

<b>1. DATOS PERSONALES</b>						
EDAD: ____ años		SEXO: Varón [ ]		Mujer [ ]		
TIPO DE ACTIVIDAD (Marcar sólo UNA opción):						
[ ] Ingeniero de Materiales ( Año de finalización de la carrera : _____ )						
[ ] Empleado						
[ ] Profesor universitario						
PERFIL PROFESIONAL (Marcar sólo UNA opción):						
[ ] Producción de materiales						
[ ] Control de materiales						
[ ] Gestión y servicios relacionados con los materiales						
[ ] Medio ambiente: Usos sostenible de los materiales						
[ ] Investigación y Docencia						
<b>2. VALORACIÓN DE COMPETENCIAS TRANSVERSALES</b>		P1. Producción de materiales	P2. Control de materiales	P3. Gestión y servicios relacionados con los materiales	P4. Medio ambiente: Usos sostenible de los materiales	P5. Investigación y Docencia
<p>Valore de 1 a 5 las siguientes competencias transversales del Ingeniero de Materiales en función de los diferentes perfiles profesionales</p> <p>1: innecesaria 2: poco importante 3: necesaria 4: muy importante 5: imprescindible</p>						
<b>INSTRUMENTALES</b>						
T1. Capacidad de síntesis y análisis						
T2. Capacidad de organización y gestión						
T3. Capacidad oral y escrita en la lengua nativa						
T4. Conocimientos de una lengua extranjera						
T5. Resolución de problemas						
T6. Toma de decisiones						
<b>PERSONALES</b>						
T7. Capacidad de trabajo en equipo						
T8. Capacidad de trabajo interdisciplinar						
T9. Habilidades en las relaciones interpersonales						
T10. Responsabilidad y ética profesional						
T11. Razonamiento crítico						
<b>SISTÉMICAS</b>						
T12. Anticipación a los problemas						
T13. Adaptación a nuevas situaciones						
T14. Creatividad y espíritu emprendedor						
T15. Dotes de liderazgo						
T16. Iniciativa						

Tabla 7.1 (cont.) Modelo de encuesta sobre perfiles y competencias de los ingenieros de materiales

<p><b>3. VALORACIÓN DE COMPETENCIAS ESPECÍFICAS</b></p> <p>Valore de 1 a 5 las siguientes competencias específicas del Ingeniero de Materiales en función de los diferentes perfiles profesionales</p> <p>1: innecesaria 2: poco importante 3: necesaria 4: muy importante 5: imprescindible</p>	P1. Producción de materiales	P2. Control de materiales	P3. Gestión y servicios relacionados con los materiales	P4. Medio ambiente: Usos sostenible de los materiales	P5. Investigación y Docencia
<b>COMPETENCIAS DISCIPLINARES (SABER):</b>					
E1. Fundamentos matemáticos, físicos, químicos y biológicos de la Ciencia de Materiales					
E2. Métodos numéricos y modelización de materiales					
E3. Comportamiento mecánico de los materiales					
E4. Comportamiento electrónico, magnético, térmico y óptico de los materiales					
E5. Comportamiento químico y biológico de los materiales					
E6. Estructura, descripción y caracterización de los materiales					
E7. Ingeniería de superficies					
E8. Tecnología y aplicaciones de los materiales					
E9. Reutilización, recuperación y reciclado de materiales					
E10. Obtención y procesado de materiales					
E11. Calidad y gestión de proyectos de ingeniería					
E12. Economía y organización de procesos industriales					
<b>COMPETENCIAS PROFESIONALES (SABER HACER)</b>					
E13. Diseño, desarrollo y selección de materiales para aplicaciones específicas					
E14. Realización de estudios de caracterización, evaluación y certificación de materiales según sus aplicaciones					
E15. Diseño y desarrollo de procesos de producción y transformación de materiales					
E16. Inspección y control de calidad de los materiales y sus procesos de producción, transformación y utilización					
E17. Definición, desarrollo, elaboración de normativas y especificaciones relativas a los materiales y sus aplicaciones					
E18. Diseño, cálculo y modelización de los aspectos materiales de elementos, componentes mecánicos, estructuras y equipos					
E19. Evaluación de la seguridad, durabilidad y vida en servicio de los materiales					
E20. Diseño, desarrollo y control de procesos de recuperación, reutilización y reciclado de materiales					
E21. Dirección de industrias relacionadas con los puntos anteriores					
E22. Dictámenes, peritaciones e informes en relación con los puntos anteriores					
E23. Gestión económica y comercial en relación con los puntos anteriores					
E24. Ejercicio de la docencia según la normativa correspondiente					

Tabla 7.2 Valoración de competencias por los ingenieros de materiales

INGENIEROS DE MATERIALES	Producción de materiales	Control de materiales	Gestión y Servicios	Medio ambiente	Inv. y Docencia
<b>TRANSVERSALES - INSTRUMENTALES</b>					
Capacidad de síntesis y análisis.T1.	3.8	3.8	4.0	3.8	4.6
Capacidad de organización y gestión.T2.	4.1	3.9	4.4	3.7	3.7
Capac. oral y escrita en la lengua nativa.T3.	3.5	3.5	3.9	3.5	4.2
Conocimientos de una lengua extranjera.T4.	3.6	3.7	4.0	3.7	4.4
Resolución de problemas.T5.	4.5	4.0	4.1	4.3	4.5
Toma de decisiones.T6.	4.4	4.0	4.2	4.1	3.9
<b>TRANSVERSALES - PERSONALES</b>					
Capacidad de trabajo en equipo.T7.	4.2	3.8	4.1	3.9	4.2
Capacidad de trabajo interdisciplinar.T8.	4.0	4.0	4.0	3.8	4.3
Habilidades en las relac. interpersonales.T9.	3.8	3.7	4.2	3.6	3.8
Responsabilidad y ética profesional.T10.	4.0	4.1	4.0	4.4	4.2
Razonamiento crítico.T11.	3.9	4.0	4.0	3.9	4.5
<b>TRANSVERSALES - SISTÉMICAS</b>					
Anticipación a los problemas.T12.	4.4	3.9	4.2	4.0	4.0
Adaptación a nuevas situaciones.T13.	4.4	4.0	4.1	4.1	4.2
Creatividad y espíritu emprendedor.T14.	3.9	3.4	3.7	3.9	4.6
Dotes de liderazgo.T15.	3.9	3.2	3.8	3.5	3.5
Iniciativa.T16.	4.0	3.6	4.0	4.1	4.2
<b>ESPECÍFICAS - DISCIPLINARES</b>					
Fundamentos de la Ciencia de Materiales.E1.	3.8	3.8	3.4	3.9	4.8
Mét. numéricos y modeliz. de materiales.E2.	3.6	3.2	3.0	3.0	4.4
Comp. mecánico de los materiales.E3.	4.1	4.3	3.6	3.5	4.7
Comp. electr., mag., térm. y óptico mat..E4.	3.7	3.9	3.3	3.6	4.6
Comp. químico y biol. de los materiales.E5.	3.9	4.0	3.3	4.3	4.4
Estructura, descripción y caracteriz. mat..E6.	4.0	4.3	3.6	3.7	4.6
Ingeniería de superficies.E7.	3.7	3.7	3.2	3.3	4.2
Tecnología y aplicac. de los materiales.E8.	4.3	3.9	4.1	4.0	4.4
Reutiliz., recup. y recicl. de materiales.E9.	4.0	3.2	3.6	4.6	4.0
Obtención y procesado de materiales.E10.	4.5	3.5	3.5	4.1	4.2
Calidad y gestión de proy. de ingeniería.E11.	3.9	3.7	4.3	3.8	3.4
Economía y org. de proc. industriales.E12.	4.1	3.2	4.2	3.5	3.1
<b>ESPECÍFICAS - PROFESIONALES</b>					
Diseño, desarrollo y sel. de materiales.E13.	4.2	3.5	3.8	3.7	4.3
Realiz. estudios caract., eval. y c.E14.	3.8	4.4	4.1	3.7	4.3
Diseño procesos de producción y transf.E15.	4.5	3.4	3.3	3.5	3.9
Inspección y control de calidad .E16.	4.2	4.7	4.0	3.7	3.7
Def., desarrollo, elab. de normativas .E17.	3.5	4.2	4.0	3.9	3.6
Diseño, cálculo y modelización....E18.	3.9	3.4	3.3	3.1	4.2
Evaluación seguridad, durabilidad....E19.	4.0	4.2	3.8	3.8	4.0
Diseño procesos recuperación....E20.	3.7	3.7	3.6	4.6	4.0
Dirección de industrias .E21.	3.8	3.4	3.9	3.7	3.0
Dictámenes, peritaciones e informes.E22.	3.4	3.9	3.9	3.7	3.7
Gestión económica y comercial .E23.	3.8	3.3	4.2	3.4	3.0
Ejercicio de la docencia .E24.	3.0	3.6	2.9	3.1	4.4

Tabla 7.3 Valoración de competencias por los empleadores

EMPLEADORES	Producción de materiales	Control de materiales	Gestión y Servicios	Medio ambiente	Inv. y Docencia
<b>TRANSVERSALES - INSTRUMENTALES</b>					
Capacidad de síntesis y análisis.T1.	3.4	4.1	4.0	3.6	4.2
Capacidad de organización y gestión.T2.	4.0	3.9	4.1	3.3	3.5
Capac. oral y escrita en la lengua nativa.T3.	3.5	3.9	3.8	3.5	3.7
Conocimientos de una lengua extranjera.T4.	2.8	3.6	3.5	2.7	4.0
Resolución de problemas.T5.	4.1	3.9	4.1	3.7	4.0
Toma de decisiones.T6.	3.9	3.8	3.9	3.5	3.7
<b>TRANSVERSALES - PERSONALES</b>					
Capacidad de trabajo en equipo.T7.	4.1	3.9	3.8	3.5	3.8
Capacidad de trabajo interdisciplinar.T8.	3.8	3.8	3.7	3.5	3.9
Habilidades en las relac. interpersonales.T9.	3.5	3.5	3.6	2.9	3.4
Responsabilidad y ética profesional.T10.	4.2	4.2	4.0	4.2	4.0
Razonamiento crítico.T11.	3.3	4.1	3.6	3.6	4.0
<b>TRANSVERSALES - SISTÉMICAS</b>					
Anticipación a los problemas.T12.	3.5	3.5	3.6	3.8	3.9
Adaptación a nuevas situaciones.T13.	3.7	3.6	3.7	3.6	4.1
Creatividad y espíritu emprendedor.T14.	3.3	3.3	3.5	3.5	4.1
Dotes de liderazgo.T15.	3.4	3.2	3.4	3.0	3.2
Iniciativa.T16.	3.2	3.4	3.6	3.5	3.9
<b>ESPECÍFICAS - DISCIPLINARES</b>					
Fundamentos de la Ciencia de Materiales.E1.	3.7	3.8	3.5	2.9	4.3
Mét. numéricos y modeliz. de materiales.E2.	2.6	3.1	2.9	2.1	3.9
Comp. mecánico de los materiales.E3.	3.7	3.8	3.5	2.9	4.1
Comp. electr., mag., térm. y óptico mat..E4.	3.1	3.5	3.0	2.7	3.8
Comp. químico y biol. de los materiales.E5.	3.2	3.4	3.2	3.2	3.9
Estructura, descripción y caracteriz. mat..E6.	3.0	4.0	3.3	2.9	3.9
Ingeniería de superficies.E7.	2.8	3.4	3.1	2.4	3.6
Tecnología y aplicac. de los materiales.E8.	3.6	3.9	4.1	3.3	4.0
Reutiliz., recup. y recicl. de materiales.E9.	3.2	2.7	3.3	3.8	3.6
Obtención y procesado de materiales.E10.	4.2	3.4	3.2	2.8	3.7
Calidad y gestión de proy. de ingeniería.E11.	3.4	3.4	3.7	3.5	3.4
Economía y org. de proc. industriales.E12.	3.5	2.9	3.5	3.3	3.1
<b>ESPECÍFICAS - PROFESIONALES</b>					
Diseño, desarrollo y sel. de materiales.E13.	3.7	3.5	3.7	3.3	4.1
Realiz. estudios caract., eval. y c.E14.	3.4	4.3	3.8	3.2	3.9
Diseño procesos de producción y transf.E15.	4.3	3.4	3.2	3.3	3.6
Inspección y control de calidad .E16.	3.7	4.5	3.7	3.2	3.5
Def., desarrollo, elab. de normativas .E17.	2.9	4.0	3.7	3.2	3.4
Diseño, cálculo y modelización....E18.	3.3	3.3	3.4	2.4	3.9
Evaluación seguridad, durabilidad....E19.	3.0	3.6	3.6	3.6	3.6
Diseño procesos recuperación....E20.	3.1	3.2	3.2	3.9	3.4
Dirección de industrias .E21.	2.8	2.9	3.3	2.9	2.6
Dictámenes, peritaciones e informes.E22.	2.6	3.3	3.3	3.0	3.1
Gestión económica y comercial .E23.	2.6	2.8	3.6	3.0	2.6
Ejercicio de la docencia .E24.	2.4	2.7	2.6	2.5	3.8

Tabla 7.4 Valoración de competencias por los profesores universitarios

PROFESORES UNIVERSITARIOS	Producción de materiales	Control de materiales	Gestión y Servicios	Medio ambiente	Inv. y Docencia
<b>TRANSVERSALES - INSTRUMENTALES</b>					
Capacidad de síntesis y análisis.T1.	4.2	4.0	4.0	4.0	4.7
Capacidad de organización y gestión.T2.	4.0	3.9	4.6	3.9	3.8
Capac. oral y escrita en la lengua nativa.T3.	3.8	3.9	4.3	4.0	4.6
Conocimientos de una lengua extranjera.T4.	3.8	3.9	4.2	3.9	4.5
Resolución de problemas.T5.	4.5	4.1	4.0	4.2	4.5
Toma de decisiones.T6.	4.4	4.2	4.4	4.2	4.1
<b>TRANSVERSALES - PERSONALES</b>					
Capacidad de trabajo en equipo.T7.	4.2	4.0	4.2	3.9	4.3
Capacidad de trabajo interdisciplinar.T8.	4.2	3.9	4.0	4.2	4.4
Habilidades en las relac. interpersonales.T9.	3.6	3.5	4.1	3.7	3.8
Responsabilidad y ética profesional.T10.	4.4	4.6	4.5	4.6	4.4
Razonamiento crítico.T11.	4.2	4.2	4.1	4.3	4.7
<b>TRANSVERSALES - SISTÉMICAS</b>					
Anticipación a los problemas.T12.	4.2	3.9	4.1	4.1	4.0
Adaptación a nuevas situaciones.T13.	4.1	3.8	4.1	4.2	4.2
Creatividad y espíritu emprendedor.T14.	3.8	3.4	4.0	3.9	4.4
Dotes de liderazgo.T15.	3.6	3.2	3.9	3.4	3.4
Iniciativa.T16.	4.1	3.7	3.9	3.9	4.3
<b>ESPECÍFICAS - DISCIPLINARES</b>					
Fundamentos de la Ciencia de Materiales.E1.	4.2	4.3	3.6	4.1	4.8
Mét. numéricos y modeliz. de materiales.E2.	3.8	3.7	3.0	3.4	4.1
Comp. mecánico de los materiales.E3.	4.2	4.4	3.4	3.4	4.4
Comp. electr., mag., térm. y óptico mat..E4.	4.0	4.6	3.4	3.5	4.3
Comp. químico y biol. de los materiales.E5.	4.1	4.0	3.5	4.1	4.2
Estructura, descripción y caracteriz. mat..E6.	4.2	4.5	3.3	3.7	4.6
Ingeniería de superficies.E7.	3.9	4.0	3.1	3.4	4.2
Tecnología y aplicac. de los materiales.E8.	4.3	4.0	3.9	4.0	4.3
Reutiliz., recup. y recicl. de materiales.E9.	4.2	3.6	3.8	4.7	4.1
Obtención y procesado de materiales.E10.	4.6	4.0	3.5	4.0	4.3
Calidad y gestión de proy. de ingeniería.E11.	3.6	3.6	4.4	3.7	3.5
Economía y org. de proc. industriales.E12.	4.0	3.3	4.3	3.6	3.2
<b>ESPECÍFICAS - PROFESIONALES</b>					
Diseño, desarrollo y sel. de materiales.E13.	4.3	3.9	3.8	3.8	4.3
Realiz. estudios caract., eval. y c.E14.	3.8	4.5	3.7	3.5	4.1
Diseño procesos de producción y transf.E15.	4.6	3.9	3.6	3.6	4.0
Inspección y control de calidad .E16.	4.0	4.7	3.8	3.7	3.8
Def., desarrollo, elab. de normativas .E17.	3.8	4.3	4.0	4.0	3.5
Diseño, cálculo y modelización....E18.	4.0	3.7	3.2	3.0	3.9
Evaluación seguridad, durabilidad....E19.	3.7	4.5	3.7	3.9	4.0
Diseño procesos recuperación....E20.	4.1	3.7	3.6	4.7	3.9
Dirección de industrias .E21.	3.5	3.3	3.9	3.5	2.9
Dictámenes, peritaciones e informes.E22.	3.5	4.1	4.0	3.7	3.4
Gestión económica y comercial .E23.	3.2	3.1	4.1	3.3	2.7
Ejercicio de la docencia .E24.	2.9	3.0	3.0	3.1	4.6

# 8

## DEFINICIÓN DE LOS OBJETIVOS DEL TÍTULO

# Definición de los objetivos del título

## 8.1 OBJETIVOS GENERALES DEL GRADO

Se pretende formar ingenieros con una preparación técnica interdisciplinar; preparados para trabajar en cualquier tipo de materiales (metálicos, cerámicos, polímeros o biológicos).

Se intenta conseguir graduados con una elevada capacidad de adaptación, tanto en investigación, como en desarrollo e innovación.

Los objetivos generales son:

- Conocer y comprender los fundamentos científicos del mundo de los materiales y sus interrelaciones entre las estructura, propiedades, procesado y aplicaciones.
- Desarrollar capacidades y conocer la tecnología de los materiales para poder intervenir en los procesos de producción, transformación, procesado, control mantenimiento, reciclado y almacenamiento de cualquier tipo de materiales.
- Conocer el comportamiento mecánico, electrónico, químico y biológico de los materiales y saber aplicarlo al diseño, cálculo y modelización de los aspectos de elementos, componentes y equipos.
- Conocer y saber aplicar los procedimientos para la evaluación de la seguridad, durabilidad y vida en servicio de los materiales.
- Desarrollar capacidades para innovar, desarrollar y producir nuevos materiales, y fabricar, por métodos alternativos, materiales convencionales necesarios para ser más competitivos o para resolver problemas sociales y ambientales.
- Incentivar el gusto por la investigación científica.

El grado les permitirá desempeñar funciones en industrias productoras de materiales (metálicos, cerámicos, polímeros, biomateriales) o en industrias utilizadoras de materiales y, también, en laboratorios vinculados al desarrollo, caracterización y control de calidad de materiales. En otros términos; acomodarles en el mercado de trabajo de acuerdo con los conocimientos que se les han impartido.

## **8.2 COMPETENCIAS DE CARÁCTER GENERAL**

Para cumplir los objetivos señalados cada institución podrá decidir el contenido, la naturaleza, y la organización de sus cursos, de forma que los programas de la Titulación de Ingeniero de Materiales ofertados por cada universidad tengan sus propias características. Con ello se cumple la garantía de diversidad.

Sin embargo, y aunque el nivel de detalle alcanzado en el desarrollo de los mismos pueda variar con cada programa específico, se pretende que el Título de Grado de Ingeniero de Materiales garantice que los estudiantes adquieran y desarrollen las siguientes habilidades y destrezas que han sido consideradas las más importantes en los apartados anteriores.

### **8.2.1 COMPETENCIAS DISCIPLINARES**

Competencias necesarias para el desarrollo de actividades de tipo científico; investigación, innovación, asesoría, control y docencia.

- Saber identificar las estructuras de los diversos tipos de materiales, y conocer las técnicas de caracterización y análisis de los materiales.
- Saber modelizar el comportamiento (mecánico, electrónico, químico o biológico) de los materiales y su integración en componentes y dispositivos.
- Saber planificar la resolución de problemas relacionados con la selección, fabricación, procesado, utilización y reciclado de todo tipo de materiales en función de las herramientas de que se disponga y de las restricciones de tiempo y recursos.
- Comunicar conocimientos, procedimientos, resultados o técnicas relacionadas con el comportamiento y la utilización de todo tipo de materiales.
- Capacitar para el aprendizaje autónomo de nuevos conocimientos y técnicas.

## **8.2.2 COMPETENCIAS PROFESIONALES**

Competencias necesarias para el desarrollo de actividades de tipo práctico; diseño, fabricación, utilización, mantenimiento, inspección, control y reciclado.

- Saber diseñar, evaluar, seleccionar, y fabricar materiales según sus aplicaciones.
- Saber diseñar, desarrollar y controlar los procesos de producción y transformación de materiales.
- Saber diseñar y gestionar la utilización y durabilidad de componentes y dispositivos con materiales, con especial cuidado en el deterioro de los materiales y siendo respetuosos con el medio ambiente.
- Saber diseñar, implementar y controlar los procesos de reutilización y/o almacenamiento de materiales, con especial atención al cuidado del entorno.
- Saber evaluar la seguridad, durabilidad e integridad estructural de los materiales y componentes fabricados con ellos.
- Conocer los principios económicos y organizativos de la gestión de empresas y saber aplicarlos a la dirección de industrias relacionadas con los puntos anteriores.

# 9

## ESTRUCTURA GENERAL DEL TÍTULO

# Estructura general del título

## **9.1 ESTRUCTURA Y DURACIÓN DEL TÍTULO DE GRADO**

Se propone que la duración del grado se de 240 créditos europeos y que este contenga una troncalidad del 75%, con objeto de garantizar un conocimiento uniforme en toda España.

En este capítulo se distribuyen por materias los 180 créditos europeos que forman la parte troncal de los estudios. Para cada materia se indica su duración, los objetivos y capacidades que se pretenden desarrollar y un conjunto mínimo de contenidos que debe cubrirse con su impartición.

Al final se indican algunas recomendaciones respecto a la duración, orientación y contenidos del Proyecto Fin de Carrera.

Los contenidos propuestos encajan en el modelo de titulación de grado seleccionado en el capítulo 2, si bien en lo referente a contenidos, no agotan las proporciones que se indicaron para asignaturas básicas, específicas y transversales, y que se dejan como recomendación a las universidades para que seña tenidas en cuenta durante la redacción de sus planes de estudio y garantiza la diversidad y movilidad, citadas al comienzo de este informe.

Como parece lógico, este Libro Blanco no se pronuncia sobre los contenidos transversales, que deben fijarse por cada universidad, aunque se recomienda no sobrepasar la proporción 1/12 indicada en el capítulo 2.

## 9.2 RECOMENDACIONES

Se considera oportuno concentrar los contenidos comunes obligatorios en los tres primeros cursos con el fin de favorecer la movilidad de los estudiantes dentro del cuarto año, en función de las posibles orientaciones o itinerarios que se puedan ofrecer en las distintas universidades.

Se cree aconsejable que el alumno no tenga más de cinco materias por semestre y no menos de 4.5 créditos por cada asignatura obligatoria.

La existencia dentro de la Titulación de Prácticas en Empresas o Trabajos Académicamente Dirigidos se considera muy positiva y posiblemente necesaria su inclusión (en el cuarto año) en la forma que permita la legislación.

## 9.3 CONTENIDOS COMUNES OBLIGATORIOS Y ASIGNACIÓN DE CRÉDITOS EUROPEOS.

### E.1. FUNDAMENTOS MATEMÁTICOS, FÍSICOS, QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS DE LA CIENCIA DE LOS MATERIALES [40 ECTS]

#### *Objetivos y capacidades a desarrollar*

Se pretende dar los cimientos de las ciencias básicas sobre los que se apoya la Ciencia de los Materiales –que no es ni Química, ni Física ni Biología (esta nueva materia con contenido propio se está introduciendo en los contenidos del bachillerato, véase Nature, **432**, 791,2004)–.

También se pretende dotar a los alumnos de las herramientas necesarias (teóricas, numéricas, experimentales) para poder resolver los problemas que irán surgiendo en las asignaturas específicas de materiales.

#### *Contenidos mínimos*

- Cálculo diferencia e integral
- Ecuaciones diferenciales
- Mecánica y ondas
- Termodinámica de fases condensadas
- Electricidad y Magnetismo
- Cinética y Termodinámica de las reacciones químicas
- Electroquímica
- Introducción a la química Inorgánica
- Introducción a la química del carbono
- Biología molecular y celular

## E.8. TECNOLOGÍA Y APLICACIONES DE LOS MATERIALES [25 ECTS]

### *Objetivos y capacidades a desarrollar*

Conocer y saber diseñar componentes con los distintos tipos de materiales. Se hará énfasis en los criterios de selección y procesado, normativa y control de calidad.

El objetivo principal es producir materiales y componentes de mejor calidad y menor coste que la competencia.

### *Contenidos mínimos*

- Materiales metálicos: aleaciones férreas, aleaciones no férreas, superaleaciones, metales preciosos. Diseño con materiales metálicos.
- Materiales cerámicos: cerámica tradicional, cerámica avanzada con aplicaciones estructurales y funcionales. Diseño con materiales cerámicos.
- Materiales polímeros: termoplásticos, termoestables, elastómeros. Diseño con materiales poliméricos.
- Materiales compuestos de matriz metálica, cerámica y polimérica. Hormigones. Diseño con materiales compuestos.
- Materiales biológicos. Biomateriales. Diseño con materiales biológicos y diseño de biomateriales.

## E.3. COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS MATERIALES [20 ECTS]

### *Objetivos y capacidades a desarrollar*

Conocer y calcular el comportamiento mecánico de las materiales; incluyendo la influencia del tiempo (fenómenos diferidos), de la temperatura (termomecánica), y de ambientes agresivos.

Diseñar y experimentar con componentes estructurales elementales; vigas, pórticos y placas, entre otros.

### *Contenidos mínimos*

- Mecánica de Medios Continuos: Sólidos y Fluidos
- Elasticidad y Resistencia de Materiales. Viscoelasticidad
- Plasticidad y Viscoplasticidad
- Mecánica de la Fractura. Integridad Estructural

#### E.4. COMPORTAMIENTO ELECTRÓNICO, MAGNÉTICO, TÉRMICO Y ÓPTICO DE LOS MATERIALES [20 ECTS]

##### *Objetivos y capacidades a desarrollar*

Conocer y calcular el comportamiento electrónico, magnético, térmico y óptico de los materiales y relacionar su estructura con las propiedades.

Estudiar y experimentar con dispositivos electrónicos elementales; transistores, láseres y otros sistemas.

##### *Contenidos mínimos*

- Introducción a la Mecánica Cuántica
- Propiedades electrónicas: materiales conductores, aislantes, semiconductores y superconductores
- Propiedades magnéticas: Paramagnetismo. Ferromagnetismo
- Propiedades ópticas
- Propiedades térmicas: Conducción del calor

#### E.5. COMPORTAMIENTO QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE LOS MATERIALES [20ECTS]

##### *Objetivos y capacidades a desarrollar*

Conocer y poder calcular diversos aspectos del comportamiento químico y biológico de los materiales.

En particular se prestará especial atención a los fenómenos de corrosión y degradación de los materiales y a las técnicas de protección y durabilidad.

Los materiales blandos (soft-matter) son una nueva familia de materiales que tiene una importancia creciente en la industria electrónica, química y en las ciencias de la salud.

##### *Contenidos mínimos*

- Procesos cinéticos en materiales
- Fenómenos de transporte; activo y pasivo
- Electroquímica. Corrosión y protección
- Materiales blandos. Membranas. Coloides
- Fenómenos de capilaridad e impregnación

## E.6. ESTRUCTURA, DESCRIPCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES [15 ECTS]

### *Objetivos y capacidades a desarrollar*

Conocer la estructura de los materiales cristalinos y amorfos, de los metales, cerámicos, y polímeros, y atisbar la estructura jerárquica de los materiales biológicos.

Conocer las técnicas de microscopia, espectroscopia, y otras (ATD, RMN, ...) que permitan la caracterización estructural de los materiales.

### *Contenidos mínimos*

- Materiales cristalinos. Defectos
- Materiales amorfos
- Diagramas de fase. Transformaciones de fase
- Microscopia óptica y electrónica
- Técnicas espectroscópicas de caracterización
- Otras técnicas de caracterización

## E.10. OBTENCIÓN Y PROCESADO DE LOS MATERIALES [15 ECTS]

### *Objetivos y capacidades a desarrollar*

Conocer los procesos de obtención de las distintas familias de materiales, tratando de destacar los aspectos comunes entre ellos (los detalles específicos se verán en las asignaturas correspondientes).

Comprender las distintas técnicas de procesado, poniendo de relieve los aspectos comunes de cada familia de materiales.

### *Contenidos mínimos*

- Procesos de obtención de materiales metálicos
- Procesos de obtención de materiales cerámicos
- Procesos de obtención de materiales poliméricos
- Fabricación de materiales compuestos
- Fabricación de capas delgadas: CVD, PVD
- Fabricación de nanomateriales
- Técnicas de moldeo y de conformado
- Técnicas de unión

## E.2. MODELIZACIÓN DE MATERIALES

[5 ECTS]

### *Objetivos y capacidades a desarrollar*

Saber modelizar el comportamiento mecánico, electrónico, químico o biológico de los materiales.

La modelización numérica es, cada vez más, una herramienta imprescindible –y complementaria a la experimentación– para diseñar y gestionar componentes (predecir su comportamiento y evolución) fabricados con distintos tipos de materiales.

### *Contenidos mínimos*

- Métodos numéricos: Elementos finitos y elementos de contorno
- Técnicas de representación gráfica
- Diseño asistido por ordenador

## E.7. INGENIERÍA DE SUPERFICIES E INTERCARAS

[5 ECTS]

### *Objetivos y capacidades a desarrollar*

Conocer el comportamiento físico-químico de las superficies e intercaras y su influencia en las propiedades mecánicas, electrónicas, químicas y biológicas.

Utilizar técnicas para modificar las superficies e intercaras para influir en el comportamiento deseado del material.

### *Contenidos mínimos*

- Físico-químico de superficies e intercaras. Reactividad. Catálisis.
- Técnicas de caracterización de superficies e intercaras
- Técnicas de modificación de superficies e intercaras
- Tribología

## E.9. REUTILIZACIÓN, RECUPERACIÓN Y RECICLADO DE LOS MATERIALES [5ECTS]

### *Objetivos y capacidades a desarrollar*

Adquirir los conocimientos necesarios para administrar los materiales en la fase final de su ciclo vital; bien reutilizándolos o almacenándolos, siempre de forma respetuosa con el medio ambiente, usando tecnologías limpias y medidas de ahorro energético.

### *Contenidos mínimos*

- Aspectos medio ambientales de la obtención, procesado y utilización de los materiales. Sostenibilidad.
- Reciclado de materiales. Contaminación y ahorro energético.
- Administración de residuos. Valoración e inertización.

## E.11. CALIDAD Y GESTIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA [5 ECTS]

### *Objetivos y capacidades a desarrollar*

Conocer y saber utilizar los conceptos básicos de calidad y cómo se gestiona un proyecto en la ingeniería.

### *Contenidos mínimos*

- Calidad de los componentes fabricados con distintos tipos de materiales: normalización y certificación.
- Calidad de sistemas y procesos
- Gestión de proyectos relacionados con la ingeniería de materiales.

## E.12. ECONOMÍA Y ORGANIZACIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES [5 ECTS]

### *Objetivos y capacidades a desarrollar*

Asimilar los conceptos básicos de la economía empresarial y las técnicas de administración de empresas.

Utilizar estos conocimientos para las operaciones de producción, transformación y gestión de los materiales y sus productos.

### *Contenidos mínimos*

- Nociones de economía
- Nociones de administración de empresas
- El producto y el proceso de producción

## PROYECTO FIN DE CARRERA

[10 ECTS]

El proyecto fin de carrera debe ser obligatorio, tanto para los que continúen con estudios de postgrado, como para los que vayan a ejercer la profesión, para los que será necesario poseer experiencia personal acerca de lo que constituye la práctica profesional.

El proyecto tendrá como objetivos:

–Poner en contacto al alumno con los problemas reales del ingeniero de materiales.

–Planificar y llevar a cabo alguna de las competencias anteriormente mencionadas (fabricación de materiales, procesado, diseño de componentes, problemas de durabilidad, reciclado o gestión de materiales)

–Aprender a tomar decisiones ante un problema real.

Para ello, el alumno deberá desarrollar capacidades para integrar creativamente sus conocimientos, destreza en la elaboración de informes o en la organización de un proceso industrial relacionado con los materiales.

# 10

## CRITERIOS E INDICADORES DEL PROCESO DE EVALUACIÓN

# Criterios e indicadores del proceso de evaluación

## 10.1 INTRODUCCIÓN

Los criterios e indicadores del proceso de evaluación se han dividido en dos grandes grupos:

–Un conjunto de *criterios e indicadores generales*, extraídos del Programa de Evaluación Institucional preparado por la ANECA, y basado en el análisis de seis criterios relacionados con aspectos generales del programa formativo, organización y recursos disponibles para las enseñanzas.

–Un conjunto de *indicadores específicos* de la titulación de grado de ingeniero de materiales, que mide la eficacia del proceso formativo a través de la evaluación del grado de adquisición por parte de los alumnos de las capacidades y competencias establecidas

Ambos grupos de criterios e indicadores se comentan a continuación.

## **10.2 CRITERIOS E INDICADORES GENERALES**

Los criterios que contempla el Programa de Evaluación Institucional preparado por la ANECA son los siguientes:

- Programa formativo
- Organización de las enseñanzas
- Recursos humanos
- Recursos materiales
- Proceso formativo
- Resultados

En el documento de la ANECA cada criterio se divide en diversos subcriterios, para los que se proponen pautas para la valoración de los aspectos más relevantes de cada uno y de las evidencias que los soportan.

No se cree pertinente en este documento volver a reproducir los aspectos concretos considerados por la ANECA, por lo que se remite al documento citado en lo referente a la descripción e implementación concreta de estos indicadores.

### 10.3 INDICADORES ESPECÍFICOS

Los indicadores generales, aún cubriendo la totalidad del proceso formativo, no se consideran suficientes a la hora de valorar la calidad de las enseñanzas del Título de grado de Ingeniero de Materiales. En ellos no quedan suficientemente bien reflejados el grado en que los alumnos adquieren las competencias y capacidades previstas en el plan de estudios (efectividad de la formación), ni la eficacia del sistema formativo, entendida como la relación entre el grado de capacitación y el esfuerzo empleado por alumnos y profesores.

Por ello se proponen –además de los indicadores generales– los siguientes indicadores específicos:

–*Efectividad de cada asignatura*, con ella se mide la contribución esperada en relación con la adquisición de las capacidades definidas en el objetivo del título ( capítulo 8), y la forma en la que tanto el temario como el planteamiento de la enseñanza se orientan y subordinan para conseguir dicha contribución.

–*Eficacia y efectividad de la estructura del plan de estudios*, entendidas como la medida del grado de imbricación y coordinación de asignaturas temática y metodológicamente relacionadas para la consecución de unas capacidades comunes.

En este índice se incluye el grado de aprovechamiento de los recursos disciplinares comunes desarrollados en las diversas asignaturas con el objeto de mejorar cualitativa y cuantitativamente el esfuerzo formativo.

–*Eficacia global del programa formativo*: medida a través de los niveles de capacidad técnica y gestora puestos de manifiesto en el proyecto fin de carrera y en las prácticas obligatorias realizadas en empresas e instituciones. Dicho niveles deberán compararse con los contemplados en los objetivos del plan de estudios.

A este respecto, las pruebas de defensa pública del proyecto y los trabajos prácticos trabajo pueden emplearse como instrumento de comparación, si previamente se han diseñado con este propósito como finalidad añadida, introduciendo en los tribunales no sólo expertos académicos sino también profesionales y empleadores de diversos sectores.

–*Excelencia de los profesores colaboradores* en asignaturas tecnológicas, medida por su calidad y competencia en el ejercicio profesional en relación con la materia que enseñan.

Otro indicador necesario es el :

*–Nivel de acceso de los estudiantes a los estudios de grado.* Es sin duda uno de los factores más determinantes en el rendimiento global del proceso formativo, y debe ser considerado con todo detalle en la evaluación.

En función de los conocimientos establecidos para los estudios de Ingeniero de Materiales se propone evaluar el conocimiento de los alumnos en el momento de acceso a la titulación en las siguientes áreas:

Matemáticas  
Física  
Química

mediante la realización de pruebas voluntarias que versen sobre ejercicios correspondientes a los últimos cursos de los estudios de enseñanza media.

Este indicador no entra directamente en la cuantificación global de la calidad de la Titulación, sino que lo hace moderado y ponderando los valores de los indicadores anteriores, ya que el proceso formativo se entiende como diferencial, y parece adecuado juzgar su resultados por el "incremento" de competencias y capacidades logradas por los alumnos más que por sus valores absolutos. En este sentido, el nivel de acceso de los alumnos marcaría la línea de referencia sobre la que medir el progreso formativo.

## 10.4 EVALUACIÓN GLOBAL

Los pesos que se consideran adecuados para cada conjunto de criterios son los siguientes:

### *Criterios Generales*

Programa formativo	5%
Organización de la enseñanza	5%
Recursos humanos	20%
Recursos materiales	10%
Proceso formativo	10%
Resultados	10%
Total Criterios Generales	60%

### *Criterios Específicos*

Efectividad de las asignaturas	15%
Eficacia y efectividad del plan de estudios	10%
Eficacia global del programa formativo	10%
Profesores colaboradores	5%
Total Criterios Generales	40%

Como se ha indicado en 10.3, el criterio específico *Nivel de acceso de los estudiantes a los estudios de grado* no interviene directamente en la valoración final como el resto de los indicadores, sino que será utilizado como referencia valorativa del resto de criterios, con el fin de cuantificar con mayor detalle el "valor añadido" del proceso de formación universitaria.

# **ANEXOS**