

## 2.1. Justificación del título propuesto, argumentando el interés académico, científico o profesional del mismo.

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) y engloba no sólo a los tradicionales materiales estructurales, sino también a los materiales funcionales, etc. Esta reciente disciplina es indispensable para potenciar la capacidad industrial, la innovación tecnológica y la mejora la calidad de nuestras vidas, incluyendo en ello el respeto al medio ambiente y la sostenibilidad.

Los Materiales juegan un papel fundamental en las economías de los países desarrollados, como refleja la plena actualidad de áreas tan punteras como los “materiales inteligentes”, la nanotecnología, la microelectrónica, etc. Los ingenieros de materiales son los encargados de desarrollar los materiales que se requerirán para las nuevas aplicaciones, encontrar los procesos de conformado que los hagan económicamente viables, mejorar las prestaciones de los materiales existentes, considerar el impacto ambiental y la sostenibilidad de sus productos, ser capaces optimizar la selección de materiales y crear bases de datos precisas que sirvan para predecir sus propiedades y su comportamiento en servicio.

Hay razones de tipo político, económico y social que evidencian la necesidad de implantación del Grado de Ingeniero de Materiales:

- **Razones de tipo político:** 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 duración media de esta titulación es de 8.4 semestres en la Unión Europea. En Estados Unidos es de 8.1 semestres, aunque en algunos centros la titulación 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. 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:** La Ingeniería de Materiales tiene un gran protagonismo en las industrias del automóvil, aeroespacial, energética, electrónica, química, etc. Los materiales, junto con la energía y la información, son los motores del desarrollo socioeconómico de este siglo. Es necesario proporcionar al sector industrial profesionales capaces de resolver los problemas que se planteen, no sólo en el clásico campo de los materiales estructurales sino también en los nuevos campos de los materiales electrónicos, funcionales, nanomateriales y biomateriales. 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. 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 un Graduado o Graduada en Ingeniería de Materiales.

- **Razones de tipo social:** La implantación de una titulación de grado es una ocasión única para la dinamización de la sociedad y su progreso. No se puede perder la oportunidad de introducir aquellas titulaciones que, además de equipararnos con los países de nuestro entorno, nos sitúen en la vanguardia del desarrollo y las tecnologías emergentes. La Ingeniería de Materiales es sin duda una de ellas.

Por otra parte, cada año se incorporan al mercado español ingenieros de materiales que han convalidado su título europeo o de otros países. Sería paradójico no implantar la titulación 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.

En el Libro Blanco se puso de manifiesto que apenas existe paro en esta Titulación y el tiempo medio que un Ingeniero de Materiales tarda en conseguir su primer empleo después de obtener su título es muy reducido; más del 80% tardan menos de 6 meses en alcanzar este trabajo y sólo un 1.1% tarda más de 2 años en alcanzar este primer empleo.

#### **Experiencia anterior en la USAL:**

La experiencia previa en cuanto al campo de la Ingeniería de Materiales arranca desde el año 1999 cuando se impartió el primer curso de la titulación de Ingeniería de Materiales de segundo ciclo en la USAL. El carácter interdisciplinar de esta titulación requiere un planteamiento integrado desde el comienzo, son los cuatro cursos del grado los que darán identidad y supondrán la esencia de la titulación, y los que permiten producir un ingeniero polivalente, versátil y capaz de adaptarse a unas demandas laborales y de mercado variables. Por otro lado, sus graduados/as pueden formar parte de las I+D+i de cualquier industria integrándose fácilmente dentro de cualquier equipo de trabajo, desde control de calidad, pasando por industrias de fabricación de componentes microelectrónicos, industrias de reciclado, construcción, etc. Es muy posible que los diversos sectores industriales adyacentes a la zona de Zamora, incluidas el resto de provincias de la Comunidad de Castilla y León se vean beneficiadas por la salida de nuestros titulados.

La experiencia adquirida durante diez años tratando de impartir los conocimientos necesarios para la titulación en cuatro semestres aconseja un replanteamiento de los estudios; 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 capaz de adaptarse a los requerimientos de una industria muy dinámica.

La Tabla 2.1 resume los datos de ingreso de la Titulación de segundo ciclo de Ingeniero de Materiales actualmente impartándose en la Universidad de Salamanca, que se extinguirá como consecuencia de la introducción del nuevo Título de Grado. Es importante destacar que *los*

datos mostrados no son directamente extrapolables al nuevo Grado de Ingeniero de Materiales por los siguientes motivos:

- La actual Titulación de Ingeniero de Materiales es de segundo ciclo, y por lo tanto es *accesible únicamente desde el primer ciclo de ciertas licenciaturas e ingenierías, tras cursar ciertos complementos de formación*. Por el contrario, el ingreso al Grado de Ingeniero de Materiales será directamente desde los estudios de Bachillerato.
- En los últimos años, la actual Titulación de segundo ciclo de Ingeniero de Materiales ha tenido que competir con los másteres y cursos de postgrado aparecidos tras la reforma de las titulaciones universitarias. Muchos de estos másteres proporcionan una titulación de nivel similar a la de la actual Titulación pero con una duración netamente inferior (un año frente a dos). Esta situación es compartida con otras titulaciones de segundo ciclo, que han sufrido mermas muy importantes en su matrícula. Pese a ello, la calidad y esfuerzo de los profesores de la titulación ha permitido mantener un nivel adecuado de ingreso y en los últimos aumentar el número de matriculados en la titulación.

Tabla 2.1 Matriculación en la actual Titulación de segundo ciclo de Ingeniero de Materiales

INGENIERÍA DE MATERIALES POR LA UNIVERSIDAD DE SALAMANCA - DATOS DE INGRESO						
	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Nº de plazas ofertadas	30	30	30	SL	SL	SL
Nº nueva matrícula	4	3	7	10	18	13
Nº total de matriculados	24	16	20	24	38	36

Fuente: Datos proporcionados por los Servicios Informáticos - Centro de Proceso de Datos (CPD) en la dirección y recogidos en la Secretaría Administrativa de la EPS de Zamora.

\*SL= Sin límite de plazas.

Durante el curso 2008-2009 se realizó una encuesta en la Titulación de Ingeniero de Materiales con el objeto de determinar el perfil de ingreso, a raíz del proceso de Programa de Evaluación Institucional (PEI) de la Agencia Nacional de Evaluación y Acreditación (ANECA) desarrollada durante el curso 2007-2008. Una de las propuestas de mejora fue aumentar la publicidad de este segundo ciclo, dato en el que ambos comités, tanto el de Autoevaluación como el de Evaluación Externa, vinieron a coincidir, tarea que ha influido positivamente en la tasa de nueva matrícula como se observa en la Tabla 2.1.

La encuesta que se realizó, entre otras tareas a desarrollar en dentro de Plan de Mejora, dio los siguientes resultados que podrían ser interesantes a la hora de evaluar la importancia potencial de una titulación como el Graduado/a en Ingeniería de Materiales:

En el caso de los estudiantes que ingresan en Ingeniería de Materiales no se podía establecer un perfil único dado que provienen de diferentes titulaciones al ser un segundo ciclo. Lo reseñable es que la mayoría de ellos ven la titulación como una buena oportunidad para adquirir nuevos conocimientos y abrir posibilidades dentro del mercado laboral.

El alumnado de Ingeniería de Materiales, se muestra satisfecho con la enseñanza recibida, considerando que han acrecentado sus habilidades a la hora de gestionar y coordinar actividades, encontrar nuevas ideas y soluciones, y redactar informes. En cuanto a la valoración general, los alumnos mayoritariamente volverían a cursar la titulación (66,7%), igualmente se sienten satisfechos o muy satisfechos con la formación recibida (83,4%). Así mismo, se encuentran satisfechos con la labor docente dentro del Programa Formativo, donde la valoración dada supera en muchos casos el valor de 4.0 sobre 5.0. También muestran un alto grado de satisfacción sobre instalaciones e infraestructura en general que ofrece el Centro.

En cuanto a la valoración que el personal académico otorga a los conocimientos y habilidades que los alumnos adquieren en el proceso de su formación se ha de señalar un aspecto satisfactorio, toda vez que así se desprende de la encuesta sobre adecuación de titulaciones universitarias al Espacio Europeo de Educación Superior que a tal efecto se practicó. El personal docente que imparte en esta titulación está satisfecho con la misma (valoración media en torno a 4,33 sobre 5), aunque señala la necesidad de revisar el Plan de Estudios (3,44) y hace notar que una de las dificultades más importantes que salvar es la heterogeneidad del alumnado y su formación previa (3,22).

De lo anterior y con respecto a la petición de Graduado/a en Ingeniería de Materiales, el perfil de entrada sería de secundaria, con lo cual la heterogeneidad en cuanto a la procedencia de los estudiantes descritos en la anterior encuesta sería eliminada, siendo éste uno de los problemas más importantes de la titulación de segundo ciclo. Por lo tanto, otra de las razones para la propuesta del título de Graduado/a en Ingeniería de Materiales es consecuencia directa y lógica de este proceso de Evaluación Externa y estos buenos resultados, siempre con la idea de mantener la calidad y los puntos fuertes de la titulación de segundo ciclo de la cual emana.

Por último añadir que en la Escuela Politécnica de Zamora y por tanto en la Universidad de Salamanca desde el curso 2009/2010 se está impartiendo el Graduado/a en Ingeniería de Edificación. En el curso 2010/2011 comenzaron las cuatro nuevas titulaciones que sustituyen a las antiguas Ingenierías Técnicas de Industriales, Agrícolas, Informática y Obras Públicas. La experiencia por lo tanto en la puesta en marcha de situaciones similares queda ampliamente demostrada. Por otro lado, y concretando en el Grado de Ingeniería de Materiales, no son necesarias nuevas infraestructuras y además desde 1999 la titulación de Ingeniería de Materiales cuenta con un profesorado competente y adecuado para acometer este cambio.

Mencionar que empresas como Construcciones San Gregorio, ubicada en Zamora, siempre han estado pendientes de los avances en cuanto a la titulación de segundo ciclo, siendo esta empresa la que desde el inicio de la titulación ha premiado al Mejor Expediente de la Titulación de Ingeniero de Materiales de segundo ciclo. Todo parece indicar que seguirá interesándose por la nueva titulación que la sustituirá.

No hay que olvidar la proximidad geográfica de Salamanca y Zamora con el territorio portugués y mencionar que la EPSZ mantiene excelentes relaciones con universidades portuguesas (Braganza la más destacada). Lo cual podría desembocar unos acuerdos futuros en cuanto a una titulación de carácter más internacional.

Por otro lado, la ampliación de infraestructuras en la provincia (las obras del Tren de Alta Velocidad) generará más servicios de todo y previsiblemente un aumento de población, lo será beneficioso.

*Próximamente el Grado de Ingeniería de Materiales se completará con un Máster asociado para potenciar que los alumnos que quieran seguir adquiriendo conocimientos en el campo puedan ampliar su formación, la idea es que tengan cabida alumnos que procedan, no sólo del grado de Ingeniería de Materiales sino de otros grados de ingeniería como Industrial, Civil, Arquitectura Técnica, Física, Química, etc., manteniendo el concepto inicial de lo que es la Ingeniería de Materiales, un área de conocimiento multidisciplinar y que tiene conexiones claras con cualquier tipo de industria o campo de estudio. En un futuro muy cercano se prevé la implantación de una doble titulación con el grado de Ingeniería Industrial, siendo muy probable también la doble titulación con Ingeniería Civil o incluso con Arquitectura Técnica. De esta forma se demostraría con claridad el carácter multidisciplinar al mismo tiempo que se potenciaría el campus de Zamora, donde las infraestructuras son excelentes para albergar un campus global de ingenierías.*

### **Salidas Profesionales**

Aunque actualmente el titulado en Ingeniería de Materiales no es una profesión regulada existen multitud de salidas profesionales acordes con el perfil de egreso de nuestros alumnos. Nuestro objetivo es formar profesionales con buenos conocimientos de la transformación, producción, transformación, estructura y utilización de los materiales con posibles salidas profesionales en:

- Investigación (I+D+i) y docencia (universitaria y no universitaria).
- Control de Calidad de materiales. Análisis del comportamiento mecánico y en servicio.
- Obtención, tecnología y aplicaciones de materiales metálicos, polímeros, cerámicos y compuestos.
- Técnicas de procesado, selección y diseño de materiales.
- Tecnologías de fabricación de materiales.
- Organización industrial y sistemas productivos.
- Fabricación de piezas y componentes electrónicos, aplicación a sistemas y componentes.
- Procesado de materiales con láseres –
- Biomateriales, fabricación y diseño de implantes.
- Procesos y tecnología de reciclado de materiales. Medio ambiente y uso sostenible de materiales, la gestión medioambiental y la gestión de residuos.

- Instrumentación y Ensayos no destructivos.

## 2.2 Referentes externos a la universidad

Concretamente, y en lo que respecta a esta propuesta, se ha empleado como guía el Libro Blanco de la Titulación de Ingeniería de Materiales, y los datos ofrecidos por la Universidad Politécnica de Madrid a través de su web (<http://www.materiales.upm.es/>.) así como su valiosa experiencia, a su vez basada en otras de universidades tan prestigiosas como el Institute of Technology de Massachussets, la KTH de Estocolmo y el Imperial College de Reino Unido (de un total de 72 titulaciones de Ingeniería de Materiales que se imparten en 64 universidades del mundo). Todas ellas poseen una titulación de cuatro años cuyo acceso es a partir de la enseñanza secundaria.

Aunque el referente original fue el plan de estudios diseñado por la Universidad Politécnica de Madrid, puesto que fue la pionera y ha demostrado que esta titulación brinda excelentes salidas profesionales en todos los campos de la ingeniería. En el momento actual hay listados en el RUCT 6 (3 en Madrid, 2 en Barcelona y uno en Sevilla), siendo grados de carácter eminentemente generalistas y más de 10 másteres de Materiales, además de algunos de carácter específicos, pero ninguno ubicado en el área de Castilla y León.

Todos los grados poseen un carácter plenamente generalista, aunque algunos de ellos, caso de la UPM se presentan distintas especialidades o menciones. Por otro lado los referentes de la Universidad de Sevilla, Rey Juan Carlos y Complutense de Madrid presentan en el primer y parte de segundo curso grandes coincidencias en cuanto áreas temáticas básicas y contenidos con el aquí presentado, de igual forma los ofrecidos por la Universidad Politécnica de Cataluña y de la Universidad de Barcelona, y la mayor diferencia entre todos ellos es la distribución de los contenidos aunque mantienen un cierto orden preestablecido en cuanto a dificultad.

Por otro lado, tanto las Universidades de Sevilla como de la Rey Juan Carlos muestran la posibilidad de hacer dobles titulaciones, la primera con el grado de Químicas y la segunda con los grados de Ingeniería de la Energía e Ingeniería en Organización Industrial. Dado que en la EPS de Zamora coexisten titulaciones de carácter tecnológico y con nexos de unión con el campo de la Ingeniería de Materiales sería interesante en un futuro plantear esta posibilidad o simplemente favorecer la movilidad de los estudiantes para cursar varias titulaciones dentro del mismo campus. Para ello es necesario y prioritario ofrecer al alumnado una formación generalista previa en el campo de la ingeniería como la de los materiales que permita este trasvase, para posteriormente ofertarle una educación enfocada en diferentes áreas punteras de desarrollo dentro de los materiales (Másteres y Doctorado). En cuanto a las competencias expuestas por todas las universidades mencionadas se extraen grandes coincidencias con las presentadas en este documento, lo cual es lógico dado que todas nacen del “Libro Blanco de

Ingeniería de Materiales”. Las salidas profesionales presentadas por todas ellas muestran una completa coincidencia con las ya mencionadas en el anterior apartado.

### **2.3. Descripción de los procedimientos de consulta internos y externos utilizados para la elaboración del plan de estudios.**

De acuerdo a las “Directrices para la Reforma de las Enseñanzas de Grado” en la Universidad de Salamanca, aprobados por el Consejo de Gobierno el 27 de junio de 2007, la Junta de la Escuela Politécnica Superior de Zamora, celebrada respectivamente en septiembre de 2007, aprobó la constitución de la Comisión de Planes de Estudios del Centro, con la función de reformar los actuales planes de estudio impartidos en el mismo, para su adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior. Dicha comisión está dividida en 7 Subcomisiones: una para cada una de las titulaciones que actualmente se imparten en la EPSZ, y una subcomisión para definir los contenidos básicos comunes a las 6 titulaciones. Concretamente, la Subcomisión de la Escuela Politécnica Superior de Zamora, para la titulación del Grado de Ingeniería de Materiales, participan profesores representantes de los Departamentos de: Construcción y Agronomía, Ingeniería Mecánica, Física Aplicada, Química, Geología y un representante de alumnos (en nuestro caso concreto también vocal de APIMAT de Castilla y León).

El trabajo se inició en octubre – noviembre de 2007 con la recopilación y análisis de toda la información referente a los recursos disponibles en el centro, así como toda la normativa relacionada con la adaptación al E.E.E.S. de Ingeniería de Materiales. También en esos meses se realizó el Programa de Evaluación Institucional de la ANECA para la Titulación de Ingeniería de Materiales (2007).

En el mes de febrero de 2008, se realizó una reunión para poner en común la documentación y se procedió al reparto de los diferentes capítulos de la Memoria a cumplimentar entre los miembros de la Comisión y al establecimiento de un plan de trabajo con reuniones periódicas (o presenciales o mediante medios informáticos) de todos los miembros de la Comisión para debatir y llegar a acuerdos sobre la redacción y contenidos de los diferentes capítulos de la Memoria, a medida que se fueron desarrollando. Paralelamente se realizó el Plan de Mejora de Ingeniero de Materiales (reuniones en los meses marzo y abril de 2008), este proceso siguió hasta finales de año 2008, con la realización de las encuestas y acciones publicitarias y creación de una web de Ingeniería de Materiales de la USAL.

En abril, mayo y junio de 2009 se realizaron tres reuniones presenciales de la Comisión de Materiales (apoyadas por varias no presenciales) para plasmar el borrador del Anteproyecto de Grado de Materiales que se enviaría al Rectorado de la Universidad de Salamanca, la última de las reuniones fue el 4 de junio de 2009 con todos los integrantes de la Comisión. El Anteproyecto de la Memoria fue aprobado en la Junta de Escuela de la Escuela Politécnica Superior de Zamora del 19 de junio del 2009.

Durante los meses siguientes se siguió recabando información de la Asociación Profesional de Ingeniero de Materiales (APIMAT), que asesoraron sobre los perfiles profesionales de los futuros graduados. Simultáneamente se recopiló y esquematizó la información sobre las capacidades y competencias de la titulación, y en espera que saliesen nuevos RD y OM. El 26 de mayo de 2010, se inició la fase final con la puesta en común de todos los capítulos, revisión de las competencias e inclusión de nuevas asignaturas dentro del plan en el caso que fuera necesario, recepción de las fichas de la totalidad de las asignaturas. Se procedió a convocar reuniones del 5, 25 y 24 de junio y una final el 12 de julio de 2010 donde se dio el visto bueno por la mayoría de los representantes de la Comisión y la conformidad mediante correo electrónico del representante del PAS y el representante de alumnos para fijar el 20 de julio para iniciar los trámites oportunos y proceder el envío a la Unidad de Calidad.

Durante los meses de octubre, noviembre y diciembre se procedió a la revisión del documento de acuerdo al RD861/2010 del 22 de diciembre, donde se acomoda el texto al nuevo modelo de Propuesta de Solicitud de Grado aprobado por la ANECA.

Debido al vacío que podría generar la desaparición prematura de la titulación de segundo ciclo de la cual procede se llegó a la conclusión que era mejor esperar al curso 2012/2013 con objeto de dar salida a titulados técnicos que pudiesen desear proseguir sus estudios realizando un segundo ciclo, apurando el plazo de extinción del mismo.

En la Junta de la Escuela Politécnica Superior de Zamora del 26 de octubre del 2011 se presentó el borrador de la Propuesta de Grado en Ingeniería de Materiales para ser tramitado a órganos superiores de la Universidad de Salamanca para su aprobación y envío a la ANECA.

Durante estos últimos meses se ha procedido a la revisión de la Propuesta de Grado por parte de la Unidad de Calidad de la Universidad de Salamanca.

#### **2.4. Diferenciación de títulos dentro de la misma Universidad**

El segundo ciclo de Ingeniería de Materiales se extinguirá y será sustituido por el Grado en Ingeniería de Materiales. En este caso se pasa de dos años a cuatro años, casi en la totalidad de los dos primeros años se concentran las asignaturas de carácter básico y común para la rama de la ingeniería, homogeneizando el perfil de ingreso dentro de la titulación, tan necesaria para el buen aprendizaje por parte de los estudiantes, tal y como viene descrito en la guía de la ANECA: ([http://www.aneca.es/content/download/12155/136031/file/verifica\\_guia\\_v04\\_120116.pdf](http://www.aneca.es/content/download/12155/136031/file/verifica_guia_v04_120116.pdf))

De ello se desprende que la diferencia principal se debería fundamentalmente a la titulación de origen de Ingeniero de Materiales de segundo ciclo. En el caso del Grado se homogeneizan los conocimientos previos del estudiante que ingresa, con lo cual aunque el perfil de egreso coincida en su mayor parte con el conseguido en Ingeniería de Materiales, no ofrecerá la dispersión ocasionada por la titulación de ingreso del antiguo Ingeniero de Materiales.

Por lo tanto se espera que el perfil de ingreso, desde bachillerato en el caso de la titulación de grado, homogeneice aún más el perfil de egreso que se conseguía anteriormente con el segundo ciclo. El perfil de egreso de la titulación de grado será prácticamente el mismo que la titulación precedente pero con una menor dispersión debida a la titulación de partida.