

2. JUSTIFICACIÓN DEL TÍTULO PROPUESTO

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

El concepto de crecimiento sostenible debe compatibilizar el desarrollo de la economía con la calidad medioambiental, haciéndonos plenamente conscientes de que cuando producimos generamos residuos y efectos medioambientales adversos, además de bienes y servicios.

El Sector Energético es uno de los más íntimamente relacionados con la problemática asociada al desarrollo sostenible: el crecimiento económico, el consumo energético y el impacto medioambiental están íntimamente relacionados. Es pues, imprescindible lograr el equilibrio entre tres aspectos: como crecer más, con menor consumo energético y como se puede producir, transformar y consumir energía minimizando el impacto ambiental.

Dada la enorme importancia del sector energético en el desarrollo económico, las medidas a aplicar en el campo de la energía deben ser compatibles con los tres principios fundamentales: competitividad, seguridad de abastecimiento y protección medioambiental, buscando un crecimiento sostenible.

El dinamismo del sector de las energías renovables es un factor de competitividad para España en general y para Galicia en particular. España es en estos momentos un referente mundial del aprovechamiento de las fuentes de energía renovable con empresas que abastecen, no sólo el mercado nacional, sino que dedican una parte muy importante de la producción a mercados exteriores.

En el año 1999, el número de empresas que trabajaba en el sector de las energías renovables en España estaba próximo a 500, en el 2004 ya eran 1400, concentradas en su mayoría en las Comunidades Autónomas de Madrid y Cataluña, seguidas de Andalucía y el País Vasco.

El IDAE estima en el Plan de Energías Renovables 2005-2010, que se crearán 200.000 jóvenes empleos, de los cuales el 65% serán en el sector de biocombustibles, en el que Galicia está llamada a ser una potencia nacional, al igual que ya lo es en eólica.

Siguiendo las políticas y acuerdos alcanzados en el Protocolo de Kyoto, se han desarrollado en la U.E. una serie de documentos relativos al rendimiento energético de los edificios, tales como la Directiva 2002/91/CE.

En esta Directiva se establecen un conjunto de actuaciones que favorezcan y estimulen el aumento de la eficiencia energética de los edificios, tanto desde el punto de vista de su concepción y construcción como de las diversas instalaciones que intervienen en el uso y explotación del mismo. Estas actuaciones están teniendo una gran incidencia en la segunda mitad de esta década, al ir transponiéndose la Directiva a la legislación española.

A pesar de todos los esfuerzos realizados en estos años, es un hecho que la factura energética en el sector de la construcción es claramente mejorable. Paralelamente la evolución de la sociedad actual exige cada vez mayor calidad de vida en todos los ámbitos de la actividad cotidiana y en concreto, en las condiciones en el interior de los edificios e industrias.

Por último, queremos recordar que cada vez es mayor la preocupación de la sociedad por los

efectos de sus acciones sobre el medio ambiente. Dada la importancia de la construcción en el conjunto de las actividades económicas, no es de extrañar que la vivienda sostenible se haya convertido en un tema prioritario a nivel europeo. Ello implica que el proceso edificatorio en su totalidad debe ser compatible con el medio ambiente. En este contexto dos de los aspectos más relevantes son los que se refieren a la energía y a los materiales de construcción.

Se hace patente la necesidad de minimizar los aspectos negativos y maximización de los positivos para llegar al balance requerido sobre comportamiento medioambiental, económico y social de una manera integral.

Con el reto de cumplir todas estas exigencias es necesario formar técnicos que dominen simultáneamente las tecnologías energéticas clásicas, junto con las recientes tecnologías en energías renovables, las políticas y medios de eficiencia y ahorro energético, la legislación medioambiental y la economía de la energía.

La implantación de los estudios sobre Energía, en el ámbito universitario español con carácter de grado, es una demanda que desde los sectores públicos y privados se ha ido incrementando en los últimos años. La creciente demanda por las empresas de personal especializado, debido el crecimiento exponencial experimentado por el mercado de las Energías Renovables, y el mercado de la Eficiencia Energética, lleva a la necesidad de formar profesionales especializados en estos jóvenes estudios.

Es por ello que en la actualidad existe en el sector energético una preocupación creciente por la mejora de la eficiencia de las instalaciones energéticas en aras de reducir el impacto medioambiental de este sector, indisolublemente unido a la utilización racional de los recursos energéticos y a la investigación de nuevas fuentes de energía. Esta preocupación tiene gran incidencia en los campos minero, industrial, transporte y edificación, en los que se centra este grado.

Uno de los retos tecnológicos probablemente más importante que tiene la sociedad actual es el desarrollo de un sistema energético sostenible con un suministro que asegure las crecientes necesidades de energía, preservando a la vez el medio ambiente.

La demanda de profesionales especializados en ingeniería energética, con un amplio espectro de conocimientos y competencias, presenta una tendencia creciente, que no queda suficientemente cubierta con las titulaciones existentes hasta ahora.

Por ello, resulta de gran interés proporcionar desde las universidades la adecuada formación en la comprensión del problema energético actual y, sobre todo, la capacidad y la preparación técnica para afrontar este reto por parte de profesionales con una sólida base de conocimientos y destrezas en los temas de energía.

La formación debe ser necesariamente multidisciplinar y con una visión de conjunto, en la que se consideren aspectos técnicos y económicos, fundamentalmente, y se aborden cuestiones relacionadas con la eficiencia energética, tecnologías de producción de energía con especial hincapié en las nuevas fuentes de energía renovables, sistemas de almacenamiento, transporte y distribución, mercados energéticos, etc. Todo ello con un enfoque de respeto al medio ambiente y de crecimiento sostenible.

El título de GRADUADO/A EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA POR LA UNIVERSIDADE DE VIGO se propone para llenar un nicho en la formación de ingenieros graduados para su incorporación a los diferentes sectores de la producción, uso y gestión de la energía.

Por lo tanto, se pretende formar ingenieros graduados con unos conocimientos y capacidades ampliadas y concretadas en el sector de la industria de la energía, aplicando las experiencias en esta materia que la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y la de Ingenieros

de Minas tienen desde hace muchos años impartiendo las especialidades de Energía, Automática, Electrónica y Electricidad a estudiantes de ingeniería de grado superior, pero aplicado en este caso al nivel de la titulación de graduado/a en ingeniería.

El título universitario propuesto es de gran relevancia científica y tecnológica, teniendo además relevancia académica especializada, necesaria para formar nuevos profesionales. El título de Graduado/a en Ingeniería de la Energía se organiza con objeto de suministrar la formación adecuada a los futuros profesionales de la ingeniería en el área de la generación, transformación y gestión de la energía para sus distintas aplicaciones, haciendo especial énfasis en los fundamentos de las tecnologías y sistemas para su conversión en energía mecánica, térmica o eléctrica, centrandó su interés en el uso eficiente y sostenible de la energía. Como planteamiento general se trata de impartir la formación de los ingenieros en el conocimiento y en las habilidades relacionadas con los procesos que tienen lugar desde que se dispone de la energía primaria hasta el servicio de la energía mecánica, térmica o eléctrica final. Es decir, procesos y máquinas; y su organización, gestión y costes. Se trata de formar a los ingenieros de planta, de mantenimiento, de realización de proyectos, comerciales, de certificación, y, en definitiva, como nivel de grado dar la formación fundamental de ideas y conceptos generales sobre las diferentes facetas de la energía para desenvolverse bien en las empresas, organismos y entidades públicas y privadas del sector energético.

El ingeniero graduado deberá conocer los fundamentos técnicos de las nuevas tendencias en este campo como: la energía proveniente de la biomasa, eólica, y energía solar, la nueva energía nuclear, la cogeneración (electricidad y calor) y los sistemas innovadores, eficientes y sostenibles, desde una óptica generalista de asignaturas fundamentales de corte horizontal y asignaturas de aplicación de corte vertical. El impacto ambiental y la diversificación de fuentes están presentes en casi todos los proyectos industriales y debe existir como opción de formación de los ingenieros del futuro. La formación académica deberá adecuarse a lo que es un nivel de graduado, teniendo presente que la formación de nivel superior deberá encomendarse al título de Master o al Doctorado.

Por lo tanto el título de "GRADUADO/A EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA POR LA UNIVERSIDADE DE VIGO" pretende aglutinar el mejor conocimiento disponible en la Universidade de Vigo en el tema objeto del mismo, con el fin de ofrecer una formación de la máxima calidad posible y adecuación a la demanda profesional existente y previsible.

Por ello se han definido dos menciones:

Mención en Tecnologías Energéticas (TE), que pretende suministrar la formación adecuada y de alto nivel a los futuros profesionales que van a ejercer en el área de la ingeniería de los procesos energéticos desde las fuentes de energía y su generación para sus distintas aplicaciones.

Mención en Eficiencia Energética (EE) que pretende suministrar la formación precisa para desarrollar tecnologías y sistemas eficientes y sostenibles.

2.1.1 Las enseñanzas de Ingeniería de la Energía

Las enseñanzas en materia de Energía en España

Actualmente no existe en España un título de Ingeniero de la Energía, exceptuando los que han sido presentados y/o aprobados por este programa VERIFICA.

Hasta este momento, la formación técnica energética en el estado español se concreta en la oferta de los títulos oficiales de ciclo largo de Ingeniero de Minas e Ingeniero Industrial y en los títulos de ciclo corto de Ingeniero Técnico de Minas, especialidad en recursos energéticos, combustibles y explosivos y de Ingeniero Técnico Industrial en sus diferentes especialidades.

Los estudios conducentes a la obtención del título de ingeniero de minas se imparten en la actualidad en cinco Universidades (Universidad Politécnica de Madrid, Universidad de Oviedo, Universidade de Vigo, Universidad de León y Universidad Politécnica de Cataluña), ofertando cada Universidad diferentes intensificaciones, que conducen a la obtención de un único título oficial, que es el de ingeniero de minas.

Respecto a las titulaciones de ciclo corto, éste se oferta (con diferentes especialidades) en las universidades de Cantabria, Castilla-La Mancha, Córdoba, Jaén, León, Oviedo, País Vasco, Politécnica de Cartagena, Politécnica de Cataluña, Politécnica de Madrid, Salamanca y Huelva.

Por otro lado, haciendo un análisis de la problemática energética y medioambiental se muestra en la siguiente tabla algunos postgrados que se realizan en España.

Universidad	Título	ECTS	Energías Renovables y nuevos combustibles	Eficiencia Energética	Economía de la Energía	Impacto Legislación Ambiental	Tecnología Energética / sectores energéticos	Recursos Naturales / Residuos
UNED /Jaime I	Máster en Sostenibilidad y Responsabilidad Corporativa	60			X	X		
Univ. Alfonso X el Sabio	Ingeniería Ambiental	60	X	X		X		X
Univ. Autónoma de Barcelona	Ciencias y tecnologías ambientales	120			X	X		X
Univ. Autónoma de Barcelona	Gestión de suelos y aguas	90-120				X		X
Univ. Autónoma de Madrid	Energías y Combustibles para el futuro	60	X					
Univ. Complutense de Madrid	Medio ambiente, dimensiones humanas y socioeconómicas	120			X	X		X
Univ. de la Laguna	Máster en Gobernabilidad para un desarrollo sostenible:	90			X	X		X
Univ. de Lérida	Máster en Gestión de Suelos y Aguas	90						X
Univ. de Lérida	Máster en Planificación Integrada para el Desarrollo Rural y al Gestión Ambiental	120				X		X
Univ. del País Vasco Euskal Herriko Unibertsitatea	Máster en Ingeniería de Materiales Renovables	60	X					
Univ. del País Vasco/EHU	Máster en Ingeniería Ambiental	90				X		X

Univ. Europea de Madrid	Máster en Energías Renovables	60	X				X	
Univ. Granada	Máster Universitario en Ingeniería Ambiental	600h				X	X	X
Univ. Huelva	Máster Oficial en Tecnología Ambiental	60				X		X
Univ. Internacional Menéndez Pelayo	Máster en Energías Renovables, Pilas de Combustible e Hidrógeno	60	X					
Univ. Jaime I	Máster en Eficiencia Energética y Sostenibilidad en Instalaciones Industriales y Edificación	60	X	X		X		
Univ. Jaime I / Valencia / Univ. Pública de Navarra	Química Sostenible	60	X			X		X
Univ. Politécnica de Cataluña	Máster en Ingeniería en Energía	60-120		X		X	X	
Univ. Politécnica de Cataluña	Máster en Sostenibilidad	120	X	X	X	X		X
Univ. Politécnica de Cataluña	Máster en Ingeniería Ambiental	120				X	X	X
Univ. Politécnica de Cataluña	Máster en Arquitectura, Energía y Medioambiente	60		X		X		
Univ. Politécnica de Madrid	Energías Renovables y Medio Ambiente	60	X					
Univ. Politécnica de Madrid	Máster en Energía Solar Fotovoltaica	5	X					
Univ. Sevilla	Máster en Tecnología Química y Ambiental	60				X	X	X
Univ. Zaragoza	Química Sostenible	63	X			X	X	X
Universidad de Santiago	Energías Renovables y Sostenibilidad Energética	60	X	X	X	X		
Universidad de Vigo	Energía y Sustentibilidad	60	X	X	X	X		
Universidad de Vigo	Contaminación Industrial	60				X	X	X

Las enseñanzas en materia de Energía en Europa

Como referencias internacionales de titulaciones de grado en ingeniería (Undergraduate Engineering Studies) similares al título de Graduado/a en Ingeniería de Energía que aquí se propone, se pueden citar las siguientes:

- La Universidad de Ontario Institute of Technology (Canadá), Faculty of Engineering and Applied Sciences. Tiene un título de grado denominado "Energy Systems Engineering" (www.engineering.uoit.ca/undergraduate/energy_systems_engineering.php)
- La Universidad de Birmingham (R.U.) en su "Undergraduate Prospectum" oferta los estudios de "Energy Engineering" (<http://www.undergraduate.bham.ac.uk/coursefinder/engineering/about-coursesengineering>)
- La Universidad PennState (EE.UU.) en su Departamento de "Energy and Mineral Engineering" ofrece el programa "Undergraduate Program in Petroleum and Natural Gas Engineering" que si bien se centra en los combustibles fósiles, su planteamiento y objetivos no son muy diferentes al que aquí se propone. (<http://www.eme.psu.edu/energyeng/index.html>)
- La Universidad de North Texas en su catálogo de títulos de grado (Undergraduate Catalog) ofrece un título similar denominado "Mechanical and Energy Engineering", con objetivos y salidas profesionales parecidas. (<http://www.unt.edu/catalog/undergrad/meenc.htm>)
- La Universidad de Leeds tiene un título de grado denominado "Energy and Environmental Engineering" cuyo currículo es similar al que aquí se propone, haciendo especial énfasis en la relación energía y medio ambiente. (<http://www.engineering.leeds.ac.uk/cgibin/>)
- Sheffield Hallam University (U.K.) ofrece un título denominado "Energy Engineering and Sustainability" de corte parecido y duración de 8 semestres. (http://prospectus.shu.ac.uk/op_UGlookup1.cfm?id_num=627&status=TN)
- Stanford University, School of Earth Sciences (EE.UU.) tiene un programa denominado "Energy Resources Engineering" también de 4 cursos, no muy diferente en su contenido al que aquí se propone.

Además, son diferentes los países y centros de investigación en los que existe desde hace unos años grupos de investigación dedicados a la Eficiencia Energética, en los que además de realizar investigación avanzada en estos aspectos, se desarrollan cursos de postgrado y master de contenidos similares al grado propuesto.

Entre ellos, cabe destacar el curso de postgrado "Heat and Mass Transport in Building Materials, Components and Whole Buildings. From Fundamentals to New Advances", organizado e impartido por el Laboratorio de Física de los Edificios de la Universidad Católica de Lovaina, (<http://www.kuleuven.be/bwf/projects/summercourse/>) en cooperación con la Universidad de Gent, la Universidad Técnica de Eindhoven y la Universidad de Concordia. En este curso se tratan aspectos básicos y avanzados de la física de edificios y de la energética edificatoria.

También se han empleado como referentes externos los programas de:

- Master de la Universidad Técnica de Eindhoven sobre Física de Edificios, (http://w3.bwk.tue.nl/nl/unit_bps/bps_education/mastertrack_building_physics_of_te_built_environment/),
- Master de Ciencia en Ingeniería de la Energía Sostenible y Ahorro Energético, de la (http://www.risoe.dtu.dk/Education/MSC/energy_savings.aspx?sc_lang=en) del Laboratorio Nacional de Energía Sostenible de la Universidad Técnica de Dinamarca, DTU.
- "High Pressure Course". EU SOCRATES Intensive Programme a graduate-student-level

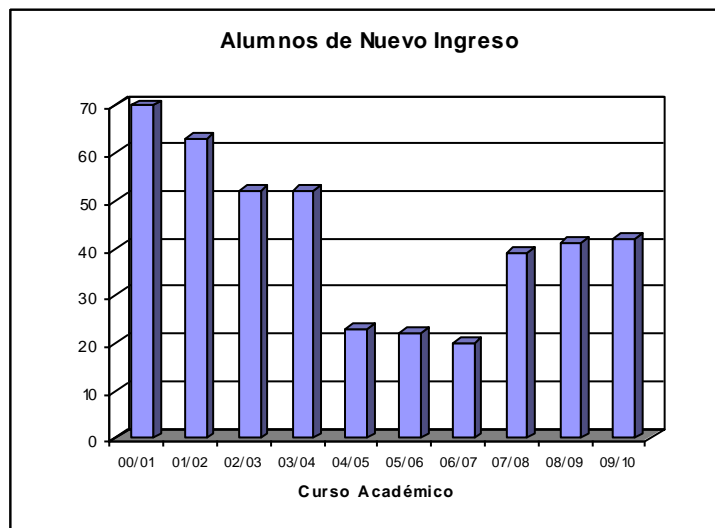
school-High Pressure Technology in the Process and Chemical Industry (www.dct.tudelft.nl).

- “Computational fluid dynamics in the environment and engineering”. University of Leeds (www.leeds.ac.uk),
- College of Engineering. Department of Chemical Engineering. 1400 Townsend Drive, Houghton, Michigan 49931. (www.engr.wisc.edu), “Thermal Power”. Power and Propulsion Department, Cranfield University.

2.1.2 Demanda potencial del título y su interés para la sociedad

A partir del Libro Blanco: Título de Grado en Ingeniería de Minas y Energía donde se ha analizado la demanda del título desde el curso 99-00 al 03-04 se deduce que la demanda del título de Ingeniero de Minas ha ido decreciendo progresivamente a lo largo del periodo analizado, aunque en el último curso se observa un ligero crecimiento, sin embargo en la escuelas técnicas los datos totales por cursos muestran que no existe la misma tendencia decreciente sino que aumenta el número de alumnos de nuevo ingreso. El análisis muestra que las especialidades con mayor número de alumnos de nuevo ingreso son la de “Explotación de Minas” y “Recursos Energéticos, Combustibles y Explosivos”.

El análisis de los datos de demanda de título en la ETSI de Minas de la Universidad de Vigo en los últimos 10 años, que se muestra en la siguiente figura, refleja como en los últimos cursos académicos la demanda de la titulación se ha duplicado. Esto se debe tanto a un mayor conocimiento de las salidas profesionales de la sociedad en general y de la gallega en particular, como a que las salidas profesionales de los Ingenieros de Minas se han multiplicado en los últimos años al desarrollar su actividad en numerosos sectores que están en fase de crecimiento, como la obra civil subterránea, la gestión de recursos naturales, aguas y medio ambiente, los nuevos materiales y las energías renovables.



Se presentan también los resultados de una encuesta realizada a los estudiantes egresados de titulaciones de la Universidad de Vigo sobre su nivel de interés (directo, parcial o escaso), sobre la Ingeniería de la Energía:

Titulaciones Oficiales Relacionadas de la Universidad de de Vigo	
	Interés por los contenidos del Máster

	Especialidades	Directa	Parcial	Escasa
Ingeniería Industrial	Tecnología Eléctrica	X		
	Automática y Electrónica		X	
	Organización Industrial	X		
	Mecánica	X		
	Instalaciones y Construcción	X		
	Diseño y Fabricación		X	
	Especialidades	Directa	Parcial	Escasa
Ingeniería de Minas	Energía	X		
	Materiales		X	
	Ambiental y Minera	X		
	Especialidades	Directa	Parcial	Escasa
Ingeniería Técnica Industrial	Electricidad	X		
	Mecánica	X		
	Química	X		

Por último se muestra los titulados de los últimos años de la Universidade de Vigo con interés en Ingeniería de la Energía.

Titulados Universidade de Vigo

Técnicas	1999/2000	2000/2001	2001/2002	2002/2003	2003/2004	2004/2005	2005/2006	Media (1999-2006)
Ingeniería de Minas	17	13	25	31	43	64	64	37
Ingeniería Industrial	103	84	120	160	176	190	174	144
Ingeniería Técnica Industrial	147	158	219	241	331	572	246	273
Ingeniería Técnica Forestal	48	62	53	66	77	97	38	63
Ingeniería Técnica Agrícola	42	49	78	105	93	94	80	77
Total Técnicas	357	366	495	603	720	1017	602	594

Científicas	1999/2000	2000/2001	2001/2002	2002/2003	2003/2004	2004/2005	2005/2006	Media (1999-2006)
QUÍMICA	59	75	79	107	82	87	77	81
FÍSICA	5	13	9	20	20	9	27	15
Total Científicas	64	88	88	127	102	96	104	96

2.1.3 Relación de la propuesta con las características socioeconómicas de la zona

A nadie se le escapa la inmensa riqueza de los recursos energéticos (biomasa, eólicos, hidráulicos, geotérmicos, ...) de Galicia, riqueza que por otro lado parece no haber sido tradicionalmente canalizada en forma adecuada para incrementar los recursos y la calidad de vida de sus habitantes, si se compara con otras zonas del estado español (exceptuando los recursos eólicos e hidráulicos). En los albores del siglo XXI, es y debe ser nuestro propósito, que los recursos energéticos contribuyan a generar riqueza, y que lo hagan de manera sostenible; de forma que ni se desaprovechen recursos que puedan contribuir a mejorar la calidad de vida, ni se deteriore el Medio Ambiente en pos de generar una falsa riqueza crematística a corto plazo, que ponga en solfa la sostenibilidad del modelo económico, deteriorando a largo plazo nuestra forma de vida.

Uno de los sectores económicos más importantes en Galicia es el sector energético, y en concreto la explotación de los recursos energéticos renovables, con abundantes explotaciones sobre todo eólicas e hidráulicas. En este campo, Galicia es una potencia en producción de energía a partir de tales recursos y se prevé que lo sea también en otros recursos energéticos como biomasa, solar y geotérmica. Ante estas circunstancias, surge la necesidad de formar profesionales en los campos de la explotación y gestión de recursos energéticos en general y de los renovables en particular, con una clara vocación de respeto medioambiental.

Una muestra de la importancia de las energías, en especial las energías renovables en Galicia, lo constituyen los datos del INEGA (Instituto Energético de Galicia). Según este organismo la energía eléctrica consumida durante el año 2006 fue de 1.800 ktep mientras que la energía exportada fue de 1.017 ktep. En ese mismo período, las renovables supusieron un 68,4% de la energía consumida en Galicia. En cuanto a la energía eólica cabe destacar que, según datos de la AEE de 2008, España es la tercera potencia mundial en potencia instalada y Galicia con sus más de 3.100 MW se situaría entre las diez potencias mundiales en este ámbito.

Estos datos ponen de manifiesto la importancia de Galicia como productor de energía y como comunidad de referencia en cuanto a la producción de energía de origen renovable, en especial de origen eólico e hidráulico.

Por todo lo expuesto, las principales razones que justifican el interés académico, científico y tecnológico del Grado en Ingeniería de la Energía son principalmente:

1. Constituirá una oferta de estudios de grado que seguirá proporcionando, con un nivel elevado de calidad, formación a un amplio grupo de estudiantes interesados en el campo energético. Este grado propuesto permitirá dar continuidad a unos estudios que se están impartiendo actualmente tanto en la E.T.S.I Minas como en la E.T.S.I. Industriales. A este hecho hay que sumarle el interés de alumnos de universidades extranjeras (principalmente del norte de Portugal) por incorporarse al programa, lo que demuestra el interés suscitado.

2. El noroeste de España posee cierto déficit formativo en temas específicos relacionados con la energía, debido a problemas de diversa índole (empresas familiares sin departamentos de I+D, compra de tecnología extranjera, etc.) que exigen una respuesta mediante la creación de Centros Tecnológicos, Parques Tecnológicos, apoyo a la I+D de las Pymes, para lo cual se requieren investigadores y profesionales cualificados, con la formación y capacidad adecuada para integrarse dentro de los departamentos de I+D+i.

2.1.4. Normas reguladoras del ejercicio profesional

En el momento del desarrollo de este documento no se había desarrollado una regulación específica para acceder al ejercicio de la profesión de Ingeniero de la Energía.

2.2. Referentes externos a la Universidad

En la Unión Europea hay más de 50 Escuelas, que imparten el título de Ingeniero de Minas o su equivalente. En Estados Unidos y Australia hay 18 y 6, respectivamente. Se han consultado planes de estudios vigentes en algunas de estas Universidades. A continuación se relacionan algunas de estas universidades referentes de calidad e interés contrastado:

UNIVERSIDAD	WEB	PAÍS
Universidad de Dakota del Sur	http://www.usd.edu/	Estados Unidos
Universidad de Exeter	http://www.exeter.ac.uk/	Gran Bretaña
Universidad Mcgill de Canadá	http://www.mcgill.ca/	Canadá
Universidad de Missouri	http://www.mst.edu/	Estados Unidos
Universidad de Utah	http://www.utach/portal/site/uuhome/	Estados Unidos
Universidad West Virginia	http://www.wvu.edu/	Estados Unidos
Universidad de Leoben	http://www.unileoben.ac.at/	Austria
Universidad de Slaska	http://www.polsl.pl/	Polonia
Escuela de Minas de Paris	http://www.ensmp.fr/	Francia
Escuela de Minas de Nancy	http://www.mines.u-nancy.fr/	Francia
Escuela de Minas de Saint Etienne	http://www.emse.fr/	Francia
Universidad Tecnológica de Delft	http://www.tudelft.nl/	Holanda
Universidad Técnica de Minas de Freiberg	http://www.tu-freiberg.de/	Alemania
Instituto Noruego de Ciencia y Tecnología	http://www.ntnu.no/	Noruega
Universidad de Aachen RWTH	http://www.rwth-aachen.de/	Alemania
Universidad Tecnológica de Helsinki	http://www.hut.fi/	Finlandia

Universidad de Leoben	http://www.unileoben.ac.at/	Austria
Politécnico de Torino	http://www.diget.polito.it/	Italia
Universidad de Jönköping	http://www.hj.se/	Suecia
Escuela de Minas de Colorado	http://www.mines.edu/	Estados Unidos
Escuela Federal de Rio Grande del Sur	http://www.ufrgs.br/	Brasil
Universidad de Gales del Sur	http://www.unsw.edu.au/	Australia
Universidad Católica de Lovaina	http://www.ulb.ac.be/	Bélgica
Universidad de Lieja	http://www.ulg.ac.be/	Bélgica
Universidad Politécnica de Mons	http://www.fpms.ac.be/	Bélgica
Imperial Collage	http://www.ic.ac.uk/	Gran Bretaña
Universidad de Leeds	http://www.leeds.ac.uk/	Gran Bretaña
Universidad Heriot Watt	http://www.hw.ac.uk/	Gran Bretaña

En España hay 14 Escuelas que ofertan títulos del catálogo vigentes en Ingeniería de Minas y/o de Ingeniería Técnica de Minas. Se han consultado los planes de estudios de estas universidades.

ESCUELAS QUE OFERTAN INGENIERO DE MINAS		
ESCUELA	WEB	UNIVERSIDAD
Escuela Técnica y Superior de Ingeniería Minera de León	http://www3.unileon.es/ce/eim/	León
Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Minas de Madrid	http://www.minas.upm.es/	UPM
Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Minas de Oviedo	http://www.uniovi.es/	Oviedo
Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Minas de Vigo	http://webs.uvigo.es/etseminas/	Vigo
Escuela Politécnica Superior de Ingeniería de Manresa	http://www.epsem.upc.edu/	UPC

ESCUELAS QUE OFERTAN INGENIERO TÉCNICO DE MINAS		
ESCUELA	WEB	UNIVERSIDAD
Escuela Universitaria Politécnica de Almadén	http://www.uclm.es/CR/EUP-ALMADEN/	Castilla-La Mancha
Escuela Politécnica Superior de Ávila	http://web.usal.es/~epavila/	Salamanca
Escuela Universitaria de IT Minera y de O. Públicas de Barakaldo	http://www.ehu.es/p200-home/es/	País Vasco
Escuela Universitaria Politécnica de Bélmez	http://www.uco.es/organiza/centros/EUPBelmez/	Córdoba
Escuela Universitaria de IT Civil de Cartagena	http://www.upct.es/	Politécnica de Cartagena

Escuela Politécnica Superior de Huelva	http://www.uhu.es/eps/	Huelva
Escuela Técnica y Superior de Ingeniería Minera de León	http://www3.unileon.es/ce/eim/	León
Escuela Universitaria Politécnica de Linares	http://www.ujaen.es/centros/eps/	Jaén
Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Minas de Madrid	http://www.minas.upm.es/	UPM
Escola Politécnica Superior d'Enginyeria de Manresa	http://www.epsem.upc.edu/	UPC
Escuela Universitaria de IT Minera y Topográfica de Mieres	http://www.uniovi.es/	Oviedo
Escuela Universitaria de IT Minera de Torrelavega	http://www.unican.es/	Cantabria
Escuela Politécnica Superior de Ingeniería de Manresa	http://www.epsem.upc.edu/	UPC

La legislación consultada para la elaboración del proyecto ha sido:

- Real Decreto 1393/2007 de 29 de Octubre por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales (<http://www.boe.es/boe/dias/2007/10/30/pdfs/A44037-44048.pdf>)
- Resolución de 15 de enero de 2009, de la Secretaría de Estado de Universidades, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros, por la que se establecen las condiciones a las que se deberán adecuar los planos de estudios conducentes a la obtención de títulos que habiliten para el ejercicio de las distintas profesiones reguladas de Ingeniero Técnico (<http://webs.uvigo.es/victce/images/documentos/normativas/boe-a-2009-1477.pdf>)
- Orden CIN/306/2009, de 9 de febrero, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico de Minas (<http://www.boe.es/boe/dias/2009/02/18/pdfs/BOE-A-2009-2735.pdf>)
- Liñas xerais para a implantación dos Estudos de Grao e Posgrao no SUG. Documento do Consello Galego de Universidades, aprobado no pleno de 5 de novembro de 2007 (http://webs.uvigo.es/victce/images/documentos/EEES/lexislacion/linasxerais_cgu_graoe_posgrao.pdf)
- Directrices propias da Universidade de Vigo sobre estrutura y organización académica dos plans de estudio de Grao. (http://webs.uvigo.es/victce/images/documentos/normativas/directrices_uvigo_planos_estudio_grao_050308.pdf)
- Instrucciones para el desarrollo del punto 6.4 de las directrices propias de la Universidade de Vigo sobre estructura y organización académica de los planes de estudio de grado. (http://webs.uvigo.es/victce/images/documentos/normativas/punto_4_cg_11_06_08.doc)

También se han tenido en cuenta los siguientes documentos:

- Libro Blanco: Título de Grado en Ingeniería de Minas y Energía. Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (http://www.aneca.es/activin/docs/libroblanco_minas_def.pdf).

- Protocolo de evaluación para la verificación de títulos universitarios oficiales. (<http://www.aneca.es/actividadesevaluacion/evaluacionenseñanzas/verifica.aspx>)
- Plan estratégico de la Universidade de Vigo (http://webs.uvigo.es/estrategos/index.php?option=com_content&task=view&id=68&Itemid=138)
- Base de datos y documentación escrita elaborada por la Sociedad de Profesores de Ingeniería de Minas (“Professors in Mining Engineering Society”).
- Documentos de trabajo elaborados por el Instituto de Ingenieros Técnicos de España (INITE)
- Base de datos de la Federación Europea de Asociaciones Nacionales de Ingenieros (FEANI)
- Propuesta de Título de Grado de Ingeniería de Minas y Energía Consejo General de Colegios Oficiales de Ingenieros Técnicos de Minas.
- Informe “La regulación de la Profesión de Ingeniero en 5 estados miembros de la Unión Europea (Alemania, Francia, Finlandia, Italia y Reino Unido) (<http://www.unizar.es/eees/doc/informe-ingenieros-ue.pdf>)
- O Espazo Europeo de Educación Superior: Aspectos Xerais: <http://www.acsug.es/galego/webs/publicaciones14.php>
- O EEES: Perspectiva do Alumnado das Universidades Galegas: <http://www.acsug.es/galego/webs/ficheros/EEESalumnado.pdf>
- O EEES: Perspectiva do Profesorado das Universidades Galegas: <http://www.acsug.es/galego/webs/publicaciones11.php>
- “Proxecto de Inserción Laboral dos Titulados polo Sistema Universitario de Galicia 1996-2001” (<http://www.acsug.es/galego/webs/ficheros/PIL.pdf>)
- “Estudo da Inserción Laboral dos Titulados no Sistema Universitario de Galicia 2001-2003”(http://www.acsug.es/galego/webs/ficheros/insercion_laboral_2001_03.pdf)
- “A demanda de titulados por parte das Pemes galegas (2007)”. (<http://www.acsug.es/galego/webs/ficheros/18g.pdf>)

Como referencias internacionales de titulaciones de grado en ingeniería (Undergraduate Engineering Studies) similares al título de Graduado/a en Ingeniería de Energía que aquí se propone, se pueden citar las siguientes:

- La Universidad de Ontario Institute of Technology (Canadá), Faculty of Engineering and Applied Sciences. Tiene un título de grado denominado “Energy Systems Engineering” (www.engineering.uoit.ca/undergraduate/energy_systems_engineering.php)
- La Universidad de Birmingham (R.U.) en su “Undergraduate Prospectum” oferta los estudios de “Energy Engineering” (<http://www.undergraduate.bham.ac.uk/coursefinder/engineering/about-courses-engineering.shtml>)

- La Universidad PennState (EE.UU.) en su Departamento de “Energy and Mineral Engineering” ofrece el programa “Undergraduate Program in Petroleum and Natural Gas Engineering” que si bien se centra en los combustibles fósiles, su planteamiento y objetivos no son muy diferentes al que aquí se propone. (<http://www.eme.psu.edu/energyeng/index.html>)
- La Universidad de North Texas en su catálogo de títulos de grado (Undergraduate Catalog) ofrece un título similar denominado “Mechanical and Energy Engineering”, con objetivos y salidas profesionales parecidas. (<http://www.unt.edu/catalog/undergrad/meenc.htm>).
- La Universidad de Leeds tiene un título de grado denominado “Energy and Environmental Engineering” cuyo currículo es similar al que aquí se propone, haciendo especial énfasis en la relación energía y medio ambiente. (<http://www.engineering.leeds.ac.uk/cgi-bin/sis/eng/ext/programme.cgi?cmd=details&level=ug&progcode=MEN-EGY%2FEV>)
- Sheffield Hallam University (U.K.) ofrece un título denominado “Energy Engineering and Sustainability” de corte parecido y duración de 8 semestres. (http://prospectus.shu.ac.uk/op_UGlookup1.cfm?id_num=627&status=TN)
- Stanford University, School of Earth Sciences (EE.UU.) tiene un programa denominado “Energy Resources Engineering” también de 4 cursos, no muy diferente en su contenido al que aquí se propone.

2.3. Descripción de los procedimientos de consulta utilizados para la elaboración del plan de estudios

2.3.1 Descripción de los procedimientos de consulta internos

La Junta de Escuela de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Minas de la Universidad de Vigo aprobó en la sesión celebrada el 28/11/2007 la composición de la Comisión de Elaboración del Plan de Estudios de los Grados de la Titulación. Tras una modificación realizada en Junta de Escuela el 20/12/07, la composición aprobada fue la siguiente:

- | | |
|---|------------------------------|
| • El Director del centro | Pedro Arias Sánchez |
| • Representante del ámbito explotación | Elena Alonso Prieto |
| • Representante del ámbito materiales | Carmen Pérez Pérez |
| • Representante del ámbito energía | Camilo Carrillo González |
| • Representante ámbito materias básicas | Lino José Álvarez Vázquez |
| • 1º Alumno | Iván Veleiro Pinal |
| • 2º Alumno | Manuel A. González Fernández |
| • PAS | María del Carmen Romo Pérez |
| • 1º Coordinador | Natalia Caparrini Marín |
| • 2º Coordinador | Benito Vázquez Dorrió |
| • Profesional (Ingeniero Minas) | José Enrique Martín Suárez |

En adelante y hasta la presentación de la memoria, dicha Comisión se reunió en las siguientes fechas:

- 28 de Noviembre de 2007
- 4 de Diciembre de 2007
- 12 de Diciembre de 2007

- 17 de Diciembre de 2007
- 19 de Diciembre de 2007
- 21 de Diciembre de 2007
- 9 de Enero de 2008
- 10 de Enero de 2008
- 24 de Marzo de 2009
- 26 de Marzo de 2009
- 30 de Marzo de 2009
- 25 de Mayo de 2009
- 27 de Mayo de 2009
- 5 de Junio de 2009
- 19 de Junio de 2009
- 25 de Junio de 2009
- 1 de Julio de 2009
- 3 de Julio de 2009
- 7 de Julio de 2009
- 9 de Julio de 2009
- 13 de Julio de 2009
- 23 de Julio de 2009
- 30 de julio de 2009
- 15 de Octubre de 2009
- 22 de Octubre de 2009
- 5 de Noviembre de 2009

La forma de trabajo adoptada por la Comisión de Elaboración del Plan de Estudios se basó en el debate abierto, sin restricciones, de cada uno de los diferentes aspectos del documento, tanto en su contenido como en las implicaciones que conllevará su aplicación.

Se levantó acta de los acuerdos de todas las sesiones, que fueron colgadas de la Web de la Escuela con el fin de mantener informados a todos los miembros del Centro, facilitando la aportación de ideas y sugerencias a la Comisión. Además, se informó de las decisiones más relevantes del trabajo de la Comisión en las Juntas de Escuela ordinarias que se celebraron mientras duró la elaboración del Plan de Estudios.

Por otro lado, el 2 de junio de 2009, se constituyó el Grupo de Trabajo para asesorar en la elaboración la propuesta del Grado en Energía, este grupo estaba formado por:

- Presidente de la Comisión de Titulación de Industriales: José Cidras
- Representantes Dirección Minas: Pedro Arias
Enrique Granada
- Representantes Dirección Industriales: Eloy González
Jacobo Porteiro
- Representantes Departamentos: José Luis Míguez Tabarés
Camilo José Carrillo González
Javier Taboada
José María Correa
- Representantes Alumnos: Lara Álvarez
Iván Veleiro
- Representantes PAS: Ana Cacheiro

Dicho Grupo de Trabajo se reunió en las siguientes fechas, levantando acta de todas las sesiones celebradas:

- 2 de Junio de 2009

- 11 de Junio de 2009
- 19 de Junio de 2009
- 25 de Junio de 2009
- 30 de Junio de 2009
- 2 de Julio de 2009

Finalmente y tal y como se recoge en el Procedimiento Estratégico PEC02 “Diseño de la Oferta Formativa” del Sistema de Garantía Interna de Calidad del Centro, tras el encargo del Rector, se debe constituir una Junta de Titulación que realice una propuesta de un nuevo título a la respectiva Junta de Centro y a los Órganos Competentes de la Universidade de Vigo.

En este caso, al tratarse de una propuesta conjunta de titulación que surge desde dos Centros:

- Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas
- Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales

Se optó por la constitución de una Junta de Titulación conjunta entre ambos centros, que fue nombrada por el Consejo de Gobierno de la Universidade de Vigo el 19 de noviembre de 2009.

La composición de dicha Junta de Titulación es la que sigue:

- Un representante del Rector que ejercerá de presidente de la Junta de Titulación.
- El director de cada uno de los Centros
- Un subdirector de cada uno de los Centros
- Los directores de los Departamentos implicados en la docencia del Grado:
 - Departamento de ingeniería de los recursos naturales y medio ambiente
 - Departamento de ingeniería eléctrica
 - Departamento de ingeniería mecánica, máquinas y motores térmicos y fluidos
 - Departamento de ingeniería química
- 2 alumnos, uno de cada centro.
- 1 representante del PAS

La Junta de Titulación, a lo largo de sus sesiones, elaboró todos los puntos de la memoria. Finalmente, la Junta de Titulación dio su aprobación por unanimidad, al borrador de la Memoria del Grado el 23 de noviembre de 2009.

De acuerdo con el procedimiento establecido por el Vicerrectorado de Titulaciones y Convergencia Europea, se publicó en la página Web del Vicerrectorado (de forma restringida para la comunidad universitaria), comunicándose a todas las partes interesadas y se abrió un plazo de alegaciones hasta el 9 de diciembre de 2009. Las alegaciones, después de ser estudiadas e informadas por la Junta de Titulación, fueron sometidas a la consideración de la Junta de Escuela, que aprobó la Memoria Definitiva del Grado el 18 de diciembre de 2009.

La memoria fue informada positivamente sobre su viabilidad por la Comisión de Organización Académica y Profesorado (COAP) de la Universidade de Vigo. También fue informada positivamente en Consello de Gobierno de la Universidade de Vigo el 21 de diciembre de 2009. Finalmente, la Memoria fue aprobada en Consello Social el 22 de diciembre de 2009.

Se ha contado en todo momento con la asesoría técnica de:

- El Vicerrectorado de Titulaciones y Convergencia Europea de la Universidade de Vigo.
- El Área de Calidad de la Universidade de Vigo
- El Vicerrectorado de Organización académica y profesorado de la Universidade de Vigo.

Además se ha participado en los cursos, conferencias, reuniones formativas e informativas

que permitieran precisar y completar la información necesaria:

- Actividad de Formación “I Jornada de Innovación Educativa en la Universidad” (15 de diciembre de 2006)
- Jornada de formación “Evaluación en el Espacio Europeo de Educación Superior” (31 de enero de 2007)
- Jornada de Formación “Internacionalización y cooperación en las titulaciones en el EEES” (4 de julio de 2007)
- Actividad de Formación “Innovación Educativa en los Estudios de Ingeniería” (19 de septiembre de 2007)
- Actividad de Formación “II Jornada de Innovación Educativa en la Universidad” (14 de diciembre de 2007)
- 1º Ciclo e conferencias: La docencia universitaria” (Junio 2007-marzo 2008)
- Curso “La planificación docente en el marco del EEES: del proyecto formativo de la titulación al diseño de guías docentes de las materias” (31 de enero de 2008)
- Sesión informativa sobre as novas titulacions de grao (26 de marzo 2008)
- Sesión “Experiencias de adaptación al EEES en titulaciones de la Universidade de Vigo” (25 de abril de 2008)
- Presentación POWERPOINT sobre a memoria a presentar para verificación en la ANECA (5 mayo de 2008)
- Conferencia "A verificación, un camiño para a acreditación" (17 de junio y el 18 de julio de 2008)
- Curso “Obradoiro para la elaboración de guías docentes ECTS” (Julio de 2008)
- Curso “La tutoría en la universidad: diseño del plan de acción tutorial (PAT)” (Noviembre de 2008) 2º Ciclo de Conferencias: Nuevas perspectivas en la docencia universitaria (mayo-octubre 2008)
- Actividad de Formación “III Jornada de Innovación Educativa en la Universidad” (12 de diciembre de 2008)
- Jornada "O recoñecemento e transferencia de créditos nas titulacions adaptadas ao Espazo Europeo de Educación Superior" (27 de Enero de 2009)
- Presentación "Programa VERIFICA: elaboración da proposta dunha titulación do grao en Belas Artes pola Universidade de Vigo". (11 de marzo de 2009)
- Conferencia "Programa VERIFICA: planificación de la enseñanza" (11 de marzo de 09)
- Presentación “Proceso de elaboración da memoria para a solicitude de verificación de títulos oficiais en la Uvigo” (abril 2009)
- Presentación da aplicación DocNet para a elaboración de guías de titulación (12, 16 e 18 de marzo de 2009)

Otra documentación interna consultada ha sido:

- Manual de Sistema Interno de Garantía de Calidad de la ETSI de Minas: <http://webs.uvigo.es/etseminas/cms/index.php?id=52,53,0,0,1,0>
- Informe “Conclusiones a la Encuesta realizada a los Egresados de la ETSI de Minas”.
- Encuestas realizadas desde el curso 2004-2005 a los alumnos de nuevo ingreso.
- Informes de la Evaluación de la Titulación: Informe de autoevaluación ETSE Minas, Informe de autoevaluación externa, informe final de evaluación. <http://webs.uvigo.es/etseminas/cms/index.php?id=30,0,0,1,0,0>

2.3.2 Descripción de los procedimientos de consulta externos

En relación con los procedimientos de consulta externos, los directores de las escuelas implicadas han asistido (o delegado su asistencia) a diversas reuniones:

Reuniones de Ámbito Estatal:

- Red de Escuelas de Ingeniería de Minas (REIM)
- Directores de Escuelas de Ingenieros de Minas
- Directores de Escuelas de Ingenieros Técnicos de Minas
- Consejo Superior de Colegios de Ingenieros de Minas de España.
- Colegio de Ingenieros Técnicos de Minas de Madrid

El objetivo general de estas reuniones era coordinar la implantación de títulos de Ingeniero e Ingeniero Técnico de Minas dentro del ámbito estatal. Dadas las dificultades observadas, realidades diferenciadas e intereses encontrados entre los diferentes centros, a lo largo de estos 2 años, el grupo de trabajo de la REIM ha perdido cierto protagonismo a favor del foro más restringido y homogéneo formado por las Escuelas donde se imparte el título de Ingeniería de Minas.

Periódicamente se revisaba el estado de desarrollo de las propuestas a formular por los Centros. Se formularon alegaciones a los diferentes borradores de Órdenes Ministeriales para la regulación de las profesiones Ingeniero de Minas e Ingeniero Técnico de Minas, que durante este período fueron dadas a conocer.

En las últimas reuniones mantenidas se exponen los modelos de implantación de Grado de Minas en las distintas universidades. Se plantean finalmente en la mayoría de las escuelas dos modelos, o bien implantar dos grados uno de Minas y otro de Energía, o bien implantar un único grado de Minas y Energía conjunto.

Reuniones de ámbito autonómico

Reunión de las Escuelas de ingeniería con profesión regulada dentro del sistema universitario gallego: Se celebró en la Escuela de arquitectura el 23 de Junio de 2009. El objetivo de esta reunión era conocer el estado actual de los diferentes centros donde se imparten estudios de Ingeniería (exclusivamente las catalogadas como profesiones reguladas), respecto al proceso de adaptación de los títulos respectivos al marco normativo conocido como "modelo Bolonia".

El resultado más importante de esta reunión se materializó en un acuerdo, adoptado por unanimidad, para demandar que en el sistema universitario gallego las Ingenierías tengan una presencialidad mínima de entre 10/12 h. por crédito ECTS. Esta demanda fue elevada a los respectivos rectores de cada una de las tres Universidades gallegas.

Reuniones de la Universidade de Vigo

Se asistió a diversas reuniones de los Centros ámbito tecnológico Universidade de Vigo, bajo la coordinación de la Vicerreitoría de Titulacións e Convergencia Europea. Las primeras reuniones se realizaron en el invierno/primavera del 2008, debido a la situación de retraso en las ingenierías a la espera de la aprobación de las fichas donde se regularan las profesiones reguladas. Estas reuniones se espaciaron en el tiempo hasta la aprobación de las Órdenes Ministeriales respectivas y a partir del mes de febrero del año 2009 se organizaron reuniones para la coordinación de los grados del ámbito tecnológico, Ingenierías y Arquitectura dentro de la Universidade de Vigo, cada 15 días aproximadamente.

Consultas a Empresas e Instituciones

Con el objetivo de adecuar las competencias y contenidos del plan de estudios a las necesidades del mercado laboral y tratar de garantizar el mayor nivel de empleabilidad posible de los egresados se han realizado diversas consultas a empresas e instituciones vinculadas a la actividad docente del Grado.

Se han realizado consultas con el fin de conocer y valorar las principales tecnologías demandadas por los empleadores; las competencias, cualidades y aptitudes deseadas en los titulados y la formación inicial que se realiza en las empresas y definir así los perfiles profesionales más adecuados para los Ingenieros de Energía en el entorno socioeconómico de Galicia.

Otra documentación externa consultada ha sido:

- Informe provisional “Estudio de la situación actual y perspectivas de la formación y empleabilidad de los Ingenieros de Minas (ESAPFEIM)” realizado por el Consejo Superior de Colegios de Ingenieros de Minas de España elaborado a partir de los resultados de la encuesta realizada a los Ingenieros de Minas colegiados.
- Resultados provisionales de la “Encuesta Socio-profesional sobre los Ingenieros de Minas colegiados. Opinión de los empleadores realizado por el Consejo Superior de Colegios de Ingenieros de Minas de España.