

FECHA: 04/02/2019

EXPEDIENTE Nº: 10375/2018

ID TÍTULO: 2503933

CONTESTACION RESPECTO A LOS ASPECTOS A SUBSANAR DE LA TITULACION

Esta sección describe las modificaciones realizadas en el plan de estudios para dar respuesta a los aspectos a subsanar, comunicados por la Comisión de Evaluación en su informe del 4 de febrero de 2019. Se muestra, en cursiva y color verde, el aspecto concreto a modificar y seguidamente unos comentarios justificativos en negro y las acciones ejecutadas para su subsanación, en su caso, en color rojo.

ASPECTOS A SUBSANAR

CRITERIO 2. JUSTIFICACIÓN

La universidad justifica diferencias entre el Grado propuesto y el Grado en Ingeniería en Electrónica y Automática Industrial basándose en diferenciaciones en asignaturas que cubren competencias básicas y comunes a la rama industrial. Según la orden CIN 351/2009, estas asignaturas cubren competencias comunes, por lo que no está justificada su diferenciación. Esta diferenciación debe venir de los 120 ECTS restantes. En resumen, no existen 60 ECTS diferentes entre titulaciones. Se debe modificar.

Comentarios: Agradecemos a la Comisión su comentario con objeto de la mejora de la identidad de la titulación. En la definición del plan de estudios se consideró que la diferente asignación de créditos para la adquisición de las competencias comunes de una titulación, tanto básicas como de rama industrial, era un factor relevante en la orientación curricular real del estudiante y, en concreto, del estudiante del Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales en relación con los Grados especialistas con atribuciones profesionales. Sin embargo, como se hace observar en el informe, no es posible contabilizar dichos créditos formalmente para establecer la diferencia

entre titulaciones de la misma Universidad. Así pues, se atiende la solicitud de modificación, realizando los cambios y ajustes de contenidos, competencias y títulos en determinadas materias y asignaturas del plan de estudios. Para ello, además del propio trabajo de la Comisión encargada de la elaboración del plan de estudios, se han realizado consultas externas a expertos y se ha revisado cómo se aborda esta cuestión en los planes de estudio equivalentes de varias Universidades, especialmente de la Universidad Politécnica de Madrid, Universidad Carlos III de Madrid y de la Universidad Politécnica de Valencia, donde se observan diferentes estructuras y tipologías dependiendo de la propia trayectoria de la Universidad. Tras el trabajo realizado, consideramos que la propuesta de plan de estudios de Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales que aquí se realiza cumple con el mínimo de 60 ECTS exigidos para la diferenciación con el Grado en Ingeniería en Electrónica y Automática Industrial existente y, por supuesto, con cualquier otra titulación impartida en la Universidad de Alcalá.

Acciones ejecutadas: Para atender este único punto, se realizan modificaciones en los apartados que a continuación se indican:

a) En la plataforma, Criterio 1. *Descripción del título*, apartado 1.2 *Distribución de créditos* se modifica la tabla a los siguientes valores:

Créditos formación básica: 72 ECTS

Créditos obligatorios: 132 ECTS

Créditos optativos: 24 ECTS

Créditos prácticas externas (obligatorias): 0 ECTS

Créditos trabajo de fin de grado o máster: 12 ECTS

Créditos ECTS: 240 ECTS

b) En el Criterio 2. *Justificación*, en su apartado 2.3 *Diferenciación de títulos dentro de la misma Universidad*, además de incluir una nueva redacción de parte del texto introductorio, como punto principal se sustituye la tabla justificativa por la siguiente:

“En este contexto, en la siguiente tabla se detallan y cuantifican las diferencias entre la titulación del Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales propuesto y el existente Grado en Ingeniería en Electrónica y Automática Industrial en términos de

competencias y créditos diferenciadores para las materias establecidas en el Grado propuesto. La información completa se encuentra desarrollada en el documento 5.1 *Descripción del plan de estudios*:

<i>Materia del Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales</i>	<i>Competencias específicas asociadas</i>	<i>ECTS diferentes</i>
Fundamentos de Ingeniería Mecánica	<p>Conocimientos y capacidades para el cálculo, diseño y ensayo de máquinas.</p> <p>Conocimientos y capacidades para aplicar los fundamentos de la elasticidad y resistencia de materiales al comportamiento de sólidos reales.</p> <p>Conocimientos y capacidad para el cálculo y diseño de estructuras y construcciones industriales.</p>	12
Sistemas fluidotérmicos y reactivos	<p>Conocimientos aplicados de ingeniería térmica.</p> <p>Conocimiento aplicado de los fundamentos de los sistemas y máquinas fluidomecánicas.</p> <p>Conocimientos sobre balances de materia y energía, biotecnología, transferencia de materia, operaciones de separación, ingeniería de la reacción química, diseño de reactores, y valorización y transformación de materias primas y recursos energéticos.</p>	12
Fundamentos de ingeniería eléctrica	<p>Capacidad para el cálculo y diseño de máquinas eléctricas.</p> <p>Capacidad para el cálculo y diseño de instalaciones eléctricas de baja y media tensión.</p> <p>Conocimientos sobre control de máquinas y accionamientos eléctricos y sus aplicaciones.</p>	12
Producción, organización	Conocimiento aplicado de sistemas y procesos de fabricación, metrología y control de calidad.	6

industrial y medioambiente	Conocimientos sobre balances de materia y energía, biotecnología, transferencia de materia, operaciones de separación, ingeniería de la reacción química, diseño de reactores, y valorización y transformación de materias primas y recursos energéticos.	
Métodos matemáticos aplicados a la ingeniería industrial	Comprensión de métodos matemáticos computacionales que amplíen los conocimientos básicos adquiridos y que permitan su aplicación al análisis y modelado de dispositivos y procesos en el ámbito de las tecnologías industriales.	6
Sistemas Inteligentes en la Industria	Competencias específicas propias de cada intensificación (ver documento 5.1).	18
Sistemas de Energía Eléctrica	Competencias específicas propias de cada intensificación (ver documento 5.1).	
Mecánica	Competencias específicas propias de cada intensificación (ver documento 5.1).	
Ingeniería Química y Ambiental	Competencias específicas propias de cada intensificación (ver documento 5.1).	
Total ECTS diferenciadores entre titulaciones		66

Se puede concluir, por tanto, que las titulaciones de rama industrial que oferta la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Alcalá tienen un nivel de distinción por encima del mínimo requerido de 60 ECTS, ofreciendo así alternativas atractivas para estudiantes de ingeniería de intereses académicos y profesionales diversos. Con este diseño se amplía también la orientación de las empresas con las que será posible establecer contactos en el desarrollo de prácticas, proyectos de investigación y desarrollo y serán también mayor el número de empresas que resultarán atractivas para nuestros egresados."

En ese mismo documento 2. *Justificación*, apartado 2.1 *Justificación del título propuesto, argumentando el interés académico, investigador o profesional del mismo*, se ha vuelto a redactar la descripción de las intensificaciones de Sistemas Inteligentes en la Industria y Sistemas de Energía Eléctrica para adaptarlo a los ajustes en la orientación de competencias y contenidos realizados con el fin de evitar coincidencias con la oferta del Grado en Ingeniería en Electrónica y Automática

Industrial. Estos ajustes se desarrollan en el documento *5.1 Descripción del plan de estudios*.

c) En el Criterio 3. *Competencias*, apartado 3.3 *Competencias específicas* de la plataforma se ha incluido las competencias específicas siguientes para atender las modificaciones del plan de estudios asociadas:

- Comprensión de métodos matemáticos computacionales que amplíen los conocimientos básicos adquiridos y que permitan su aplicación al análisis y modelado de dispositivos y procesos en el ámbito de las tecnologías industriales.
- Conocimiento aplicado de sistemas y procesos de fabricación, metrología y control de calidad.
- Conocimientos sobre balances de materia y energía, biotecnología, transferencia de materia, operaciones de separación, ingeniería de la reacción química, diseño de reactores, y valorización y transformación de materias primas y recursos energéticos.
- Capacidad para el cálculo y diseño de máquinas eléctricas.

d) En el criterio 5. *Planificación de las enseñanzas* se ha modificado el documento *5.1 Descripción del plan de estudios*, destacando, de forma resumida, las siguientes modificaciones del plan de estudios para cumplir de forma suficiente las exigencias de diferenciación de créditos entre titulaciones:

- Creación de una materia de título “Métodos matemáticos aplicados a la ingeniería industrial”, con una única asignatura de 6 ECTS de igual nombre, para la adquisición de la competencia específica de Universidad “Comprensión de métodos matemáticos computacionales que amplíen los conocimientos básicos adquiridos y que permitan su aplicación al análisis y modelado de dispositivos y procesos en el ámbito de las tecnologías industriales.”
- Incluir en la materia de nombre “Producción, organización industrial y medioambiente” 3 ECTS asociados a la competencia específica “Conocimiento aplicado de sistemas y procesos de fabricación, metrología y control de calidad”, como ampliación de los 3 ECTS destinados a la adquisición de la competencia de rama industrial “Conocimientos básicos de los sistemas de producción y fabricación”.
- Incluir en la materia de nombre “Producción, organización industrial y medioambiente” 3 ECTS asociados a la competencia específica “Conocimientos sobre balances de materia y energía, biotecnología, transferencia de materia, operaciones de separación, ingeniería de la reacción química, diseño de reactores, y valorización y transformación de

materias primas y recursos energéticos”, como ampliación de los 3 ECTS destinados a la adquisición de la competencia de rama industrial “Conocimientos básicos y aplicación de tecnologías medioambientales y sostenibilidad”.

- Realizar modificaciones en la materia de nombre “Fundamentos de ingeniería eléctrica”, que además de la asignatura de Circuitos Eléctricos incluirá en esta propuesta las más avanzadas de Tecnología Eléctrica I y Tecnología Eléctrica II destinadas a la adquisición de las competencias de Tecnología Específica Eléctrica antes indicadas, con una dedicación de 12 ECTS de los 18 ECTS de la materia.
- Realizar modificaciones en asignaturas, competencias, contenidos y resultados de aprendizaje de las intensificaciones de Sistemas Inteligentes en la Industria y de Sistemas de Energía Eléctrica para diferenciar también sus 18 ECTS de la oferta docente del Grado en Ingeniería en Electrónica y Automática Industrial, tal y como ya sucedía con las intensificaciones de Mecánica y de Ingeniería Química y Ambiental.

En el apartado 5.5 *Módulos, materias (Nivel 1)* de la plataforma se han implementado las modificaciones descritas anteriormente para las diferentes materias afectadas.

2. JUSTIFICACIÓN DEL TÍTULO

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

Los estudios en la rama de la ingeniería industrial están presentes en España desde mediados del siglo XIX. Junto a unos sólidos conocimientos científicos, uno de sus aspectos más característicos es su carácter generalista, multidisciplinar e integrador de las diversas tecnologías industriales asociadas, impulsoras del desarrollo tecnológico del país. El propio Libro Blanco de Titulaciones de Ingeniería de rama Industrial (Propuesta de Escuelas Técnicas Superiores de Ingenieros Industriales - ANECA), en su trabajo de análisis y expresión de propuestas avanzó los pasos para la constitución de las nuevas titulaciones adaptadas al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), manteniendo los aspectos fundamentales que las hacen reconocibles.

En este contexto, y en el proceso de adaptación a dicho EEES, el Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales (nivel MECES 2) asume este enfoque integrador y multidisciplinar para constituir un programa coordinado con el Máster Universitario en Ingeniería Industrial (nivel MECES 3) que de forma natural permita adquirir las capacidades y atribuciones profesionales que habilitan para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Industrial en un escenario cambiante y global en el que la Investigación, el Desarrollo y la Innovación (I+D+i) serán imprescindibles en la industria.

El Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales es, a día de hoy, una titulación ya asentada en fondo y forma en la Universidad española, siendo uno de los Grados de rama industrial con una nota media de acceso más elevada en las universidades donde se oferta. Su interés académico es, por tanto, indudable.

En el ámbito de la Universidad de Alcalá, en la actualidad se imparte un Grado de rama industrial especialista, el Grado en Ingeniería en Electrónica y Automática Industrial, heredero de la antigua Ingeniería Técnica Industrial en Electrónica Industrial, además del propio Máster Universitario en Ingeniería Industrial. Asimismo, se imparten cuatro Grados de la rama de Ingeniería de Telecomunicación (el Grado troncal y tres Grados especialistas) y tres de Ingeniería Informática (el Grado troncal y dos Grados especialistas). Así pues, en el propio diseño a medio plazo de la formación en ingeniería en la Universidad de Alcalá se considera imprescindible la implantación de esta titulación para fortalecer de forma equilibrada los tres pilares en los que se asienta (Telecomunicación, Informática e Industrial) y, de forma prioritaria, mejorar la integración de los títulos de Grado de rama industrial con el Máster Universitario en Ingeniería Industrial que se imparte desde el curso 2014-15 en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Alcalá.

Cabe destacar, también, que la propia multidisciplinariedad de la titulación requiere de la participación de profesorado de un amplio número de áreas de conocimiento y Departamentos. Así, cómo se detalla en esta memoria de verificación, tendrán participación activa en este título de Grado profesores de las áreas de conocimiento de Matemática Aplicada, Física Aplicada, Química Orgánica, Química Inorgánica, Expresión Gráfica en la Ingeniería, Organización de Empresas, Tecnología Electrónica, Ingeniería Mecánica, Ingeniería Eléctrica, Arquitectura y Tecnología de Computadores, Ingeniería de Sistemas y Automática, Ingeniería Química y Proyectos de Ingeniería.

Esta diversidad implica la participación de ocho Departamentos diferentes con sede en la Escuela Politécnica Superior en su mayoría o bien que imparten docencia en ella pero tienen sede en otras Facultades (Facultad de Ciencias y Facultad de Ciencias Económicas, Empresariales y Turismo) que aportan sus recursos humanos y materiales. La Escuela Politécnica Superior es el Centro de impartición del título. Este hecho resulta un factor netamente positivo, no solo en

cuanto al aprovechamiento y optimización de recursos humanos y materiales sino también por el enriquecimiento de la formación recibida por los estudiantes derivado de las diferentes aproximaciones a las tecnologías industriales a partir de sus bases científicas. Constituye, a su vez, un reto de integración y coordinación que requiere reflexión y esfuerzo. En la propia Comisión encargada de elaborar los Planes de Estudio de la titulación ha habido representación de todos los Departamentos y áreas de conocimiento y se ha trabajado para dotar de continuidad a las diferentes asignaturas, mediante la definición de materias de largo recorrido que están, a su vez, relacionadas entre sí. Para ello se ha trabajado de inicio con un mapa conceptual identificando los conocimientos y herramientas fundamentales que un Ingeniero Industrial debe disponer para, a partir de ahí generar la estructura y el detalle de la titulación.

Junto al propio diseño del plan de estudios, la cohesión de la titulación requiere de unos mecanismos prácticos de coordinación, ya existentes en la Escuela Politécnica Superior y que se detallan en posteriores apartados de esta memoria. Son mecanismos que permiten tanto la coordinación horizontal como vertical durante el desarrollo completo de los estudios.

Desde el punto de vista científico-investigador las tecnologías industriales constituyen un conjunto de áreas relacionadas de interés primordial en todos los países industrializados, ya que son tecnologías base en las cuales se sustenta una parte muy importante de su desarrollo tecnológico y económico y encuentran aplicaciones en prácticamente todos los aspectos de la vida. Si bien las competencias relacionadas con la actividad de I+D+i se encuentran específicamente incluidas en la regulación del Máster Universitario en Ingeniería Industrial, el Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales establece precisamente las bases científicas y tecnológicas para poder desarrollar plenamente el carácter aplicado e innovador tanto en el desarrollo de productos y procesos como en la gestión industrial.

La formación, por tanto, de titulados con capacidades para afrontar actividades de innovación en estos campos es muy importante para todos los sectores ligados al I+D+i. En este sentido, la propia actividad investigadora relacionada con la profesión de Ingeniero Industrial (proyectos de investigación, tesis doctorales, publicaciones científicas, etc) desarrollada por los distintos Departamentos y Grupos de investigación de la Escuela Politécnica Superior y la Facultad de Ciencias, en líneas directamente ligadas al título de Grado que se propone, constituye ya una justificación del interés científico de este Grado conjuntamente con su continuación en el Máster Universitario en Ingeniería Industrial.

En las líneas de investigación ligadas a las diferentes tecnologías abordadas en este Grado (ingeniería eléctrica, ingeniería mecánica, ingeniería electrónica, ingeniería de sistemas y automática, ingeniería química, etc) se han realizado múltiples proyectos financiados por Organismos Públicos (Comunidad de Madrid, Comunidad de Castilla-La Mancha, España, Unión Europea) y entidades privadas. En muchos de estos proyectos han colaborado mediante sus Proyectos Fin de Carrera, Fin de Grado o Fin de Máster alumnos de Ingenierías. Además, también se han leído Tesis Doctorales afines a este título. El incremento del nº de Tesis va ligado al crecimiento de I+D+i de esta Escuela. Todo esto ratifica el interés científico del título que se propone, y la capacidad histórica de la Escuela para introducir a los estudiantes en sus programas de I+D+i.

Además, en los próximos años, los egresados de esta titulación propuesta que continúen en el Máster serán demandados para trabajar en los grupos de investigación de la Universidad, en el contexto de los Programas Oficiales de Postgrado. Este interés es mayor aún si, como en el caso de esta Institución, el modelo de investigación contempla la retroalimentación entre la I+D, la formación y la innovación; si la investigación se desarrolla en colaboración con los Centros Tecnológicos y las empresas; si existen espacios empresariales como es el actual Parque Tecnológico de Alcalá y el Parque Tecnológico de Guadalajara donde se pueden establecer empresas de base tecnológica y con una fuerte orientación hacia la I+D+i; y si está alineada con

los planes científico-tecnológicos sociales que responden a fines y estrategias de generación de riqueza y desarrollo para nuestra comunidad.

Por su propio carácter aplicado, el interés profesional de cualquier titulación de ingeniería debe resultar evidente y siempre ligado a la I+D+i. Asimismo, esta justificación debe abarcar un amplio espectro geográfico, desde el nivel local y regional hasta el internacional. En este caso, el interés de la titulación viene avalado por la existencia de un entramado empresarial muy potente en la Comunidad Autónoma de Madrid, con empresas líderes en el sector Industrial en España. Más específicamente, el llamado Corredor del Henares o Valle del Henares, con una población superior a las 600.000 personas es uno de los polos industriales de referencia en la Comunidad de Madrid, extendiéndose hasta la provincia de Guadalajara, en Castilla-La Mancha. La Asociación de Empresarios del Henares (AEDHE) es la patronal intersectorial de este entorno socioeconómico, en el que desarrollan su actividad más de 19.000 empresas. Esta cercanía Universidad-Empresa se considera relevante para establecer colaboraciones en proyectos y esencial para el desarrollo de los programas de prácticas en empresas, incluidas en este Grado como asignatura optativa y en el Máster Universitario en Ingeniería Industrial como asignatura obligatoria. Como punto de arranque de la carrera profesional de los egresados resulta de gran valor la existencia de un importante potencial industrial en la zona, por motivos obvios de proximidad, tiempo de desplazamiento y compatibilidad con los estudios. Junto a esta aproximación local, tanto la titulación propuesta como las demás titulaciones de rama industrial y, en general, la Universidad de Alcalá en su conjunto, tienen una clara vocación internacional, con programas Erasmus a los que se acoge un número relevante de estudiantes.

En las consultas realizadas a las empresas del entorno de la Universidad, éstas han mostrado su interés por el perfil generalista e integrador del ingeniero industrial, y han demandado a esta institución profesionales que respondan al perfil de ingeniero que pretende la titulación.

Asimismo, el libro blanco de la Ingeniería Industrial señalaba que el porcentaje de Titulados del ámbito de la Ingeniería Industrial que encontraron su primer trabajo relacionado con sus estudios durante el primer año tras su graduación se situaba entre 10 y 15 puntos porcentuales por encima de la media del conjunto de titulaciones analizadas. En este mismo informe se señala que los Ingenieros Industriales presentan índices de desempleo muy reducidos del 3% al 6% y que la proporción de contratados indefinidos (entre el 56% y el 65%) es muy superior a la media. Como conclusión, en estos estudios que, si bien estaban realizados entre los años 2000 y 2004, sirven como referencia comparativa, se afirmaba que hay una buena inserción laboral y que, con las oscilaciones propias de la actividad económica, se ha venido manteniendo durante los 10 últimos años. Asimismo, según los últimos datos de ofertas de empleo para universitarios los estudios de la rama de la Ingeniería Industrial, junto con los de Administración y Dirección de Empresas, son los más demandados.

Un interesante estudio sobre el perfil de los egresados en Ingeniería Industrial fue presentado por el Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid (COIIM) en mayo de 2018. En dicho estudio, no sólo se analizaba la empleabilidad propiamente dicha, con datos por encima del 90%, sino también el grado de integración en las redes sociales profesionales, la disposición de estudios internacionales, la movilidad geográfica o los intereses sociales más allá de la ingeniería. Como aspecto relevante de reflexión sobre el perfil de egresados, indicaba que únicamente el 28% son mujeres.

La Universidad de Alcalá en su conjunto está avanzando en los ranking internacionales relacionados con la empleabilidad. Así, en el QS Graduate Employability Ranking se sitúa en el rango 201-250 de las mejores universidades del mundo en empleabilidad. En parámetros más específicos, como el de 'relaciones con empresas', la Universidad de Alcalá se sitúa en la posición 71 del mundo. También está en el top 100 en la 'tasa de empleabilidad de los egresados', donde ocupa la posición 97. Estos resultados vienen a confirmar los buenos resultados globales avanzados en su momento por el ranking BBVA-IVIE, que destacaba a la

UAH como la universidad con mayor empleabilidad en España dentro de las universidades públicas. Asimismo, la encuesta Universum Most Attractive Employers-España 2017 revela que la UAH es una de las universidades mejor valoradas por los universitarios con respecto a su capacidad de formarles en habilidades prácticas, aplicables al mundo laboral y enfocadas en el desarrollo profesional.

En este contexto, las titulaciones de ingeniería, por sus propias características, se sitúan siempre en la vanguardia en la relación Universidad-Empresa y en empleabilidad de sus egresados.

El Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales no otorga atribuciones profesionales como tal, sino que éstas se disponen una vez que el egresado realiza y concluye el Máster Universitario en Ingeniería Industrial, titulación que también se imparte en la Universidad de Alcalá. El ejercicio de la profesión de Ingeniero Industrial requiere estar en posesión del correspondiente título oficial de Máster Universitario obtenido, en este caso, de acuerdo con lo previsto en el artículo 15.4 del referido Real Decreto 1393/2007, conforme a las condiciones establecidas en el Acuerdo de Consejo de Ministros de 26 de diciembre de 2008, publicado en el Boletín Oficial del Estado de 29 de enero de 2009. Sin embargo, cabe destacar en este punto el valor del Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales que, si bien como se indica no otorga atribuciones profesionales por sí mismo, sí forma y permite al estudiante adquirir capacidades profesionales en el ámbito de las tecnologías industriales, además de capacidades transversales imprescindibles para el desarrollo laboral.

Este título de Graduado o Graduada en Ingeniería de Tecnologías Industriales se ha diseñado para cumplir dos condiciones clave: la primera, obligada, que permita el acceso directo de los egresados al Máster Universitario en Ingeniería industrial sin complementos de formación previos; la segunda, por reflexión y decisión de la propia comisión elaboradora, que ofrezca una amplia formación multidisciplinar a los estudiantes que les permita tener una visión global de la realidad industrial. La experiencia y el intercambio de impresiones con empresas del sector, confirma que en cualquier industria, ya tenga una u otra orientación, siempre están presentes tecnologías diversas e integradas entre sí, donde son clave los aspectos organizativos y de gestión de proyectos. El perfil de ingeniero que tenga esa visión global y que, a su vez, pueda entenderse y hacerse entender por los profesionales más especialistas para el desarrollo de acciones específicas avanzadas es fundamental. Esta característica en ocasiones no destaca en el inicio profesional del egresado, donde se requiere un perfil técnico más específico, propio del Ingeniero Técnico Industrial especialista, pero gana peso en el medio y largo plazo del desarrollo profesional del egresado.

El Grado objeto de verificación se ha diseñado para permitir la adquisición del conjunto de competencias básicas y comunes a la rama industrial que establece la Orden CIN/351/2009 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 Industrial. La principal diferencia con los títulos de Grado habilitantes se encuentra en que en estos últimos se adquieren, además, todas y cada una de las competencias específicas de una especialidad concreta (Mecánica, Eléctrica, Electrónica industrial, Química Industrial o Textil), con un desarrollo mínimo de 48 ECTS, mientras que el Graduado en Ingeniería en Tecnologías Industriales desarrolla esos 48 ECTS o más distribuidos en varias de las tecnologías industriales indicadas. Este condicionante se cumple en el Grado propuesto por la Universidad de Alcalá, garantizando así el acceso directo al Máster Universitario en Ingeniería Industrial de sus egresados.

Así pues, el Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales tiene un doble valor, por la adquisición de sus propias competencias profesionales básicas, comunes a la rama industrial y una diversidad de competencias específicas en tecnologías industriales y por servir de entrada a la adquisición plena de competencias y ya sí, atribuciones profesionales del Ingeniero Industrial con el Máster.

En la línea antes avanzada, los titulados en este Grado, como así sucede también con los del Máster, deberán tratar con especialistas de las distintas áreas en las que desarrollen su actividad. Por lo tanto, es necesario que se encuentren preparados para trabajar en el seno de equipos de trabajo multidisciplinares, aportando precisamente su formación global e integradora. Deben ser capaces de entender a otros profesionales más especialistas y hacerse entender por ellos cuando se desarrollen los proyectos conjuntos. Se puede derivar, por tanto, que junto con la adquisición de las competencias específicas diversas en tecnologías, en el Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales debe dedicarse una atención especial también al desarrollo de las competencias transversales.

En este contexto, para el diseño del plan de estudios, la Comisión encargada de su elaboración, delegada de la Junta de Escuela, ha realizado un amplio análisis de los Grados en Ingeniería en Tecnologías Industriales implantados en la actualidad en las universidades españolas. Si bien todas ellas abordan las competencias básicas y las competencias comunes a la rama industrial, la dedicación a ellas en términos de créditos ECTS es variable. Cabe destacar, a su vez, las importantes diferencias en cuanto al tratamiento de las tecnologías específicas en los diversos Grados. Así, la horquilla es amplia, desde titulaciones en las que las tecnologías específicas se abordan fundamentalmente en forma de menciones optativas de un elevado número de créditos ECTS, con una estructura similar a un Grado especialista, hasta Escuelas que incluyen de forma obligatoria una visión más generalista y diversa de ese conjunto de tecnologías, llegando incluso a no ofertar prácticamente optatividad especializada.

En este amplio abanico de diseños, el Grado propuesto tiene un diseño intermedio. Por una parte, es fuerte en el bloque obligatorio con una aproximación suficiente a las diversas tecnologías industriales (mecánica, eléctrica, electrónica industrial y química industrial), para dotar de ese carácter generalista y multidisciplinar a la formación de los egresados. Por otra parte, se ofrece a los estudiantes la posibilidad de cursar la optatividad orientada a la profundización en tecnologías específicas, no necesariamente incluidas en la Orden CIN/351/2009, en cuatro temáticas consideradas relevantes para la formación del estudiante y útiles en el presente y futuro de la industria. Se ha trabajado para desarrollar un modelo de intensificaciones diferente a la optatividad ofertada en el Grado en Ingeniería en tecnologías Industriales existente. Para este diseño de las materias optativas de intensificación, además del interés de los estudiantes, se ha tenido en cuenta el potencial y puntos fuertes de la propia Universidad y sus Departamentos, tanto desde un punto de vista académico como investigador y en recursos humanos y materiales disponibles. Es un número de bloques temáticos de intensificación inferior al de algunas de las Universidades españolas de mayor tamaño, pero por prudencia y responsabilidad y para poder ofrecer una docencia de calidad, se ha considerado la opción más razonable.

Así pues, en este Grado, y dado su interés científico y profesional, los estudiantes podrán completar sus estudios en una de las cuatro intensificaciones específicas siguientes, quedando reconocido en el Suplemento Europeo al Título al cursar 18 ECTS de una de ellas:

- Sistemas Inteligentes en la Industria
- Sistemas de Energía Eléctrica
- Mecánica
- Ingeniería Química y Ambiental

A continuación, se justifica el interés académico, científico y profesional de las mismas.

a) Intensificación en Sistemas Inteligentes en la Industria

Los Sistemas Inteligentes abarcan una amplia variedad de tecnologías, como los sistemas de procesamiento avanzados, sistemas de control, técnicas de movilidad inteligente, etc., que son claves en la industria actual. Los países y las empresas que cuentan con una fuerte presencia de Sistemas Inteligentes en la Industria no solamente consiguen una extraordinaria competitividad y productividad sino también transmiten una imagen de modernidad. En los países más desarrollados las inversiones en Sistemas Inteligentes en la industria han crecido de forma significativa y muy por encima de otros sectores. En resumen, la competitividad de nuestras

empresas depende de la innovación e independencia tecnológica, en especial en las tecnologías relacionadas con Sistemas Inteligentes.

Para satisfacer las necesidades tecnológicas de la industria, se necesitan sensores, sistemas de procesamiento, algoritmos de procesamiento y redes de comunicación. También se requieren mejoras en las áreas de almacenamiento y gestión de datos, supervisión eficiente, gestión eficaz y flexible de los recursos de fabricación, mejor escalabilidad de los sistemas y capacidad de reconfiguración.

Por lo tanto, los temas abordados en esta especialidad comprenden el conocimiento de la electrónica embebida para dar soporte a los sistemas inteligentes, las metodologías para el desarrollo de aplicaciones, las técnicas para movilidad inteligente en entornos industriales y el control aplicado de vehículos aéreos. En este contexto, la iniciativa Industria Conectada 4.0 se ha lanzado desde el Ministerio de Industrial, Comercio y Turismo, con el fin de impulsar la transformación digital de la industria española mediante la actuación conjunta y coordinada del sector público y privado. Esta iniciativa está alineada y es complementaria a dos iniciativas nacionales: la Agenda Digital y la Agenda para el Fortalecimiento del Sector Industrial en España, aprobada por el Consejo de Ministros el 11 de julio de 2014.

La Universidad de Alcalá pertenece a la red Robocity2030, que agrupa a los principales centros de investigación de la Comunidad de Madrid en la temática de la robótica (<http://www.robocity2030.org/>) y a la Plataforma Española de Robótica (HISPAROB), que agrupa a las instituciones y empresas más importantes a nivel nacional (<http://www.hisparob.es/>).

A nivel internacional, la Universidad de Alcalá está integrada en la red Euron (European Robotics Research Network) (<http://www.euron.org/>) donde se puede encontrar todas las referencias a proyectos europeos realizados sobre esta temática, así como las convocatorias europeas (calls). Si se hace un análisis de los proyectos de investigación realizados en los últimos 5 años en la Escuela Politécnica Superior, hay una gran cantidad de ellos relacionados con los sistemas inteligentes en la industria. Además, posee una cátedra de investigación sobre la temática Industria 4.0.

Dicho lo anterior, parece muy adecuado proponer una especialidad en esta temática dentro de este Plan de Estudios.

A continuación, se presenta, a título de ejemplo, una relación de empresas con actividad en el sector de la robótica y que son potenciales empleadores de nuestros egresados.

- ABB
- Acciona
- DeimosSpace
- Endesa
- GMV
- INDRA
- Infaimon
- KUKA
- Inser
- Sener

Referencias y enlaces de interés

Industria Conectada 4.0 del Ministerio de Industrial, Comercio y Turismo.

Industrial 4.0. Comunidad de Madrid.

Industry 4.0 European Commission.

b) Intensificación en Sistemas de Energía Eléctrica

El sector energético y más específicamente el sector eléctrico es uno de los sectores industriales clave en la actualidad, en sus diversos segmentos de generación, transporte y distribución, adquisición y tratamiento de datos, desarrollo de aplicaciones en la propia industria y, muy específicamente en el sector del transporte, mercados eléctricos, etc.. Su influencia directa sobre

otros sectores industriales a los que sirve de herramienta es a su vez fundamental. Así, es un sector, el eléctrico, que se presenta apasionante en el futuro más próximo, ya presente, con la electrificación creciente del sector del transporte, el agotamiento de los combustibles fósiles y sus problemas medioambientales, la integración de las energías renovables y su gestión desde modelos centralizados a modelos más o menos distribuidos, las necesidades de almacenamiento, o aspectos más puramente eléctricos como los problemas de calidad de red derivados de las nuevas tecnologías de generación y de consumo, entre otros.

España es un país especialmente interesante en el sector eléctrico. Presenta una gran diversidad de tecnologías de generación, con repartos más o menos equilibrados entre eólica, nuclear, poco por debajo carbón, hidráulica y ciclo combinado, cogeneración industrial y, en valores aún escasos pero no despreciables las tecnologías solares. Asimismo, es de los países con una capacidad de gestión eléctrica mediante bombeo de agua en proporción más importantes del mundo. Sus aún limitadas interconexiones internacionales, en aumento, han configurado una red eléctrica de operación compleja, pero a pesar de ello fiable, aportando una gran experiencia y el desarrollo de tecnologías adecuadas. El desarrollo de nuevos modelos energéticos, con la difusión de las tecnologías de generación distribuida, sistemas híbridos de generación con almacenamiento y la gestión en tiempo real del propio sistema eléctrico a partir del tratamiento de la enorme cantidad de datos operativos caracterizan a este sector como un sector en auge en el que se prevé una alta empleabilidad en perfiles de ingeniería e innovación, precisamente por el entorno cambiante en el que se se va a mover en los próximos años.

La Escuela Politécnica Superior incluye en el Grado existente en Ingeniería en Electrónica y Automática Industrial las asignaturas fundamentales de la ingeniería eléctrica, como son los Circuitos eléctricos, Máquinas Eléctricas o Instalaciones, además de las materias de centrales eléctricas y de energías renovables como optativas. Asimismo, en el Máster Universitaria en Ingeniería Industrial también se ofertan asignaturas de carácter eléctrico y energético para abordar las competencias obligatorias correspondientes en Generación, Transporte y Distribución eléctrica. Existe por tanto el conocimiento, la experiencia y los recursos materiales y laboratorios para impartir con garantías de calidad las asignaturas optativas de intensificación relacionadas con esta temática dentro del Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales teniendo, a su vez, una orientación diferente a las diseñadas en el Grado existente.

Asimismo, un importante número de estudiantes realizan sus prácticas de Grado o Máster en empresas del sector o relacionadas, como Iberdrola, GasNaturalFenosa, ahora Naturgy, Endesa, INDRA, REPSOL, GAMESA, EXIDE o ABB, así como en otras relacionadas con las instalaciones eléctricas en otras empresas industriales. Con algunas de las empresas indicadas, la colaboración se extiende además al desarrollo de proyectos de investigación punteros relacionados con el control de las tecnologías eólicas, con la gestión del almacenamiento en miniredes eléctricas o con la predicción del recurso energético, entre otros. Un importante número de Trabajos Fin de Grado, Trabajos Fin de Máster y Tesis Doctorales se han desarrollado alrededor de dichas temáticas eléctricas.

Referencias y enlaces de interés

<https://demanda.ree.es/visiona/peninsula/demanda/total>

<https://www.mincotur.gob.es/energia/electricidad/Paginas/sectorElectrico.aspx>

<http://geiser.depeca.uah.es/>

c) Intensificación en Mecánica

La ingeniería mecánica es una de las bases fundamentales del quehacer del ingeniero industrial. El desarrollo de la industria ha venido asociado al de las máquinas y los mecanismos, las técnicas de producción y el transporte. EL bloque de asignaturas optativas de intensificación en Mecánica busca reforzar el conocimiento de temas básicos para las competencias en estos ámbitos y permitir el posterior desarrollo académico y profesional. Las asignaturas ofrecidas tienen en

común el interés general y la utilidad manifiesta para el ingeniero industrial en múltiples sectores pero además aportan una mirada especial sobre estos temas que en sí mismo constituyen líneas que un profesional puede seguir como especialización toda una vida. Este bloque de asignaturas pretende fundamentar de manera sistemática, científica y ordenada las técnicas de estos ámbitos conduciendo sólidamente a capacidades técnicas claramente prácticas.

En estos últimos años la formación académica reglada en la Escuela Politécnica Superior en ingeniería mecánica se ha enfocado, por una parte, a las asignaturas que abordan las competencias comunes de rama industrial del Grado en Ingeniería en Electrónica y Automática Industrial existente y, por otra parte, a las asignaturas del Máster Universitario en Ingeniería Industrial relacionadas, además de los complementos de formación que los estudiantes del Grado especialista necesitan cursar en su acceso al Máster.

Más allá de esta actividad docente, la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Alcalá y su equipo de profesores de Ingeniería Mecánica es puntera en la investigación y desarrollo de dispositivos mecánicos de última generación, instalaciones, tecnologías aplicadas a transportes y vehículos siendo parte activa en proyectos con la Agencia Espacial Europea ESA, Airbus y el Ministerio del Interior entre otros y colaborando con universidades y centros de investigación como la Universidad de Strathclyde, la universidad de Plymouth, la Universidad Técnica de Lüleá, la Universidad técnica de Dresde, las academias de Ciencias de la República Checa y de Bulgaria, la Universidad Dunarea Ros de Rumanía, el CEA de Francia, el CIEMAT y el INTA.

Entre los principales proyectos de investigación y desarrollo llevados a cabo por el personal docente e investigador del área de ingeniería mecánica cabe destacar los siguientes proyectos internacionales:

- FP7 CleanSky Z-Damper, “Z-Coupled Full System for Attenuation of Vibrations”, 2014-2016
- FP7 Security Counterfog, “DEVICE FOR LARGE SCALE FOG DECONTAMINATION”, 2013-2017
- H2020 MESMERISE, “Multi-Energy High Resolution Modular Scan System for Internal and External Concealed Commodities”, 2016-2019.
- También es relevante la participación en tres proyectos nacionales del Ministerio de Economía y Competitividad:
- Desarrollo de nuevos sistemas de reducción de vibraciones en estructuras peatonales (2014-2016)
- Procesado digital y Reconocimiento de patrones para ayudas técnicas a la diversidad funcional, (2016-2019)
- Criostato levitante para aplicaciones espaciales (2017-2019)

En cuanto a la relación directa con el sector empresarial, destacan los convenios de cooperación con empresas reconocidas del sector industrial-mecánico como ESCRIBANO Mechanical and Engineering, COXGOMYL o SKF ESPAÑOLA, que además de colaborar impartiendo seminarios, visitas guiadas y cediendo sus laboratorios de forma puntual, acogen asiduamente alumnos en prácticas de empresa.

Referencias y enlaces de interés

https://cordis.europa.eu/project/rcn/192317_es.html

https://cordis.europa.eu/project/rcn/110930_es.html

https://cordis.europa.eu/project/rcn/203299_es.html

<http://padrinotecnologico.org/>

d) Intensificación en Ingeniería Química y Ambiental

Actualmente se reconoce que la Ingeniería Química juega un papel fundamental en la búsqueda de soluciones para los graves problemas a los que ha de enfrentarse la humanidad de los próximos 50 a 100 años, problemas como la escasez de agua, la necesidad de energía, la degradación del medioambiente o la mitigación del cambio climático.

La escasez de agua es uno de los problemas más graves a los que se enfrenta la población mundial, hecho que se pone de manifiesto en sendos informes publicados por organismos de gran relevancia. En 2016, se ha hecho público el Informe de las Naciones Unidas Sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo, documento que presenta un estudio profundo sobre los efectos del desabastecimiento del agua en la economía mundial y el vínculo inevitable entre desarrollo sostenible y agua. El mensaje principal del informe es claro: el agua es esencial para el trabajo digno y el desarrollo sostenible. Ahora es el momento de aumentar las inversiones en la protección y rehabilitación de los recursos hídricos, incluida el agua potable, así como en saneamiento. Todo ello pone de manifiesto la necesidad de buscar tecnologías para purificar el agua y acondicionarla no sólo para consumo humano sino de forma diferenciada en función de otros usos. La Ingeniería Química aborda con intensidad creciente el desarrollo de tecnologías que permitan la reutilización del agua, la desalinización y la optimización de su uso en procesos industriales.

Otro problema de gran importancia es la escasez de energía, que también se prevé sea muy grave dado el posible agotamiento de los combustibles fósiles a lo largo de este siglo. Si bien, la ingeniería química siempre ha estado vinculada a la industria del petróleo y sus derivados, actualmente aborda también la producción de combustibles a partir de fuentes renovables como la biomasa (biocombustibles, biogás, bioelectricidad). Así mismo, también se estudian procesos de integración energética para aprovechar el calor de corrientes de salida, o la optimización de procesos y equipos para reducir el consumo de energía.

En el área medioambiental, la ingeniería química tiene un gran campo de trabajo, puesto que se investiga y desarrollan tecnologías para el tratamiento de efluentes, emisiones gaseosas y residuos de diferente naturaleza. Se optimizan procesos para integrar residuos y recuperar sustancias de interés, todo ello enmarcado en la denominada Economía Circular: “Una Europa que utilice eficazmente los recursos» es actualmente la principal estrategia de Europa para generar crecimiento y empleo, con el respaldo del Parlamento Europeo y el Consejo Europeo.

Y finalmente en lo que respecta al cambio climático, al ser un problema mundial que no puede ser resuelto de forma local, la ingeniería química sí tiene competencias para abordar programas de reducción de emisiones que pasan por optimizar procesos, cambiar materias primas, o migrar a tecnologías más limpias y menos intensivas en carbono.

Dada la diversidad de problemas que se pueden abordar desde el enfoque de la Ingeniería Química, se demandan profesionales con una visión amplia y global, capaces de integrarse en ambientes multidisciplinares típicos de la actividad industrial moderna, por lo que esta especialidad estará enfocada a identificar, diseñar, implementar y operar soluciones a escala industrial, dando además un enfoque sostenible en el uso de la energía y materias primas.

Así, algunos de los contenidos que se pueden incluir en una especialidad de Ingeniería Química y Ambiental son el diseño y desarrollo de procedimientos de experimentación aplicada, el diseño de reactores, la medida y control de variables en procesos químicos y biológicos, el modelado, simulación y optimización de procesos químicos y biológicos o el análisis del ciclo de vida como herramienta para la gestión ambiental.

La Universidad de Alcalá, a pesar del entorno, no ha tenido una tradición en sus enseñanzas respecto a la diversidad de las tecnologías industriales. El Área de Ingeniería Química ha impartido sus enseñanzas en las titulaciones de Química y Ciencias Ambientales, en las que de una manera parcial se han tratado estos temas. A pesar de ello, tiene grupos de investigación de indudable prestigio, tratando temas ambientales de desde hace años, especialmente en temas de tratamientos avanzados de aguas residuales, y su relación con la energía, tratamiento de residuos, así como desarrollo de nuevos materiales y tecnologías para nuevas aplicaciones. Grupos de investigación del área de Ingeniería Química se encuentran integrados en el Instituto

IMDEA Agua, Estos grupos de profesores general poseen una amplia y muy reconocida experiencia investigadora a nivel internacional, demostrada por los numerosos proyectos I+D que desarrollan, así como las redes de excelencia en las que han participado o las patentes originadas, información que puede consultarse a través de la web de IMDEA Agua o de la web de los grupos de investigación de la UAH (Gestión Integral del Agua y Procesos Biotecnológicos; Bioelectrogénesis). Sería una oportunidad para aportar la amplia experiencia en este campo a los alumnos de la especialidad. Esto, unido a la importante política medioambiental en todos los ámbitos llevada a cabo por la Universidad de Alcalá, reforzará su notoriedad en este campo. Actualmente las tecnologías ambientales tienen un gran impulso por los numerosos programas europeos lanzados en el marco del H2020 para dar solución a los graves problemas ambientales a través de soluciones que en muchos casos representan un cambio de paradigma en los sistemas de producción industrial. Uno de los cambios más importantes que se avecinan a gran escala es la sustitución de los plásticos convencionales, que se llegarán a prohibir en no mucho tiempo, por los nuevos bioplásticos. En este contexto, se espera una necesidad creciente de nuevas tecnologías químicas más sostenibles y eficientes, por lo que la especialidad aquí planteada encaja adecuadamente.

Más allá de las numerosas grandes empresas del sector Químico, el entorno de la Comunidad de Madrid y concretamente el Corredor del Henares presenta un marco idóneo para la empleabilidad de alumnos con titulación Industrial, con un gran número de pequeñas y medianas empresas del sector Químico, así como de transformación del ámbito de plásticos y metales, e incluso del sector ambiental y de gestión de residuos. Además, en todas ellas y debido a la cada vez más restrictiva legislación ambiental, serán necesario profesionales formados en tecnologías ambientales. Un listado, a modo de ejemplo, de empresas referidas podría ser:

- Química Sintética (Grupo CHEMO)
- Verallia
- DANOSA
- CEPESA
- EXIDE Technologies
- Gestión y Valorización del Centro (GVC)
- Industria Químicas Perlacos
- MEGALAB Medio Ambiente
- Quilosa
- Tratamientos medioambientales HERMO
- Wilo Ibérica
- BASF Coating
- TetraPack
- EMSUR

Por otro lado, la Economía Circular, en la que se pretende considerar los residuos como recursos, se presenta como una alternativa al actual modelo de producción y consumo, con el potencial de resolver retos medioambientales, al mismo tiempo que abre oportunidades de negocio y crecimiento económico y de empleabilidad. Es una apuesta importante de la Comisión Europea que supondrá la creación de nuevas empresas relacionadas con la valorización de residuos y emisiones y el establecimiento de nuevas tecnologías de en las que se reduzcan de manera considerable el impacto de su actividad. Baste como ejemplo la futura instalación en nuestro Parque Tecnológico de la empresa ALCALA ECOENERGIA, que prevé aportar energía térmica renovable a partir de la biomasa y solar térmica de concentración a instalaciones de la Universidad y algunas zonas de la ciudad de Alcalá de Henares.

Referencias y enlaces de interés

https://ec.europa.eu/commission/priorities/jobs-growth-and-investment/towards-circular-economy_es

<http://www.ingenieriaquimica.org/articulos/5-desafios-ingenieria-quimica>

<http://www.agua.imdea.org/>

<https://www.uah.es/es/investigacion/unidades-de-investigacion/grupos-de-investigacion/Gestion-integral-del-agua-y-procesos-biotecnologicos/>

<http://www.bioelectrogenesis.com/>

2.1.1. Experiencia previa de impartición de títulos similares.

La Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Alcalá comenzó su andadura en el curso 1966-67, formando parte de los distintos niveles de enseñanza que se impartían en la Universidad Laboral de Alcalá. Inicialmente se cursaban las carreras de Ingeniería Técnica de Telecomunicación, especialidad en Equipos Electrónicos, Ingeniería Técnica en Electrónica Industrial e Ingeniería Técnica en Topografía. Aunque la actividad docente dependía de lo preceptuado por el Ministerio de Educación para cada área educativa, la enseñanza universitaria no era oficial.

Por Real Decreto 1138/1988 de 30 de Septiembre, se integra la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica de Telecomunicación en la Universidad de Alcalá de Henares. Por Real Decreto 1049/1990, de 27 de Julio, se transforma la Escuela de Ingeniería Técnica de Telecomunicación en Escuela Universitaria Politécnica y se le autoriza para que organice las enseñanzas de Ingeniería Técnica en Equipos Electrónicos, tradicionalmente impartida, Ingeniería Técnica en Industrial (Electrónica Industrial) y la Diplomatura en Informática. Los planes de Estudios de las dos carreras nuevas se publican por Resoluciones de 8 de Septiembre de 1992 y 1 de Junio de 1992.

En el curso 1994-95 se implantan el Plan de Estudios de Ingeniero Técnico Industrial, especialidad en Electrónica Industrial. En el curso 1996-97, las enseñanzas impartidas en la Escuela reciben un impulso definitivo, con el comienzo de dos prestigiosas Ingenierías del ámbito de las nuevas tecnologías y relacionadas con las Ingenierías Técnicas que ya se impartían: la Ingeniería Electrónica y la Ingeniería de Telecomunicación. Con la llegada de los estudios de segundo ciclo, la Escuela es autorizada a un nuevo cambio de nombre, adquiriendo el de Escuela Politécnica.

En el curso 2010-11 comenzó a impartirse el Grado en Ingeniería en Electrónica y Automática Industrial, como adaptación de la anterior Ingeniería Técnica Industrial, pero con un diseño ya marcado por la citada Orden CIN/351/2009 que incluye una formación básica y una formación en materias comunes a la rama industrial que entronca, por tanto, con el título ahora propuesto. Es este un hito clave en la ampliación del enfoque más especialista a una visión más generalista de la ingeniería industrial en la que se forma a los estudiantes en materias fundamentales y diversas de carácter mecánico, térmico o químico, en la ciencia de los materiales, en sistemas de producción industrial o en tecnologías medioambientales, disciplinas todas ellas que no se incluían en planes de estudio previos. Este cambio supuso, lógicamente, una mayor diversificación en los perfiles de profesorado que desde entonces se fueron incorporando a la Escuela Politécnica Superior y requirió, a su vez, la participación de un mayor número de áreas de conocimiento.

Asimismo, en lo que ha constituido el otro paso clave para la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Alcalá en relación con la propuesta de Grado que aquí se presenta, en el curso 2014-15 comenzó a impartirse el Máster Universitario en Ingeniería Industrial, habilitante para la profesión de Ingeniero Industrial. Este hecho reforzaba aún más el carácter generalista y

multidisciplinar de la formación académica ofrecida en la Escuela Politécnica. La implantación del Máster requirió de una importante inversión económica en laboratorios y equipamiento que aún continúa y de la que, lógicamente, se beneficiarán también los estudiantes del futuro Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales. Se abrieron nuevos Laboratorios docentes de Mecanizado, de Fluidotérmica o de Ensayos Mecánicos y se potenciaron otros como los Laboratorios de Electrotecnia, de Automatización, de Tecnología Electrónica o de Ingeniería Química.

Desde la implantación del Grado en Ingeniería en Electrónica y Automática Industrial y posteriormente del Máster Universitario en Ingeniería Industrial, la Universidad de Alcalá ha estado presente en los diferentes foros académicos y profesionales del sector, como las Conferencias de Directores de Escuelas de Ingeniería Industrial, la Comisión de Enseñanzas Universitarias del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid y la Comisión de enseñanzas universitarias de los Colegios de Ingenieros Técnicos Industriales (en Guadalajara y en Madrid).

En resumen, la experiencia previa de la Universidad en titulaciones del ámbito de la ingeniería industrial es ya extensa, y el grado de satisfacción de los egresados y las empresas que los ocupan es muy positivo, siendo el nivel de ocupación muy elevado.

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

La elaboración del plan de estudios del Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales objeto de verificación se alimenta de las consultas y el trabajo realizado desde hace años, en concreto desde finales de 2006, cuando la Universidad de Alcalá empezó a desarrollar las tareas preparatorias para la elaboración de los planes de estudios adaptados al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), entre los que se encuentran los estudios de Grado y de Máster Universitario, tratando de obtener referencias y asesoramiento externos, con vistas a garantizar la calidad de los títulos propuestos. A tal fin, en 2007 la Universidad de Alcalá suscribió un convenio con la Cátedra UNESCO de Gestión y Política Universitaria de la Universidad Politécnica de Madrid. De acuerdo con este convenio, durante los años 2007 y 2008 se desarrollaron diversas actuaciones para adaptar las titulaciones de la UAH al EEES.

La primera de estas actuaciones consistió en la definición de un “Modelo Educativo”, en el que se establecieron los objetivos futuros de la universidad y sus rasgos distintivos frente a otras instituciones de educación superior. La asistencia a diversas jornadas de debate y reflexión sobre la reforma de las titulaciones permitió, en primer lugar, familiarizarse con el marco general del proceso de adaptación al EEES y con ejemplos de buenas prácticas que se estaban siguiendo en otras universidades españolas y europeas. Como resultado de estas reflexiones se identificaron cinco ejes principales: la renovación de las metodologías de enseñanza y aprendizaje, en consonancia con el papel central que debe otorgarse al estudiante en las nuevas enseñanzas; el compromiso activo con las políticas de calidad; la internacionalización de los estudios; el lugar destacado que han de ocupar las Tecnologías de la Información y la Comunicación en la formación de los futuros egresados; y la vinculación con el entorno social, cultural y económico. Junto con la aprobación de dicho “Modelo Educativo”, se elaboró una “Guía para la Adaptación de las Titulaciones”, en la que se propusieron pautas concretas de actuación para desarrollar los aspectos principales contenidos en el “Modelo Educativo”, así como indicadores que permitieran medir la consecución de los objetivos fijados.

Tanto el “Modelo educativo” como la “Guía para la Adaptación de las Titulaciones” constituyen un compromiso expreso con la cultura de la calidad y con las políticas que la sustentan, al definir unos objetivos de calidad conocidos y accesibles públicamente, y detallar de manera sistemática

las medidas que conviene implantar para asegurar la mejora continua de la formación que se ofrece a los estudiantes. La identificación de los objetivos de la política de calidad, y su difusión pública, se plantean, pues, en consonancia con las recomendaciones del programa AUDIT y los “Criterios y Directrices para la Garantía de la Calidad en el Espacio Europeo de Educación Superior”.

Otra de las actuaciones desarrolladas para promover la adaptación de las titulaciones al EEES, en el marco del acuerdo de colaboración suscrito con la Cátedra UNESCO, consistió en la constitución en 2007 de un “Consejo Asesor para la Garantía de la Europeización de las Titulaciones de la UAH”. A partir de las sesiones de trabajo se formularon recomendaciones para llevar a buen término los objetivos de calidad recogidos en el “Modelo Educativo” y la “Guía para la Adaptación de las Titulaciones”, y se estudiaron las actuaciones implementadas hasta ese momento por parte de la Universidad de Alcalá para adaptar sus titulaciones al EEES. Dentro de las consultas mantenidas con colectivos externos a la universidad en esa fase inicial destaca, por último, la participación de la Universidad de Alcalá, junto con la Fundación Universidad Empresa (FUE), la Cámara Oficial de Comercio de Madrid, la Confederación de Empresarios de Madrid y el resto de las universidades madrileñas, en el proyecto UECONVERGE, que sirvió de punto de encuentro entre universidades y empleadores, a la hora de diseñar los nuevos planes de estudios. El objetivo final era detectar las deficiencias que existen actualmente entre las competencias demandadas por el mercado laboral y las adquiridas por los universitarios durante su periodo formativo. El proyecto, en el que participaron más de 180 empresas de distintos sectores, a través de sus responsables de recursos humanos, se desarrolló en tres fases:

- Análisis de las habilidades y competencias transversales que debe poseer todo egresado universitario.
- Análisis de las prácticas en empresas e instituciones externas.
- Estudio de las habilidades y competencias técnicas por titulaciones y áreas de estudio.

Las conclusiones de este estudio pusieron de manifiesto el interés por parte de las empresas en que los estudiantes complementen la formación específica que adquieren en la titulación con determinadas competencias transversales, como la capacidad de aprendizaje, la preocupación por la calidad, la capacidad de trabajar en equipo, y la capacidad de actuar con iniciativa y sentido crítico. Son aspectos recurrentes que, poco a poco, se van interiorizando por parte de los diversos colectivos universitarios, implementándose medidas y formas de trabajo en dicha línea. Bajo este paraguas se estructuraron los planes de estudio ya referidos del Grado en Ingeniería en Electrónica y Automática Industrial, iniciado en el curso 2010-11 y el Máster Universitario en Ingeniería Industrial, que comenzó su impartición en 2014-15.

En los años posteriores a su implantación, tanto el Grado como el Máster pasaron de forma positiva por los procesos de renovación de la acreditación que, junto con la garantía de continuidad de la actividad sirvieron como mecanismo de recopilación y análisis de evidencias, reflexión de los diversos colectivos implicados sobre los puntos fuertes y débiles de las titulaciones, constituyendo, en el fondo, una forma de consulta externa acreditada y obligatoria. El Grado en Ingeniería en Electrónica y Automática Industrial pasó por el proceso de renovación de la acreditación en 2015, obteniendo a su vez el sello EUR-ACE que otorga la ENAEE (European Network for Accreditation of Engineering Education). Por su parte, el Máster Universitario en Ingeniería Industrial, superó el proceso de renovación de la acreditación en el año 2017. Toda esta experiencia adquirida y las propias recomendaciones de los paneles ha sido tomada como base de trabajo tanto por el equipo de Dirección de la Escuela Politécnica Superior como por la Comisión encargada de la elaboración de los planes de estudio del Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales aquí propuesto.

Otras fuentes de adquisición de información, experiencias y consulta informal están relacionadas con la participación de los representantes académicos de la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Alcalá en los plenarios de la Conferencia de Directores de Ingeniería Industrial

de las Universidades Españolas y de la Conferencia de Directores de Escuelas de Ingeniería de Ámbito Industrial de España, donde se debate y se presentan documentos de gran utilidad sobre el estado, experiencias, problemática y planteamiento de acciones de mejora de las titulaciones de rama industrial, entre ellas del Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales. Este Grado tiene unas características distintivas, por su carácter más generalista, de acceso al Máster Universitario en Ingeniería Industrial, pero sin otorgar atribuciones profesionales por sí mismo como sí otorgan los Grados especialistas de rama industrial.

Asimismo, la Universidad de Alcalá firmó en 2016 un Convenio de Colaboración con el Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid (COIIM) que, junto con la asistencia a las reuniones mensuales de la Comisión de Enseñanzas Universitarias de dicho Colegio por parte de representantes académicos de la Escuela permite la colaboración en actividades conjuntas además del intercambio de experiencias con los representantes del resto de Universidades madrileñas y del entorno que imparten titulaciones de Máster Industrial y en las que el Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales es también objeto de debate, por su estrecha vinculación curricular. La Universidad de Alcalá mantiene también una colaboración estrecha con el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid (COITIM) y con el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Guadalajara (COITIGU). En todos estos casos la colaboración con los Colegios permite obtener realimentación muy útil en la elaboración e implantación de los planes de estudio en relación con las necesidades de las empresas, los sectores prioritarios y, en definitiva, los aspectos que pueden contribuir a una mejor integración de los egresados en el mercado laboral.

Debe destacarse, asimismo, la participación activa de la Escuela Politécnica Superior en el programa Erasmus+ Strategic Partnerships Project con el proyecto AToM (Access To Modules, <http://www.go2atom.com/>). El proyecto proporciona acceso a módulos *on-line* y *off-line* preparatorios para estudiar cursos de Máster en Europa. La plataforma AToM permite a los candidatos evaluar su idoneidad para los cursos de Máster y, cuando sea necesario, les proporciona módulos de autoaprendizaje diseñados, desarrollados e implementados para ayudar a los estudiantes en la preparación previa a su acceso y que puedan autoevaluarse. El contenido del curso dentro de los módulos ayuda a los estudiantes potenciales a comprender los requisitos del Máster y les permite prepararse para el curso desarrollando los conocimientos y las habilidades requeridas para la entrada y el éxito del curso. El módulo de acceso no está diseñado para reemplazar o competir con los métodos existentes de validación y transferencia de créditos (como ECTS), sino para ayudar a los posibles estudiantes a identificarse por sí mismos. Se trata de un proyecto Erasmus +, financiado con el apoyo de la Comisión Europea en virtud del acuerdo de subvención 2016-1-SE01-KA203-22064. Si bien no es una acción directa del Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales sí que está sirviendo como impulso a la reflexión sobre las necesidades de acceso al Máster Universitario en Ingeniería industrial, entre otros, lo que enlaza completamente con el trabajo de elaboración del Grado propuesto.

Centrándonos en la propuesta de Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales, ésta tiene su inicio formal en el debate y aprobación de la Junta de Centro de la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Alcalá, en su reunión de 28 de septiembre de 2017. En dicho acto, se renovó la Comisión Delegada de Planes de Estudios de Industriales y se aprobó por unanimidad el inicio de la preparación de la propuesta del Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales. Dicha Comisión está formada por un subdirector de la Escuela, profesores de todos los Departamentos implicados en los grados de rama industrial, estudiantes y representantes del Personal de Administración y Servicios.

Esta Comisión se ha venido reuniendo periódicamente, analizando distintas propuestas, recabando información externa, elaborando documentos de trabajo propios, y estableciendo mecanismos de consulta interna en la Universidad y externa, que han dado lugar a la propuesta que se presenta.

Así, a la hora de elaborar este Grado, se ha realizado un exhaustivo análisis de los requerimientos marcados en el BOE Orden CIN/351/2009, 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 Industrial y también de los marcados por la Orden CIN/311/2009 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 Industrial.

Asimismo, al ser el Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales una titulación ya implantada en la universidad española se dispone de referencias suficientes para poder hacer un análisis exhaustivo de ellas, con sus puntos comunes y sus diferencias, para definir un plan de estudios coherente, multidisciplinar e integrador y con perspectiva de futuro. En concreto, se han analizado con especial detalle los planes de estudio equivalentes de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), Universitat Politècnica de Valencia (UPV), Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT), Universidad Carlos III de Madrid (UC3M), Universidad Rey Juan Carlos de Madrid (URJC), Universidad de Sevilla (US), Universidad de Zaragoza (UNIZAR), Universidad de Valladolid (UVA) y Universidad del País Vasco (UPV/EHU). Asimismo, como elemento clave se ha tenido en cuenta el aprovechamiento de la experiencia académica e investigadora de la Universidad de Alcalá, prestando también atención al entorno profesional que la rodea.

Aunque las competencias de este Grado, aún no siendo habilitante, están fijadas en su mayor parte por la Orden CIN/351/2009, con el fin de adaptar en la medida de lo posible las mismas a las necesidades del mercado español se han realizado consultas informales a directivos y profesionales para que valorasen qué necesidades son las que detecta la industria y qué tipo de formación se debería impartir. Se ha consultado a empresas como INDRA, CAF, REPSOL, MIXER, COXGOMYL, ESCRIBANO MECHANICAL & ENGINEERING, FLUOR o LOEWE. Otras instituciones consultadas son las de la Asociación de Empresarios del Corredor del Henares, área de influencia de nuestra Universidad, (AEDHE), de las empresas de Madrid Este (UNICEM) y la de empresarios de Madrid (CEIM). Aspectos relacionados con las competencias transversales, como la iniciativa, el trabajo en equipo y la importancia de las prácticas en empresas como punto de conexión externa fueron, de nuevo, los aspectos destacados.

La Comisión Delegada ha reportado periódicamente a la Dirección de la Escuela Politécnica Superior sobre todos los acuerdos parciales, que eran presentados y debatidos en la Junta de Centro.

La Junta de Centro de la Escuela Politécnica Superior, en su sesión de 7 de junio de 2018, aprobó la propuesta de Plan de Estudios del Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales que fue elevada al Vicerrectorado de Planificación y Estrategia de la Universidad de Alcalá. Posteriormente, la Comisión de Docencia de la Universidad de Alcalá, en su sesión ordinaria de fecha 26 de septiembre de 2018, acordó proponer al Consejo de Gobierno la consideración del inicio del proceso de verificación del Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales. Dicha aprobación del inicio del proceso de verificación del título tuvo lugar en la sesión de Consejo de Gobierno de 3 de octubre de 2018. Finalmente, el Consejo Social de la Universidad de Alcalá dio su aprobación el 19 de Octubre de 2018.

2.3 Diferenciación de títulos dentro de la misma Universidad.

Como se ha señalado en el apartado inicial, en la Universidad de Alcalá se imparte en la actualidad un Grado de rama industrial especialista, el Grado en Ingeniería en Electrónica y Automática Industrial, además del propio Máster Universitario en Ingeniería Industrial. Asimismo, se imparten cuatro Grados de la rama de Ingeniería de Telecomunicación (el Grado troncal y tres

Grados especialistas) y tres de Ingeniería Informática (el Grado troncal y dos Grados especialistas). Todas estas titulaciones se imparten en la Escuela Politécnica Superior, siendo esta, por tanto, la Escuela de Ingeniería de la Universidad.

Las diferencias entre el título propuesto y los Grados de la rama de Telecomunicación y de Informática son obvias, no mereciendo detalles adicionales. En el caso del Máster Universitario en Ingeniería Industrial, constituye la continuación curricular directa del Grado objeto de verificación. Así pues, es con el Grado en Ingeniería en Electrónica y Automática Industrial con el que debe plantearse con más detalle la exposición de sus relaciones y sus diferencias.

Como comentario previo, cabe destacar que el objetivo de implantar este nuevo Grado ha sido el de ofrecer una alternativa a los potenciales estudiantes con intereses y perfiles diferentes al electrónico-automático, por lo que desde el inicio de la elaboración del plan se han buscado la distinción entre ambos títulos, garantizando siempre el cumplimiento de la base común y de carácter industrial.

El Grado en Ingeniería en Electrónica y Automática Industrial habilita para una profesión regulada, la de Ingeniero Técnico Industrial, y aunque el Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales no lo hace, sus requisitos para el acceso al Máster Universitario en Ingeniería Industrial concluyen que debe tener un tronco común en competencias básicas (mínimo exigido de 60 ECTS), competencias comunes a rama industrial (mínimo exigido de 60 ECTS), además de cierta intersección en tecnologías específicas (mínimo exigido de 48 ECTS). Así, se va a justificar como referente de distinción mínimo los 60 ECTS asociados a las titulaciones habilitantes de la misma rama.

Si bien la diferenciación entre títulos no debe justificarse en términos de dedicación a competencias básicas y comunes a rama industrial, ya que en todos los casos se adquieren las mismas competencias, si se quiere destacar su relevancia desde el punto de vista curricular, antes de pasar a explicar las diferencias en competencias específicas entre ambos Grados. En cuanto a las competencias básicas, estas se cubren con un mayor número de créditos en el Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales propuesto, puesto que se considera que la base científica debe ser más completa al ser más diversas las tecnologías que se cursan en la segunda mitad del Grado. Así, se ha potenciado la dedicación a la competencia básica de Matemáticas (6 ECTS adicionales) y de Química (6 ECTS adicionales), manteniendo las demás sin variación. En cuanto a las competencias de rama industrial, en este Grado propuesto se desarrollan en mayor profundidad las competencias relacionadas con proyectos de ingeniería y con organización industrial, con una dedicación de 6 ECTS para cada una de ellas en lugar de los 3 ECTS del Grado con el que se compara. Además de esta mayor dedicación a cubrir las competencias de rama industrial, también se han redefinido varias asignaturas de 6 ECTS que cubren competencias de rama industrial de temática eléctrica, electrónica, automática y mecánica, para adaptarse a la estructura posterior del módulo de tecnologías específicas. Este punto también se debe incluir como distinción curricular entre ambas titulaciones si bien las competencias son, lógicamente, comunes.

Más allá de las competencias básicas y comunes a rama industrial, se abordan también de modo diferente determinadas competencias de tecnologías específicas de la rama de Electrónica Industrial. Para el Grado propuesto se han seleccionado las competencias que se consideran más transversales para el ingeniero, dentro de su especificidad, mientras que en el Grado en Ingeniería en Electrónica y Automática Industrial, al otorgar atribuciones profesionales, se desarrollan todas y cada una de las competencias de la especialidad con una amplitud y profundidad superiores, de hasta 72 ECTS, muy por encima de los 48 ECTS mínimos requeridos. Asimismo, en el Grado existente la optatividad también está orientada a dicha especialidad con una incursión en temáticas eléctricas relacionadas.

Así pues, más allá de las diferencias en la dedicación a las competencias básicas, comunes a rama industrial y de tecnología específica en Electrónica Industrial de la Orden CIN/351/2009

comentadas, el Plan de Estudios del Grado propuesto presenta en su bloque obligatorio diferencias relevantes en competencias específicas no incluidas en el Grado existente en temática eléctrica, mecánica, de ingeniería química y de aplicación avanzada de métodos matemáticos. Asimismo, la definición de las intensificaciones optativas también constituye un elemento diferenciador, ampliando a contenidos mecánicos y de ingeniería química y ambiental que no se ofertaban en el Grado especialista y definiendo las intensificaciones de temáticas eléctrica y electrónica y automática hacia visiones diferentes.

En este contexto, en la siguiente tabla se detallan y cuantifican las diferencias entre la titulación del Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales propuesto y el existente Grado en Ingeniería en Electrónica y Automática Industrial en términos de competencias y créditos diferenciadores para las materias establecidas en el Grado propuesto. La información completa se encuentra desarrollada en el documento 5.1 Descripción del plan de estudios:

<i>Materia del Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales</i>	<i>Competencias específicas asociadas</i>	<i>ECTS diferentes</i>
Fundamentos de Ingeniería Mecánica	Conocimientos y capacidades para el cálculo, diseño y ensayo de máquinas. Conocimientos y capacidades para aplicar los fundamentos de la elasticidad y resistencia de materiales al comportamiento de sólidos reales. Conocimientos y capacidad para el cálculo y diseño de estructuras y construcciones industriales.	12
Sistemas fluidotérmicos y reactivos	Conocimientos aplicados de ingeniería térmica. Conocimiento aplicado de los fundamentos de los sistemas y máquinas fluidomecánicas. Conocimientos sobre balances de materia y energía, biotecnología, transferencia de materia, operaciones de separación, ingeniería de la reacción química, diseño de reactores, y valorización y transformación de materias primas y recursos energéticos.	12
Fundamentos de ingeniería eléctrica	Capacidad para el cálculo y diseño de máquinas eléctricas Capacidad para el cálculo y diseño de instalaciones eléctricas de baja y media tensión. Conocimientos sobre control de máquinas y accionamientos eléctricos y sus aplicaciones.	12
Producción, organización industrial y medioambiente	Conocimiento aplicado de sistemas y procesos de fabricación, metrología y control de calidad. Conocimientos sobre balances de materia y energía, biotecnología, transferencia de materia, operaciones de separación, ingeniería de la reacción química, diseño de reactores, y valorización y transformación de materias primas y recursos energéticos	6

Métodos matemáticos aplicados a la ingeniería industrial	Comprensión de métodos matemáticos computacionales que amplíen los conocimientos básicos adquiridos y que permitan su aplicación al análisis y modelado de dispositivos y procesos en el ámbito de las tecnologías industriales.	6
Sistemas Inteligentes en la Industria	Competencias específicas propias de cada intensificación (ver documento 5.1)	18
Sistemas de Energía Eléctrica	Competencias específicas propias de cada intensificación (ver documento 5.1)	
Mecánica	Competencias específicas propias de cada intensificación (ver documento 5.1)	
Ingeniería Química y Ambiental	Competencias específicas propias de cada intensificación (ver documento 5.1)	
Total ECTS diferenciadores entre titulaciones		66

Se puede concluir, por tanto, que las titulaciones de rama industrial que oferta la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Alcalá tienen un nivel de distinción por encima del mínimo requerido de 60 ECTS, ofreciendo así alternativas atractivas para estudiantes de ingeniería de intereses académicos y profesionales diversos. Con este diseño se amplía también la orientación de las empresas con las que será posible establecer contactos en el desarrollo de prácticas, proyectos de investigación y desarrollo y serán también mayor el número de empresas que resultarán atractivas para nuestros egresados.