

PARTICIPATION OF THE PROJECT ENGINEERING AREA IN THE TEACHING OF THE MASTER'S DEGREE IN INDUSTRIAL ENGINEERING IN SPANISH UNIVERSITIES

Bovea Edo, M^a Dolores ¹; Ibáñez-Forés, Valeria ¹; Capuz-Rizo, Salvador F. ²

¹ Universitat Jaume I, ² Universitat Politècnica de València

The Master's Degree in Industrial Engineering emerges from the harmonization process of the higher studies in Spain within the European Higher Education Area. This degree fulfils the requirements for verification of official university degrees for the Industrial Engineering profession, which are established by the Order CIN/311/2009 of the Ministry of Science and Innovation. The Register of Universities, Centres and Degrees (RUCT) of the Ministry of Education, Culture and Sports has currently registered 44 Master degrees in Industrial Engineering (plus 2 extinct ones).

The purpose of this communication is to analyse the participation of the Project Engineering area in the teaching of these degrees, by means of identifying subjects, credits, competencies, learning outcomes, etc.

Keywords: master degree; industrial engineering; project engineering

PARTICIPACIÓN DEL ÁREA DE PROYECTOS DE INGENIERÍA EN LA DOCENCIA DEL MÁSTER DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN LAS UNIVERSIDADES ESPAÑOLAS

El Máster de Ingeniería Industrial surge del proceso de armonización de las enseñanzas superiores del estado español con el Espacio Europeo de Educación Superior, cumpliendo con los requisitos para la verificación de los títulos oficiales que habilitan para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Industrial, según lo establecido en la Orden CIN/311/2009 del Ministerio de Ciencia e Innovación. El Registro de Universidades, Centros y Títulos (RUCT) del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte tiene registrados actualmente 44 títulos de Máster de Ingeniería Industrial (más 2 como titulación extinguida).

El objeto de esta comunicación es analizar la participación del área de Proyectos de Ingeniería en la docencia de cada una de estas titulaciones, identificando asignaturas, créditos, competencias, resultados de aprendizaje, etc.

Palabras clave: máster; ingeniería industrial; proyectos de ingeniería

Correspondencia: M^a Dolores Bovea Edo - bovea@uji.es

Agradecimientos: Los autores agradecen a la Unitat de Suport Educatiu (USE) de la Universitat Jaume I, la financiación otorgada al Grupo de Innovación Educativa (GIE) "Metodologías del diseño y medio ambiente".

1. Introducción

La Ley Orgánica 4/2007 de Universidades (modificación de la Ley Orgánica 6/2001), estableció una nueva estructura de las enseñanzas y títulos universitarios españoles en consonancia con los objetivos establecidos para la construcción del Espacio Europeo de Educación Superior. Su desarrollo en el RD 861/2010 (modificación del RD 1393/2007) y RD 99/2011, estableció el marco normativo para la ordenación y verificación de enseñanzas universitarias oficiales en Grados, Máster y Doctorados, según muestra la Figura 1.

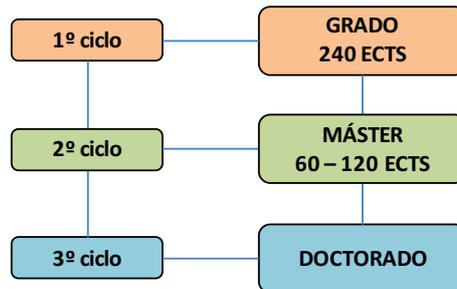


Figura 1. Estructura de las actuales enseñanzas universitarias oficiales

En el ámbito de la Ingeniería Industrial, esta reforma provocó que el título que habilita para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Industrial pasara de ser el antiguo título de Ingeniería Industrial (10 semestres) a una estructura de Grado + Máster, siendo el Máster en Ingeniería Industrial el que actualmente habilita para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Industrial.

Actualmente, el Registro de Universidades, Centros y Títulos (RUCT) del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte tiene registrados 44 títulos de Máster de Ingeniería Industrial.

Tal y como indica textualmente el RD 1393/2007, uno de los objetivos de esta reforma ha sido “flexibilizar la organización de las enseñanzas universitarias, promoviendo la diversificación curricular y permitiendo que las universidades aprovechen su capacidad de innovación, sus fortalezas y oportunidades”. Por tanto, cada Universidad ha diseñado su propio plan de estudios del Máster de Ingeniería Industrial, considerando los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Industrial establecidos en la Orden CIN/311/2009, y dando una duración de entre 72 y 120 créditos, dentro del margen que establece el RD 1393/2007.

La Orden CIN/311/2009 establece, entre otros, las competencias que deben adquirirse en cada uno de los módulos establecidos, y el mínimo de créditos ECTS en que deben desarrollarse: Tecnologías industriales (30 ECTS), Gestión (15 ECTS), Instalaciones, plantas y construcciones auxiliares (15 ECTS) y Trabajo Final de Grado (TFG) (ver Tabla 1).

Entre todas las competencias a adquirir en el Máster de Ingeniería Industrial, se ha destacado en la Tabla 1 la competencia “**Conocimientos y capacidades para la dirección integrada de proyectos**”, propia del área de Proyectos de Ingeniería. En este contexto, el objeto de esta comunicación es analizar cómo se ha integrado en los diferentes planes de estudio de los Máster de Ingeniería Industrial verificados hasta la fecha, la participación del área de Proyectos de Ingeniería en la docencia de esta competencia, identificando asignaturas que la consideran, créditos, competencias específicas y transversales y resultados de aprendizaje.

Tabla 1. Competencias que deben adquirirse para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Industrial establecidos en la Orden CIN/311/2009

Tecnologías industriales (30 ECTS)	<ul style="list-style-type: none"> - Conocimiento y capacidad para el análisis y diseño de sistemas de generación, transporte y distribución de energía eléctrica. - Conocimiento y capacidad para proyectar, calcular y diseñar sistemas integrados de fabricación. - Capacidad para el diseño y ensayo de máquinas. - Capacidad para el análisis y diseño de procesos químicos. - Conocimientos y capacidades para el diseño y análisis de máquinas y motores térmicos, máquinas hidráulicas e instalaciones de calor y frío industrial. - Conocimientos y capacidades que permitan comprender, analizar, explotar y gestionar las distintas fuentes de energía. - Capacidad para diseñar sistemas electrónicos y de instrumentación industrial. - Capacidad para diseñar y proyectar sistemas de producción automatizados y control avanzado de procesos.
Gestión. (15 ECTS)	<ul style="list-style-type: none"> - Conocimientos y capacidades para organizar y dirigir empresas. - Conocimientos y capacidades de estrategia y planificación aplicadas a distintas estructuras organizativas. - Conocimientos de derecho mercantil y laboral. - Conocimientos de contabilidad financiera y de costes. - Conocimientos de sistemas de información a la dirección, organización industrial, sistemas productivos y logística y sistemas de gestión de calidad. - Capacidades para organización del trabajo y gestión de recursos humanos. - Conocimientos sobre prevención de riesgos laborales. - Conocimientos y capacidades para la dirección integrada de proyectos. - Capacidad para la gestión de la Investigación, Desarrollo e Innovación tecnológica.
Instalaciones, plantas (15 ECTS)	<ul style="list-style-type: none"> - Capacidad para el diseño, construcción y explotación de plantas industriales. - Conocimientos sobre construcción, edificación, instalaciones, infraestructuras y urbanismo en el ámbito de la ingeniería industrial. - Conocimientos y capacidades para el cálculo y diseño de estructuras. - Conocimiento y capacidades para el proyectar y diseñar instalaciones eléctricas y de fluidos, iluminación, climatización y ventilación, ahorro y eficiencia energética, acústica, comunicaciones, domótica y edificios inteligentes e instalaciones de Seguridad. - Conocimientos sobre métodos y técnicas del transporte y manutención industrial. - Conocimientos y capacidades para realizar verificación y control de instalaciones, procesos y productos. - Conocimientos y capacidades para realizar certificaciones, auditorías, verificaciones, ensayos e informes.
TFM	<ul style="list-style-type: none"> - Realización, presentación y defensa, una vez obtenidos todos los créditos del plan de estudios, de un ejercicio original realizado individualmente ante un tribunal universitario, consistente en un proyecto integral de Ingeniería Industrial de naturaleza profesional en el que se sinteticen las competencias adquiridas en las enseñanzas.

2. Metodología

Para llevar a cabo este estudio, se ha seguido la metodología mostrada en la Figura 2.

En el Registro de Universidades, Centros y Títulos del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, se han identificado las 44 universidades que actualmente tienen verificados títulos de Máster de Ingeniería Industrial. A partir del análisis de la información relativa a sus planes de estudio publicada en el BOE y/o en la descripción de los planes de estudio que cada universidad publica en su web, se ha obtenido información relativa a la fecha en la que se estableció el carácter oficial del título mediante su publicación en BOE, créditos del título (totales y por tipología) y semestres de duración, asignaturas del plan de estudios e identificación de la asignatura que incorpora la competencia “Conocimientos y capacidades para la dirección integrada de proyectos”.

Para cada una de estas asignaturas, se ha realizado una búsqueda de la guía docente, a través de la información que cada universidad tiene publicada en su página web. De ella, se ha obtenido información relativa a las competencias a adquirir (específicas y transversales), resultados de aprendizaje y contenidos. Puntualmente, en los casos en los que no se ha podido descargar la guía docente, se ha obtenido esta información de la Memoria de Verificación del título correspondiente.

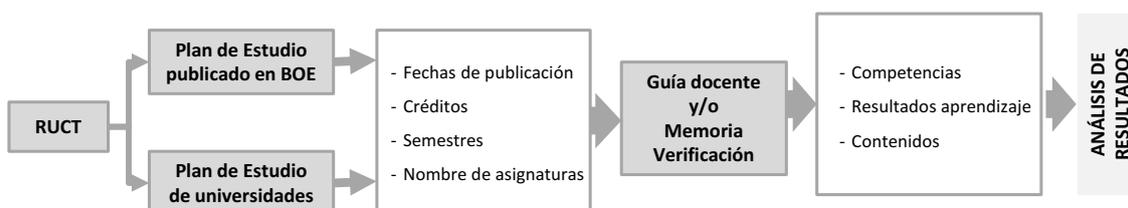


Figura 2. Metodología seguida en la realización de este estudio

3. Resultados

3.1 Planificación del Máster de Ingeniería Industrial

Actualmente, 44 universidades tienen el título de Máster de Ingeniería Industrial verificado por ANECA e incluido en el RUCT. Éstas son las que aparecen en la Figura 3, ordenadas por la fecha de publicación en BOE en la que se establece el carácter oficial del título y su inscripción en el RUCT.

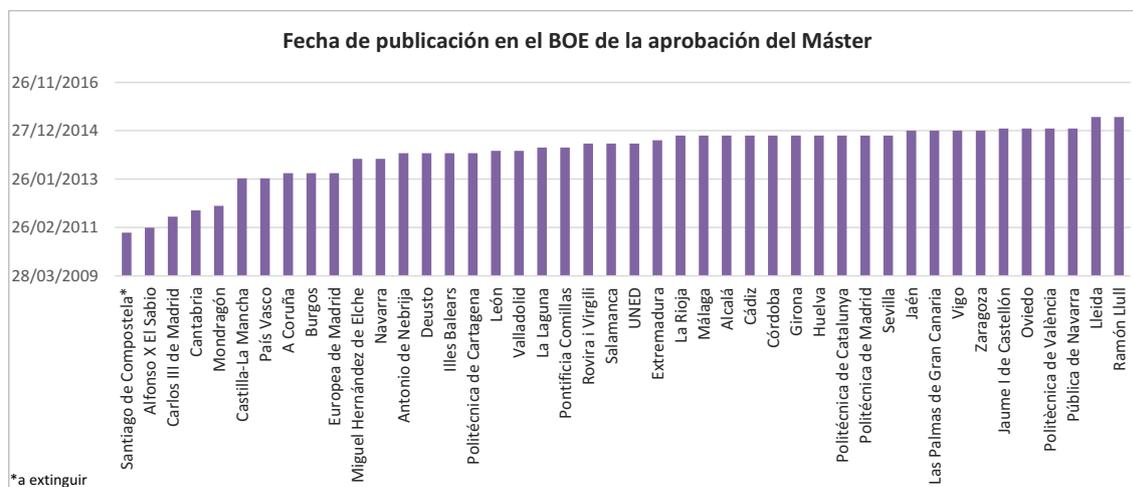


Figura 3. Universidades con título de Máster en Ingeniería Industrial, ordenadas por fecha de publicación en BOE

Los cursos 2013/14 y 2014/15 fueron los cursos en los que se registraron un mayor número de títulos, 32% y 45% respectivamente, haciendo coincidir, en la mayoría de los casos, con la finalización de la primera promoción de los Grados en Ingeniería de la rama industrial, que dan acceso directo o con complementos de formación al Máster de Ingeniería Industrial.

Relativo a los créditos, la Figura 4 muestra que los másters oscilan entre 72 y 120 ECTS. Como ha mostrado la Tabla 1, la Orden CIN/311/2009 establece un mínimo de 60 ECTS para el desarrollo de las competencias que deben adquirirse para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Industrial. Por tanto, entre el margen de 60-120 ECTS que establece el RD1393/2007 para los títulos de máster (Figura 1), cada universidad ha establecido una duración para el TFG y una ampliación de los ECTS mínimos (únicamente en los títulos en que se ha considerado esta opción).

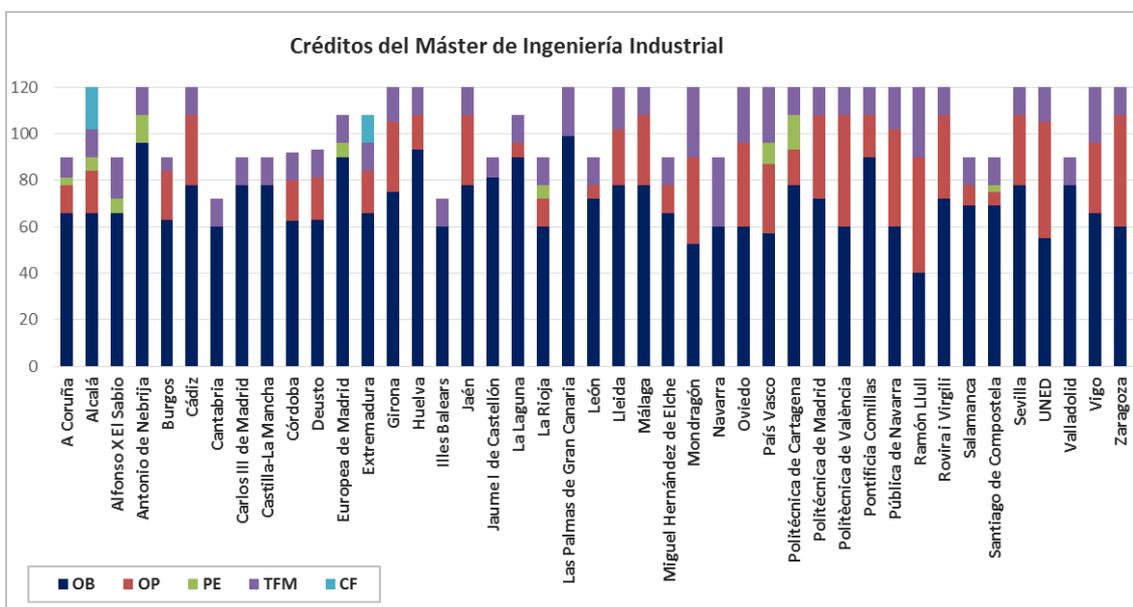


Figura 4. ECTS (global y por tipología) del título de Máster de Ingeniería Industrial por universidad

El 55% de los títulos tienen una duración de 120 ECTS, 30% de 90 ECTS, 7% de 108 ECTS y el restante porcentaje se reparte entre 2 títulos con 72 ECTS y 2 con 92 y 93 ECTS, respectivamente.

En cuanto al reparto entre ECTS obligatorios, optativos, prácticas externas (PE), TFG y complementos de formación (CF), indicar que existe bastante variedad entre los planes de estudio:

- ECTS obligatorios: oscilan entre 60 (mínimo exigido por la Orden CIN/311/2009) y 99 ECTS.
- ECTS optativos: oscilan entre 6 y 50 ECTS (25% de los títulos no ofertan optatividad). Normalmente, el margen de optatividad define las diferentes intensificaciones del título, que se suele ofertar en los títulos con mayor carga en créditos.
- ECTS asignados a PE: oscilan entre 3 y 15 ECTS, aunque sólo el 20.5% de los títulos los incorpora como tales. En algunos planes de estudio, se ofertan como créditos optativos.

- ECTS asignados a TFM: oscilan entre 6 y 30 ECTS, siendo mayoritariamente 12 ECTS, como muestra la Figura 5.

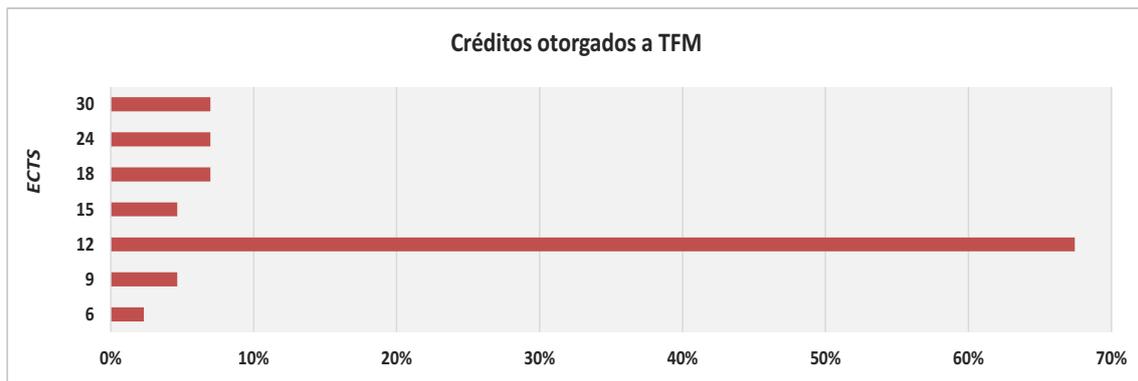


Figura 5. ECTS asignados a la asignatura TFM

- ECTS asignados a CF: únicamente dos títulos los incluyen dentro de la duración del máster. El resto, los consideran como requisitos a cursar fuera del máster.

3.2 Asignaturas que desarrollan la competencia “Conocimientos y capacidades para la dirección integrada de proyectos”

En cuanto a las asignaturas que se centran en desarrollar la competencia “Conocimientos y capacidades para la dirección integrada de proyectos” desde la perspectiva del área de Proyectos de Ingeniería, se observa que hay también bastante variedad tanto en la denominación de la asignatura, como en su duración y competencias asignadas, como se describe en el siguiente apartado.

Tal y como muestra la Figura 6, cerca del 25% de los planes de estudio denominan a la asignatura “Dirección de Proyectos”, seguida de “Proyectos”, “Dirección Integrada de Proyectos” o “Gestión de proyectos industriales”. Son varias también las que incluyen en el título referencia explícita a los proyectos de I+D+I, uniendo el desarrollo de la competencia “Conocimientos y capacidades para la dirección integrada de proyectos” con la de “Capacidad para la gestión de la Investigación, Desarrollo e Innovación tecnológica”.

Hay que indicar también que en 6 de los títulos analizados, no se ha encontrado ninguna asignatura específica del ámbito de Proyectos de Ingeniería, sino que la competencia objeto de análisis en este estudio, debe estar incluida, únicamente, en otras asignaturas del módulo de gestión como: Alta dirección empresarial, Organización y gestión de la producción, Gestión de recursos humanos, Gestión industrial, Dirección de empresas, Organización industrial, Estrategia e innovación empresarial, Dirección estratégica y empresarial, Dirección de empresas y recursos humanos, Organización industrial, Gestión de la innovación y el desarrollo tecnológico en la empresa o Administración de empresas y organizaciones.

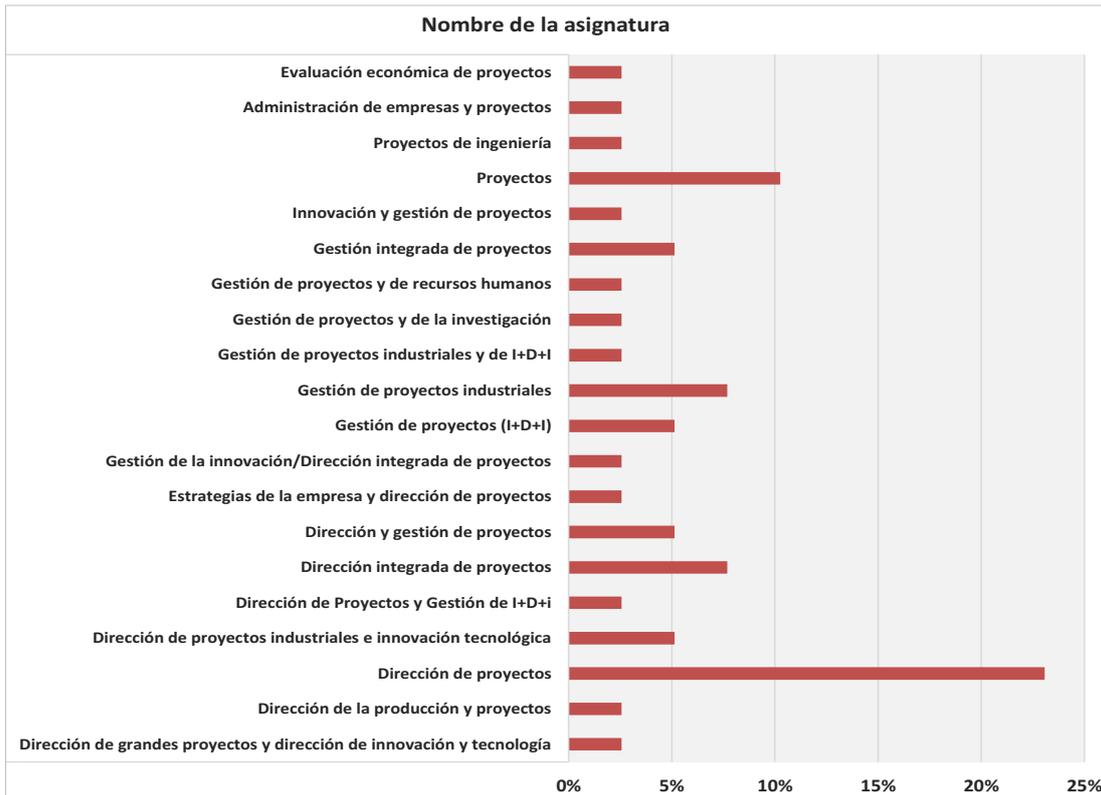


Figura 6. Denominación de las asignaturas que se centran en el desarrollo de la competencia “Conocimientos y capacidades para la dirección integrada de proyectos”

Analizando los créditos que tienen asignadas estas asignaturas y el semestre en el que se imparten, se observa en las Figuras 7 y 8 que aunque existe un reparto similar entre el número de asignaturas de 3, 4.5, 5 y 6 ECTS (entre 19 y 27%), únicamente en el 8% de los planes de estudio es de 7.5 ECTS. Mayoritariamente se imparte en 2º y 3º semestre.



Figura 7. Créditos asignados a las asignaturas de la Figura 6

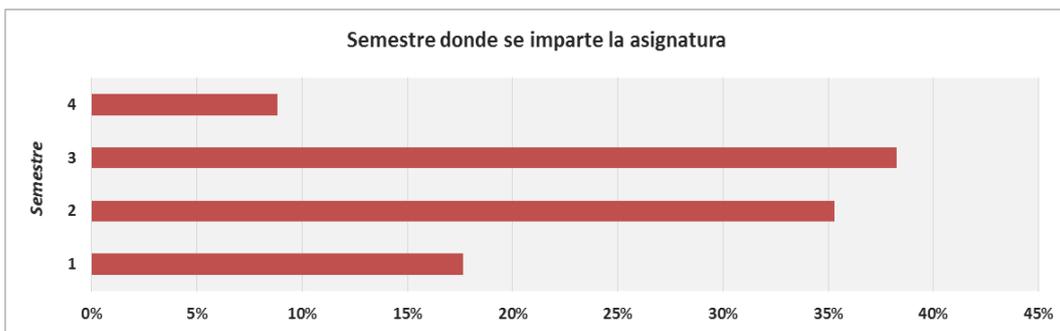


Figura 8. Semestre de impartición de las asignaturas de la Figura 6

3.3 Análisis de competencias

Según el RD1393/2007, los planes de estudios conducentes a la obtención de un título deben tener en el centro de sus objetivos la adquisición de competencias por parte de los estudiantes, ampliando el tradicional enfoque basado en contenidos y horas lectivas.

Así pues, en este apartado van a analizarse las competencias específicas y transversales que presentan cada una de las asignaturas mostradas en la Figura 6¹. La Figura 9 muestra el número de competencias específicas y transversales, mientras que las Figuras 10 y 11 muestran el detalle de cada una de estas competencias.

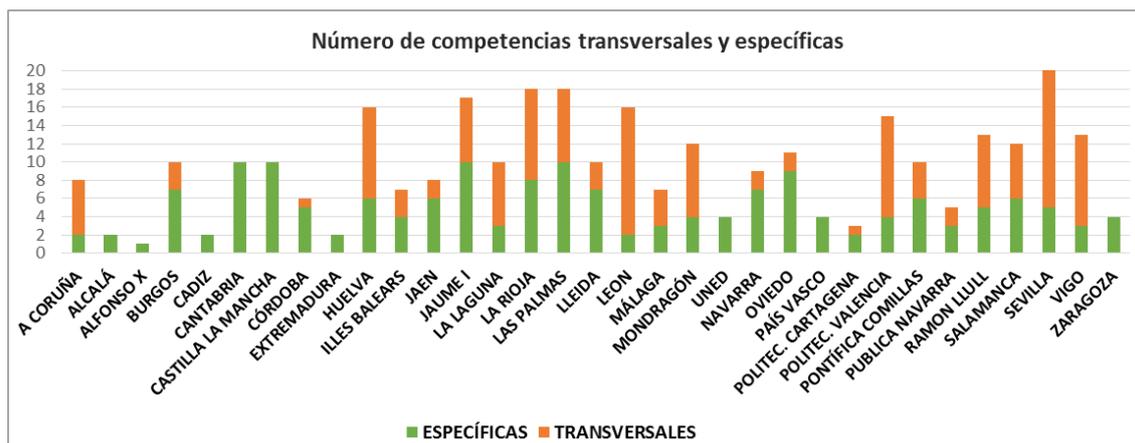


Figura 9. Número de competencias trasversales y específicas de cada asignatura en cada universidad

Con el fin de poder analizar y comparar las competencias de cada asignatura, se ha tenido que realizar primero un proceso de homogenización de la redacción de las mismas. Para las competencias específicas, se ha utilizado como base, las competencias de la Orden CIN/311/2009, clasificadas en la Figura 10 por colores correspondientes a “Tecnologías Industriales”, “Instalaciones” y “Gestión”. Finalmente, se ha agrupado como “Otras”, competencias que, aunque muy relacionadas con las anteriores, su redacción aportaba algún matiz diferente.

Se observa que, a pesar de que todas las asignaturas incluyen la competencia “Conocimientos y capacidades para la dirección integrada de proyectos”, un 60% incluyen también la competencia “Capacidad para la gestión de la Investigación, Desarrollo e Innovación tecnológica”, como también se había observado en el análisis de los nombres de las asignaturas. Además, la mayor parte de las competencias complementarias incluidas, están relacionadas con el módulo de “Gestión”.

¹ Indicar que el análisis de competencias y resultados de aprendizaje se ha realizado únicamente con aquellas asignaturas de las cuales se ha conseguido la Guía Docente a través de la información pública que cada universidad dispone en su web.



Figura 10. Porcentaje de asignaturas que incluyen cada competencia específica

Relativo al análisis de las competencias transversales, se ha utilizado como base la clasificación del Proyecto Tuning (2008): “Instrumentales”, “Interpersonales” y “Sistémicas”, mostradas por colores en la Figura 11. Finalmente, se ha agrupado como “Otras”, competencias que, aunque muy relacionadas con las anteriores, su redacción aportaba algún matiz diferente y específico del ámbito de la ingeniería industrial.

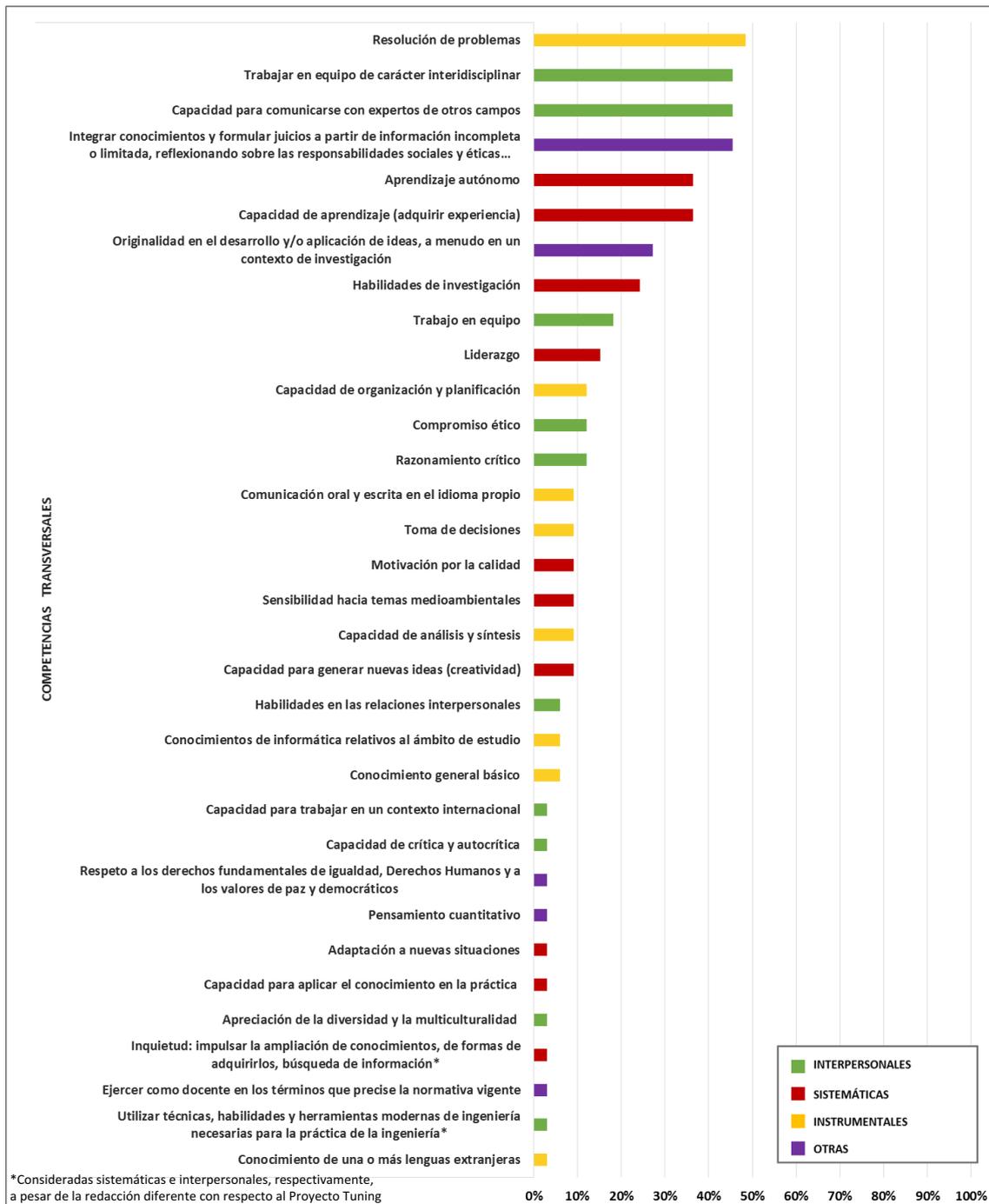


Figura 11. Porcentaje de asignaturas que incluyen cada competencia trasversal

3.4 Análisis de resultados de aprendizaje

Aunque existen muchas definiciones para “resultado de aprendizaje”, la “Guía de apoyo para la redacción, puesta en práctica y evaluación de los resultados del aprendizaje” (ANECA, 2013), los define como “*declaraciones de lo que se espera que un estudiante conozca, comprenda y/o sea capaz de hacer al final de un periodo de aprendizaje*”.

Algunas de las guías docentes analizadas, incorporan resultados de aprendizaje junto con las competencias y contenidos. La Figura 12 muestra estos resultados de aprendizaje y el porcentaje de asignaturas que incluyen cada resultado de aprendizaje.

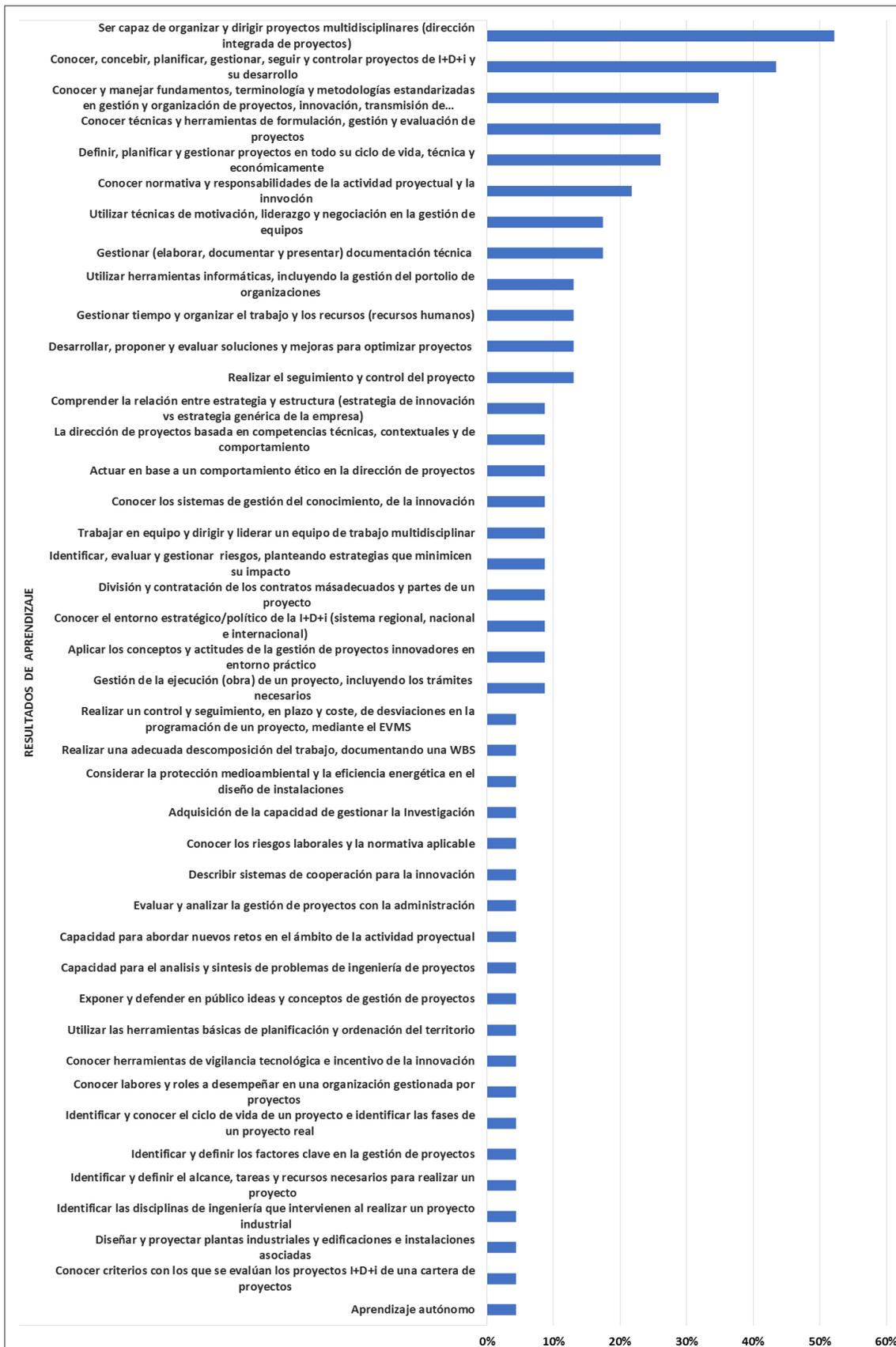


Figura 12. Porcentaje de asignaturas que incluyen cada resultado de aprendizaje

4. Conclusiones

En este estudio se ha analizado cómo se ha integrado la competencia “Conocimientos y capacidades para la dirección integrada de proyectos” en los 44 planes de estudios del Máster de Ingeniería Industrial verificados e incluidos en el RUCT.

Del análisis de los planes de estudio, se observa que existe mucha variedad tanto en la duración (72-120 ECTS), como en la distribución de créditos entre las diferentes asignaturas obligatorias, optativas, PE, TFG y CF. Destaca sobre todo, la gran variedad de créditos asignados a TFG (6-30 ECTS).

Del análisis de las asignaturas que desarrollan principalmente la competencia “Conocimientos y capacidades para la dirección integrada de proyectos”, se observa que no todos los planes de estudios tienen una única asignatura centrada en su desarrollo ya que en ocasiones esta competencia se incluye en otras, centradas en el desarrollo de otras competencias del módulo de “Gestión”. De las asignaturas centradas en esta competencia, se observa que tanto su denominación como su duración es variable (3-7.5 ECTS).

Del análisis de las competencias específicas, se observa que la competencia “Conocimientos y capacidades para la dirección integrada de proyectos” se combina, por orden, con otras competencias del módulo de “Gestión”: “Capacidad para la gestión de la Investigación, Desarrollo e Innovación tecnológica”, “Conocimientos sobre prevención de riesgos laborales”, “Conocimientos y capacidades para organizar y dirigir empresas”, “Conocimientos de sistemas de información a la dirección, organización industrial, sistemas productivos y logística y sistemas de gestión de calidad”, “Conocimientos de contabilidad financiera y de costes”, “Conocimientos de derecho mercantil y laboral”. Esto da idea de la transversalidad y amplitud de la docencia que se imparte desde el ámbito del área de Proyectos de Ingeniería. En cuanto a las competencias transversales, se reparten de forma equilibrada entre “Instrumentales”, “Interpersonales” y “Sistémicas”. Es importante también destacar las diferencias encontradas en la forma y estilo de redactar las competencias y en el número de competencias que cada asignatura considera.

Este último comentario es aplicable también a los resultados de aprendizaje, ya que en casos concretos, su denominación se confunde o coincide con la denominación de algunas competencias.

Finalmente, indicar que los resultados de este estudio van a servir de base para profundizar en un futuro en su comparativa con el modelo de competencias en Dirección de Proyectos de IPMA (International Project Management Association) y en el análisis de los contenidos de cada asignatura.

5. Referencias

ANECA (2013) Guía de Apoyo para la Redacción, Puesta en Práctica y Evaluación de los Resultados del Aprendizaje. <http://www.aneca.es/>

Ley Orgánica 4/2007, de 12 de abril, por la que se modifica la Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades.

Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades.

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.

Real Decreto 861/2010, de 2 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales.

Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales.

Real Decreto 99/2011, de 28 de enero, por el que se regulan las enseñanzas oficiales de doctorado.

Proyecto Tuning (2008) Una Introducción a Tuning Educational Structures in Europe: la Contribucion de las Universidades al Proceso de Bolonia. Socrates-Tempus.
<http://www.unideusto.org/tuningeu/>