

REFLEXIONES SOBRE EL PROYECTO FIN DE CARRERA: EL RETO FRENTE A BOLONIA

Joaquín Ordieres,
José Ramón Cobo,
Javier Sánchez.
Isabel Ortiz^(p)

E.T.S. Ingenieros Industriales (Universidad Politécnica de Madrid). Departamento de Ingeniería de Organización, Administración de Empresas y Estadística. Madrid. España

ABSTRACT

The Technical School of Industrial Engineers of the Technical University of Madrid (UPM), has a long path in programs of students' exchange with diverse International Universities. In this area more than one hundred programs of exchange exist all over the world of which thirty one are of double degree.

Most of these associates, already have adapted their educational system to the requirements of Bologna's agreement. In this paper is presented an analysis to see how these Universities have faced this challenge trying to learn of these previous experiences. There have been born in mind Universities of different countries as KTH (Sweden), Politécnico de Milan (Italy), TUM (Germany), TU Wien (Austria), between others.

The first comparative analysis is done to see the requirements established in each of these universities with regard to the Final Project and in view of the analysis we conclude some recommendations to bearing in mind.

Some Spanish Universities already have adapted to Bologna's agreement, but the great majority will have to do it during the next course or at the longest in the course 2010-11. This paper has been done to promote a reflexive analysis about the utility and implementation of the Final Project in this new educational system, an interesting challenge.

Keywords: Bologna's agreement, Final Project.

RESUMEN

La Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid, tiene una larga trayectoria en programas de intercambio de estudiantes con diversas Universidades Internacionales. En este ámbito existen más de cien programas de intercambio por todo el mundo de los cuales treinta y uno son de doble titulación.

La mayor parte de estos socios, ya han adaptado su sistema educativo a las exigencias de Bolonia. En esta ponencia se presenta un análisis para ver cómo se han enfrentado estas

Universidades a este reto tratando de aprender de estas experiencias previas. Se han tenido en cuenta Universidades de distintos países como KTH (Suecia), Politécnico de Milano (Italia), TUM (Alemania), TU Wien (Austria), entre otras.

Se hace un primer análisis comparativo para ver las exigencias establecidas en cada uno de estos centros respecto al Proyecto Fin de Carrera y a la vista del análisis se concluyen algunas reflexiones a tener en cuenta.

Algunas Universidades españolas ya se han adaptado a Bolonia, pero la gran mayoría tendrá que hacerlo durante el próximo curso o a más tardar en el curso 2010-11. Esta comunicación se ha realizado para promover un análisis reflexivo sobre la utilidad e implantación del Proyecto Fin de Carrera en este nuevo sistema educativo, un reto interesante.

Palabras Clave: *Proceso de Bolonia, Proyecto Fin de Carrera.*

1. Introducción

Hace ya muchos años que en Europa se está trabajando por la mejora y adecuación del sistema educacional universitario a uno más homogéneo.

En España las Universidades tienen plazo hasta el año 2010 para adecuarse a la “Declaración de Bolonia”, y es en lo que se ha estado trabajando durante los últimos años, a pesar de la dividida opinión pública.

Este tratado busca que existan mecanismos que posibiliten el reconocimiento entre un país y otro de una titulación universitaria, facilitar la movilidad de estudiantes y profesores, incentivar la I+D+i así como la cooperación entre países de Europa para asegurar un alto nivel de calidad en la educación, etc.

En esta comunicación se presentan los resultados de una investigación y análisis realizado sobre las diversas formas que tienen algunas Universidades o Escuelas de Ingeniería en Europa de afrontar el Proyecto Fin de Carrera de cara a este cambio que es la adaptación del sistema educacional a la “Declaración de Bolonia”.

Este análisis se realiza en base a las pautas y normativa que tiene actualmente la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales (ETSII) sobre los Proyectos Fin de Carrera con el fin de realizar futuras mejoras en este proceso.

Uno de los objetivos de este análisis fue comparar las formas de hacer el Proyecto Fin de Carrera que tienen algunas de las principales Universidades Europeas de Ingeniería.

En primer lugar se analizará el concepto de Proyecto Fin de Carrera utilizado en las distintas Universidades.

Además del propio concepto de proyecto se comparan los siguientes aspectos:

- Número de créditos ECTS de la titulación en su totalidad y cuántos de éstos corresponden al Proyecto Fin de Carrera.
- El curso en que se puede comenzar a realizar el PFC.
- La duración mínima y máxima exigida.
- La forma o lugar dónde se debe realizar (práctica en empresa, proyecto de

- investigación u otra).
- La forma de evaluación.
- Su tipología, estructura, restricciones, exigencias, etc.

2. El Cambio en el Sistema Universitario: Bolonia

La construcción del Espacio Europeo de Educación Superior recibe un impulso decisivo con la Declaración de Bolonia [1], firmada el 19 de junio de 1999 por Ministros con competencias en Educación Superior de 29 países europeos y que da su nombre al Proceso de Bolonia.

Se trata de un proceso de carácter intergubernamental con participación de universidades, estudiantes, la Comisión Europea y otras organizaciones. Este proceso tiene como meta el establecimiento de un Espacio Europeo de Educación Superior en el año 2010.

El EEES no tiene como objetivo homogeneizar los sistemas de Educación Superior sino aumentar su compatibilidad y comparabilidad, respetando su diversidad. La construcción del EEES se basa en acuerdos y compromisos sobre los objetivos a alcanzar.

El EEES se contempla como un espacio abierto en el que no existen obstáculos a la movilidad de estudiantes, titulados, profesores y personal de administración, y se articula en torno al reconocimiento de titulaciones y otras cualificaciones de educación superior, la transparencia (un sistema de titulaciones comprensibles y comparables organizado en tres ciclos) y la cooperación europea en la garantía de la calidad.

El establecimiento de un sistema de créditos ECTS [2] y del Suplemento al Título Europeo [3] juegan un papel fundamental junto al Marco de Cualificaciones para el EEE [4] y los Criterios y Directrices para la Garantía de Calidad en el EEE. El establecimiento de un Registro Europeo de Agencias de Garantía de Calidad constituye un importante hito.

Desde 1999 cada dos años se celebra una Cumbre Ministerial que realiza un balance de los progresos realizados y establece los objetivos para la cumbre siguiente. Se han celebrado las Cumbres Ministeriales de Bolonia 1999, Praga 2001, Berlín 2003, Bergen 2005 y Londres 2007. La próxima cumbre tendrá lugar en Lovaina en 2009.

Los trabajos de seguimiento y la preparación de las cumbres ministeriales se llevan a cabo en el seno del Grupo de Seguimiento de Bolonia (BFUG) constituido en la actualidad por los 46 países miembros del Proceso de Bolonia, la Comisión Europea y otras organizaciones.

Este proceso de innovación en la educación busca entre otras cosas:

- Facilitar la movilidad de estudiantes y profesores entre los países europeos adaptados al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES).
- Aumentar la compatibilidad de las carreras universitarias, respetando la diversidad.
- Establecer el crédito europeo como unidad de medida del haber académico en las enseñanzas universitarias de carácter oficial.
- Adoptar un sistema de transferencia de créditos, debiendo ser 60 créditos equivalentes a un año académico.

Por otro lado, el Gobierno Español ha decretado ciertas normas concordes a las modificaciones de la Declaración de Bolonia. Estas normas también deben estar en marcha para el año 2010 en todo el territorio español. Algunos ejemplos de éstas son:

- Los grados deberán ser de cuatro cursos (cuatro años).
- Los post-grados podrán ser de uno o dos cursos (o años).
- Se establecerán nuevos préstamos y becas pero sin modificar los ya existentes.
- Los “Máster” ofrecidos serán más generales y enfocados a empresas privadas las cuales podrán participar en la programación de los planes de estudio.

Debido a todos estos cambios los profesores del área de Proyectos de Ingeniería de la ETSII se plantean estudiar y mejorar el proceso actual de la realización de los Proyectos Fin de Carrera para hacerlo más competitivo y que esté a la altura de las grandes universidades europeas de Ingeniería.

3. Estado del arte.

El estudio que se realiza se basa en una comparación entre la ETSII y las siguientes Escuelas de Ingeniería:

- Technische Universität Munchen, Alemania
- Technische Universität Wien, Austria.
- École Centrale Paris, Francia.
- École Nationale de Ponts et Chaussées, Francia.
- INPG – ENSGI, Francia.
- Politecnico di Milano, Italia.
- Kungl Tekniska Högskola (KTH), Suecia.

Estas Universidades han sido escogidas, por ser algunas de las que tienen convenio de intercambio de estudiantes en programas de Doble Titulación. Estos programas, alargan los años de estudio de los alumnos, pero les permiten obtener la titulación por ambas Universidades firmantes del convenio.

Además se contrastó a través de los rankings internacionales más reconocidos en qué lugar se encuentran estas Universidades. Para realizar este análisis se usaron los siguientes referentes:

- Academic Ranking of World Universities (Ranking Académico de Universidades en el Mundo): este Ranking es elaborado por la Universidad Jiao Tong de Shangai en China.
- The Times World University Ranking: este ranking es realizado por el diario británico “The Times”. Se difunde mediante el “Higher Education Supplement” (Suplemento de Educación Superior) y en sus resultados se pueden ver 600 Universidades a nivel general y 300 Universidades agrupadas según cinco áreas (Artes y Humanidades; Biomedicina y Ciencias de la Vida; Ciencias Exactas y Naturales; Ciencias Sociales y Tecnología).
- Ranking Mundial de Universidades en la Web: lo realiza el Laboratorio de Cibermetría en España el cual pertenece al Centro de Ciencias Humanas y Sociales (CCHS) el cual a su vez es parte del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).

Debido a la limitación del texto, se ha optado por presentar los resultados del último ranking presentado “Ranking Mundial de Universidades en la Web” por ser elaborado en España. Se presentan los resultados por países. La primera tabla corresponde a las Mejores 20

Universidades de España y la posición de la Universidad Politécnica de Madrid está señalada con color rojo:

PAÍS	MUNDO	UNIVERSIDAD
1	138	Universidad Complutense de Madrid
2	155	Universitat de Barcelona
3	190	Universidad de Granada
4	200	Universitat Autònoma de Barcelona
5	224	Universidad Politécnica de Madrid
6	229	Universitat Politècnica de Catalunya
7	244	Universitat de Valencia
8	245	Universidad Politécnica de Valencia
9	251	Universidad del País Vasco
10	276	Universitat d'Alacant
11	284	Universidad de Sevilla
12	312	Universidad de Murcia
13	335	Universidad de Zaragoza
14	346	Universidade de Vigo
15	347	Universitat de les Illes Balears
16	358	Universitat Pompeu Fabra
17	368	Universidad Autónoma de Madrid
18	377	Universidad Carlos III de Madrid
19	421	Universidad de Salamanca
20	426	Universidad Nacional de Educación a Distancia

Como se puede ver la UPM está en el 5º lugar a nivel nacional, y de las Universidades que la superan ninguna dicta carreras de Ingeniería Industrial excepto la Universidad Autónoma de Barcelona que imparte algunas Ingenierías Técnicas Industriales e Ingeniería de Organización Industrial. Al mismo tiempo la UPM aparece como la 224ª a nivel mundial según este ranking.

A continuación se muestran los rankings de los países correspondientes a las Universidades que se consideran en esta investigación. Las instituciones marcadas con color rojo son las principales que se estudiarán en este informe, y las marcadas con azul son Universidades con convenios de intercambio de la ETSII pero que no son las principales consideradas en este estudio:

- Alemania

PAÍS	MUNDO	UNIVERSIDAD
1	85	Freie Universität Berlin
2	106	Humboldt Universität zu Berlin
3	108	Technische Universität München
4	116	Rheinisch Westfälische Technische Hochschule Aachen
5	121	Universität Hamburg
6	123	Technische Universität Berlin

7	145	Universität Karlsruhe
8	149	Universität Leipzig
9	151	Ruprecht Karls Universität Heidelberg
10	157	Technische Universität Chemnitz
11	160	Ludwig Maximilians Universität München
12	165	Universität zu Köln
13	166	Universität Münster
14	168	Rheinische Friedrich Wilhelms Universität Bonn
15	172	Universität Freiburg
16	183	Friedrich Alexander Universität Erlangen Nürnberg
17	197	Johann Wolfgang Goethe Universität Frankfurt am Main
18	203	Universität Stuttgart
19	222	Technische Universität Dresden
20	232	Universität Bremen
25	267	Technische Universität Darmstadt
27	296	Universität Hannover
32	330	Technische Universität Braunschweig
60	835	Technische Universität Clausthal
63	884	Technische Universität Hamburg Harburg
68	1122	Technische Universität Freiberg
74	1452	Hochschule Mittweida
77	1562	Fachhochschule Augsburg

Como se puede ver en la tabla anterior, la Technische Universität München, que es la única Universidad alemana considerada en este estudio, aparece en el 3º lugar a nivel nacional y 108º a nivel mundial y dentro de las Universidades alemanas con convenios de intercambio de la ETSII es la mejor catalogada. Por otro lado podemos ver que 14 de las 16 Universidades alemanas con convenios de intercambio de la ETSII aparecen en el ranking.

- Austria

PAÍS	MUNDO	UNIVERSIDAD
1	90	Universität Wien
2	136	Technische Universität Wien
3	272	Technische Universität Graz
4	344	Universität Innsbruck
5	522	Johannes Kepler Universität Linz
6	587	Wirtschaftsuniversität Wien
7	687	Alpen Adria Universität Klagenfurt
8	725	Karl Franzens Universität Graz
9	732	Universität für Bodenkultur Wien
10	1608	Fachhochschule Joanneum
11	1612	Universität Salzburg
12	1724	Medizinische Universität Wien
13	1750	Universität für Weiterbildung Donau Universität Krems

14	1865	Medizinische Universität Innsbruck
15	1974	Veterinärmedizinische Universität Wien
16	2195	Kunstuniversität Graz
17	2262	Montanuniversität Leoben
18	2334	Medizinische Universität Graz
19	2750	Universität Mozarteum Salzburg
20	2892	Universität für Musik und Darstellende Kunst Wien

La tabla anterior muestra a la Technische Universität Wien, que es la única Universidad austriaca considerada en este estudio, en el 2º lugar a nivel nacional y 136º a nivel mundial, además dentro de las Universidades austriacas con convenios de intercambio de la ETSII es la mejor catalogada. Por otro lado podemos ver que las 3 Universidades austriacas con convenios de intercambio de la ETSII aparecen en el ranking.

- Francia

PAÍS	MUNDO	UNIVERSIDAD
1	137	Campus de Jussieu Paris
2	214	Université Claude Bernard Lyon 1
3	249	Universités à Aix en Provence
4	283	Université de Nice Sophia Antipolis
5	294	École Normale Supérieure Paris
6	333	École Polytechnique France
7	334	Université René Descartes Paris 5
8	340	École des Mines de Paris
9	361	Université Joseph Fourier Grenoble 1
10	365	Université de Rennes 1
11	409	Université Paris XI Sud
12	423	Université de Caen Basse Normandie
13	457	Université Lumière Lyon 2
14	460	Université des Sciences et Technologies Lille 1
15	484	Conservatoire National des Arts et Métiers
16	486	Université Paris 1 Pantheon Sorbonne
17	534	Université de Nantes
18	606	Université Toulouse 3 Paul Sabatier
19	626	Institut National des Sciences Appliquées de Lyon
20	640	Université Montpellier II Sciences et Techniques du Languedoc
31	763	Université de Technologie de Compiègne
43	942	École Centrale Paris
48	1009	École Nationale des Ponts et Chaussées
62	1098	École Centrale de Lyon
72	1251	Université de Valenciennes et du Hainaut Cambresis
73	1254	École Nationale Supérieure de Techniques Avancées
78	1348	École Nationale Supérieure des Mines de Saint Etienne

80	1385	École Supérieure d'Electricite
97	1669	Institut National des Sciences Appliquees de Toulouse
99	1682	École des Mines de Nantes

La tabla anterior muestra el ranking de Francia en donde aparecen 2 de las 3 Universidades de este país consideradas en este estudio. La Ecole Centrale Paris aparece en el lugar 43º a nivel nacional y 942º a nivel mundial, siendo la 3º mejor Universidad francesa de las que tienen convenios de intercambio con la ETSII. Por su parte la Ecole Nationale des Ponts de Chaussées está en el lugar 43º a nivel nacional y 1009º a nivel mundial, siendo la 4º mejor Universidad francesa de las que tienen convenios de intercambio con la ETSII. Cabe destacar también que 11 de las 42 Universidades francesas con convenios de intercambio de la ETSII aparecen en el ranking.

- Italia

PAÍS	MUNDO	UNIVERSIDAD
1	93	Università di Bologna
2	212	Università di Pisa
3	230	Università degli Studi di Roma la Sapienza
4	281	Università degli Studi di Firenze
5	301	Università degli Studi di Torino
6	319	Università degli Studi di Padova
7	326	Università degli Studi di Milano
8	424	Università degli Studi di Genova
9	432	Università degli Studi di Trento
10	466	Politecnico di Torino
11	467	Università degli Studi di Napoli Federico II
12	469	Politecnico di Milano
13	475	Università degli Studi di Roma Tor Vergata
14	521	Università degli Studi di Palermo
15	524	Università degli Studi di Pavia *
16	526	Università degli Studi di Siena
17	547	Università degli Studi Roma Tre
18	563	Università degli Studi di Bari
19	568	Università Ca' Foscari Venezia
20	569	Università degli Studi di Parma
39	1189	Università degli Studi di Messina
44	1372	Università degli Studi di Brescia
56	1923	Politecnico di Bari
57	2077	Università degli Studi di Cassino

En esta tabla se ve que el Politecnico di Milano, que es la única Universidad italiana considerada en este estudio, aparece en el lugar 12º a nivel nacional y 469º a nivel mundial y como se puede ver es la 6º Universidad mejor catalogada dentro de las Universidades

italianas con convenios de intercambio de la ETSII. Además se puede ver que 11 de las 14 Universidades italianas con convenios de intercambio de la ETSII aparecen en el ranking.

- Suecia

PAÍS	MUNDO	UNIVERSIDAD
1	84	Royal Institute of Technology
2	104	Uppsala University
3	107	Linköping University
4	191	Lund University
5	209	Goteborg University
6	242	Umea University
7	258	Stockholm University
8	269	Chalmers University of Technology
9	438	Lund Institute of Technology Lund University
10	505	Karolinska Institute
11	681	Swedish University of Agricultural Sciences
12	849	Lulea University of Technology
13	876	Orebro University
14	957	Malmö University
15	1039	Malardalen University
16	1142	Stockholm School of Economics
17	1244	Vaxjö University
18	1300	University College of Borås
19	1302	Blekinge Institute of Technology
20	1363	University of Karlstad
23	1872	Jonköping University

En la tabla anterior podemos ver que 3 de las 6 Universidades con convenios de intercambio de la ETSII aparecen en el ranking, pero la Kungl Tekniska Högskola, que es la única Universidad sueca considerada en este estudio, no aparece en él.

Según estos rankings y como estadística general se puede apreciar que de las siete Universidades en estudio, cinco aparecen en los rankings de sus respectivos países (eso equivale a un 71,4%), dentro de las cuales tres Universidades aparecen dentro de las mejores 20 (esto equivale a un 42,8%). Es cierto que estos rankings están comparando Universidades que implementan múltiples titulaciones (como es el caso de la Universidad Politécnica de Madrid), con otras que emiten muchos menos títulos. También se está asumiendo el posicionamiento de la UPM como el de la ETSII.

Se asumen las limitaciones anteriormente expuestas por carecer de datos estadísticos a nivel de titulación.

Por otro lado, la situación para las Universidades con convenios de intercambio de la ETSII es la siguiente:

- Con Alemania existen 16 Universidades con convenios, de las cuales 14 aparecen dentro del ranking (un 87,5%).

- Con Austria existen 3 Universidades con convenios, de las cuales las 3 aparecen dentro del ranking (100%).
- Con Francia existen 42 Universidades con convenios, de las cuales 11 aparecen dentro del ranking (un 26,2%).
- Con Italia existen 14 Universidades con convenios, de las cuales 11 aparecen dentro del ranking (un 78,6%).
- Con Suecia existen 6 Universidades con convenios, de las cuales 3 aparecen dentro del ranking (un 50%).

4. El PFC en la ETSII.

En términos generales el PFC es un trabajo o proyecto individual que realiza algún alumno de Ingeniería en el cual entrega una solución lo suficientemente buena, con una cierta complejidad y al nivel de un Ingeniero para resolver una necesidad real basándose en los contenidos aprendidos durante sus años de estudio. Puede estar asesorado por uno o más tutores y se debe realizar obligatoriamente para poder obtener el título correspondiente.

En la ETSII los PFC pueden realizarse tanto en la misma escuela como en alguna empresa.

Los proyectos en general pueden dividirse en tres categorías:

- Proyecto Clásico de Ingeniería.
- Proyecto teórico-experimental o de I+D+i.
- Proyecto organizativo, económico y técnico.

En el caso de los tutores necesarios para la realización del PFC estos se deben adjudicar al menos seis meses antes de la finalización del proyecto. Estos pueden ser:

- Un tutor que será el responsable académico del proyecto el cual debe ser profesor de la Escuela.
- Uno o más co-tutores que podrán ser investigadores de algún departamento de la Escuela o de alguna institución vinculada a ésta o algún Ingeniero titulado que se encuentre ejerciendo la profesión.

Los PFC son evaluados por Tribunales, los cuales están compuestos por tres profesores que son nombrados por la Junta de la Escuela. El alumno tiene que defender su trabajo delante del Tribunal correspondiente y dispone para ello de veinte minutos de exposición.

La realización y evaluación del PFC para los alumnos que realizan el PFC en algún programa de intercambio sigue las mismas reglas que para los alumnos de la ETSII exceptuando algunos puntos:

- Los temas de los proyectos para los alumnos españoles en el extranjero también pueden ser propuestos por las Universidades extranjeras en donde se encuentren o por alguna empresa extranjera.
- Todos los alumnos necesitan un tutor en la ETSII excepto los que se encuentran en programas de Doble Titulación. Los españoles no tienen en este tipo de programas no tienen obligación de defender su Proyecto en la ETSII.

Nº cred. Titulación	Para obtener el título de Ingeniero Industrial hay que estudiar cinco años (300 créditos, 60 por año) y se pueden elegir nueve especialidades distintas.
Nº cred. PFC	1,5 créditos.
Curso para comenzar el PFC	No existen limitaciones, pero lo más frecuente es que se comience cuando el alumno está en quinto curso.
Duración mínima	Seis meses.
Duración máxima	No hay.
Lugar de realización	Empresa. Laboratorio de la Universidad. Extranjero.
Forma de evaluación	Presentación de un informe escrito y defensa oral ante un tribunal compuesto por tres profesores (donde no puede estar incluido el tutor del proyecto).
Exigencias	Tener aprobadas todas las asignaturas de la Titulación.

Tabla 1: Características PFC en la ETSII UPM

5. Resultados del análisis: el PFC en Europa

Una primera reflexión nos lleva a detectar las similitudes y diferencias que existen en el propio concepto de Proyecto en las distintas Universidades.

Se ha detectado un enfoque similar en todas las Universidades en el concepto del proyecto, detectándose únicamente un país donde es distinto. Mientras que en la ETSII UPM, como se ha definido anteriormente, se trata de la aplicación de los conocimientos adquiridos durante sus estudios de ingeniería para resolver problemas reales; en las universidades francesas, se enfoca a una primera experiencia laboral denominándose “informe fin de estancia” (en el mismo nombre se puede apreciar la diferencia de enfoque), donde se recoge la experiencia empresarial.

De esta forma se pone más énfasis en la capacidad del alumno para integrarse en un equipo de trabajo. Normalmente se les asignan responsabilidades que permiten desarrollar la iniciativa y creatividad del alumno.

De manera general todas ellas exigen la aplicación de los conocimientos adquiridos durante los estudios de ingeniería.

Se presentan a continuación los resultados del análisis realizado atendiendo a los parámetros establecidos y en las Universidades mencionadas donde se pueden detectar las diferencias:

Technische Universität Munchen, Alemania

Nº cred. Titulación	Las especialidades tienen 2 años de duración y 150 ECTS
Nº cred. PFC	30 ECTS
Curso para comenzar el PFC	Último semestre (pero sólo pueden tener tres asignaturas pendientes).
Duración mínima	6 meses
Duración máxima	6 meses
Lugar de realización	Una empresa. Un laboratorio en la Universidad
Forma de evaluación	No se conoce esta información.
Exigencias	Sólo se puede presentar con todo aprobado.

Tabla 2: Características PFC en la TUM

Technische Universität Wien

Nº cred. Titulación	Las Licenciaturas o Bachellor tienen una duración de 3 años (o 6 semestres con un total de 180 créditos repartidos en 30 créditos por semestre.
Nº cred. PFC	30 ECTS
Curso para comenzar el PFC	Último semestre junto con asignaturas.
Duración mínima	Un semestre.
Duración máxima	Un año.
Lugar de realización	El PFC puede ser realizado en cualquiera de los departamentos de la Facultad de Ingeniería de la especialización elegida y debe tener relación directa con ésta. Sólo se puede realizar un proyecto de un tema diferente con una autorización y si el objetivo final de este es fomentar los conocimientos de la ingeniería estudiada.
Forma de evaluación	Trabajo individual. Entrega de informe escrito. Presentación oral del tema.
Exigencias	Se comienza en el último cuatrimestre junto con otras asignaturas.

Tabla 3: Características PFC en la TU WIEN

École Centrale Paris

Nº cred. Titulación	Para poder obtener el “Diplôme d'Ingénieur” se deben estudiar 2 años de preparación (o 4 semestres) y luego se ingresa a la especialidad, la cual tienen una duración de 3 años (o 6 semestres).
Nº cred. PFC	30 ECTS
Curso para comenzar el PFC	No se conoce esta información.
Duración mínima	6 meses.
Duración máxima	6 meses.
Lugar de realización	En una empresa que puede ser: grandes grupos, PYMES, empresas emprendedoras, laboratorios, administración, etc
Forma de evaluación	Presentación de documento escrito y defensa pública del Proyecto.
Exigencias	No se conocen.

Tabla 4: Características PFC en la ECP.

École Nationale de Ponts et Chaussées

Nº cred. Titulación	Para poder obtener el “Diplôme d'Ingénieur” se deben estudiar 2 años de preparación (o 4 semestres) y luego se ingresa a la especialidad, la cual tienen una duración de 3 años (o 6 semestres).
Nº cred. PFC	30 ECTS
Curso para comenzar el PFC	Último curso.
Duración mínima	Cuatro meses.
Duración máxima	No hay.
Lugar de realización	Empresa. Además el tema de éste debe estar relacionado con las materias estudiadas en la Escuela y debe contar con una componente técnica de investigación personal del alumno. El fin de que el PFC sea realizado en una empresa es que el alumno amplíe su capacidad personal para trabajar en equipo y de encajar en un grupo humano diverso además de fomentar el sentido de la autonomía, responsabilidad, dinamismo e iniciativa propia.
Forma de evaluación	Para la evaluación del Proyecto se debe entregar un informe escrito y luego defenderlo oralmente ante un tribunal.

Exigencias	La empresa debe remunerar y pagar las contribuciones al alumno.
-------------------	---

Tabla 5: Características PFC en ENCP.

INPG – ENSGI

Nº cred. Titulación	Para poder obtener el “Diplôme d'Ingénieur” se deben estudiar 2 años de preparación (o 4 semestres) y luego se ingresa a la especialidad, la cual tienen una duración de 3 años (o 6 semestres). 180 ECTS.
Nº cred. PFC	30 ECTS
Curso para comenzar el PFC	Último semestre.
Duración mínima	Cinco meses.
Duración máxima	Seis meses.
Lugar de realización	Empresa. El trabajo a desarrollar en la empresa tiene que tener relación directa con la especialidad del alumno. El objetivo de esta práctica es adquirir una primera experiencia laboral de larga duración (ya que al finalizar el primer y segundo año se deben realizar prácticas cortas) y reafirmar los conocimientos adquiridos durante los años previos de formación.
Forma de evaluación	Para la evaluación del PFC se debe realizar un informe del Proyecto y defenderlo delante de un tribunal compuesto por cinco miembros (tres profesores de la Escuela, el tutor en la Universidad y el tutor en la empresa).
Exigencias	

Tabla 6: Características PFC en INPG-ENSGI

Politecnico di Milano

Nº cred. Titulación	3 años para obtener el diploma de “Laurea” (que equivale a Bachiller) y tiene un total de 180 créditos (60 créditos por año). 2 años adicionales al Laurea para obtener el diploma de “Laurea Specialistica o Magistrale” (que equivale al Magíster) y tiene un total de 120 créditos (60 por año).
Nº cred. PFC	7,5 para L y 16 para LS. = total de 23,5
Curso para comenzar el PFC	1º semestre del segundo año para LS.
Duración mínima	
Duración máxima	1 año para LS.
Lugar de realización	Para L y LS puede ser trabajo en una empresa, investigación, análisis de datos, etc. O un Business Game en la Universidad sólo para L.

Forma de evaluación	<p>El Business Game es un juego empresarial que se puede realizar hasta de un máximo de tres personas y está diseñado para simular una decisión de negocios para el cual se debe entregar un informe escrito que se discute en una sesión pública y se evalúa por una Comisión. Para la Tesis de LS se entrega un informe escrito y se expone en una sesión pública frente a una Comisión.</p> <p>Para el Business Game los estudiantes deberán haber aprobado al menos 120 créditos. El PFC para L debe ser desarrollada junto a un tutor. El PFC para LS exige tener aprobados mínimo 60 créditos para comenzarla y notas superiores a 27/30.</p>
Exigencias	

Tabla 7: Características PFC en Politecnico di Milano

Kungl Tekniska Högskola (KTH)

Nº cred. Titulación	Duración de 3 años que equivalen a 180 créditos (30 créditos por semestre) y entregan el título de “Bachellor of Science with a major in (specialidad)”.
Nº cred. PFC	15 ECTS.
Curso para comenzar el PFC	Normalmente se realiza durante el último semestre de estudio y para comenzarlo se deben haber aprobado al menos 120 créditos de los 180 totales.
Duración mínima	10 semanas.
Duración máxima	No hay límite establecido, pero cuando se alarga perjudica la calificación del proyecto.
Lugar de realización	Se puede realizar en una empresa u organización (nacional o extranjera) o como una investigación en un departamento de la Universidad. Ésta debe tratar sobre algún problema relacionado con la especialidad del estudiante, el cual debe ser investigado y analizado cuidadosamente y su solución debe ser de interés para un público general aunque también puede ser realizado en algún tema de otra especialidad siempre y cuando el estudiante tenga los conocimientos suficientes sobre el tema ya que el PFC no es un trabajo para ampliar los conocimientos, si no para aplicarlos.
Forma de evaluación	<p>La evaluación consiste en entregar un informe escrito y luego una defensa oral de éste. El informe escrito debe ser individual, sin embargo pueden haber estado hasta dos estudiantes trabajando en el mismo problema o proyecto.</p> <p>Para la evaluación y seguimiento del Proyecto el alumno debe tener un supervisor y un examinador del departamento de su especialidad, los cuales evaluarán el Proceso, la Presentación y el Contenido del Proyecto y la nota final será un ponderado entre estas tres variables.</p>
Exigencias	

Tabla 8: Características PFC en KTH.

6. Conclusiones

A la vista del análisis realizado se comprueba el número absolutamente insuficiente de créditos asignados al PFC en los Planes de Estudio actuales (algo que ya se sabía pero que contrasta enormemente con la carga en créditos asignada en otras universidades).

A continuación se presenta un gráfico con los créditos del PFC de las distintas universidades analizadas (el orden de las universidades representadas es 1= TUM; 2= TU Wien; 3= ECP; 4= ENPC; 5= INPG-ENSGI; 6= Polimi; 7= KTH; 8= ETSII UPM).

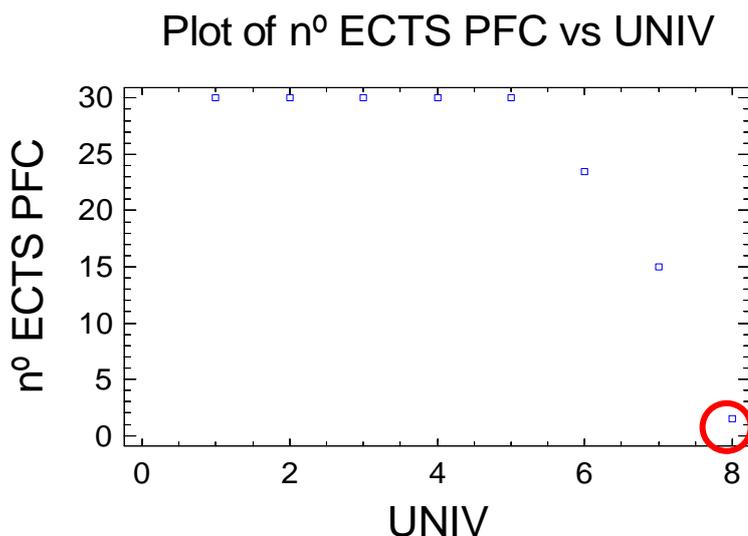


Gráfico 1: nº créditos ECTS del PFC vs Universidad

Se detecta claramente la gran distancia que existe entre las carga de créditos del PFC en la ETSII UPM frente a nuestros “Partners” europeos.

Esto provoca grandes problemas en el alumno:

- Falta de motivación en el alumno: no ve recompensado su esfuerzo. Se le exigen mínimo seis meses de dedicación y sólo se le reconoce un crédito y medio.
- Problemas a la hora de realizar estudios en algún programa de intercambio: no existe ninguna Universidad con un número de créditos tan reducido para el PFC. Esto dificulta mucho el diseño de los planes de estudio, en los que hay que establecer lo que se le va a convalidar al alumno al regreso a su Universidad de origen

Se recomienda realizar una aproximación más realista a la carga en créditos del PFC. De hecho el número de créditos asignado al proyecto debería de estar en función del esfuerzo dedicado por el alumno en la realización del mismo. De este modo, una vez establecida la “horquilla” por la Universidad (ó número máximo y mínimo de créditos exigidos), el número de créditos concedidos podría variar.

Siendo un poco más creativos, nos podríamos incluso atrever a proponer la calificación del proyecto en función del esfuerzo, esto es, un alumno podría tener 8 ECTS con una calificación de 10 en su PFC, o 10 ECTS con una calificación de 8, por ejemplo.

El hecho de no dimensionar de manera adecuada la carga asignada a los PFC, lleva a la

imposibilidad del alumno de terminar sus estudios en los años previstos para su titulación. Este alargamiento de los años de dedicación no beneficia ni al alumno, ni a la propia universidad.

Esta carga también facilitaría mucho la movilidad de los estudiantes, pues tanto la carga docente como la dedicada a PFC sería equivalente a la que existen en las Universidades de destino.

En los últimos años el número de alumnos que realizan una parte de sus estudios en algún programa de intercambio ha crecido de manera considerable. Una parte importante de estos alumnos realizan su PFC en alguna de estas Universidades con las que existe convenio. El problema se ve todavía más incrementado con los alumnos que vienen a estudiar ó realizar el PFC en nuestro centro, pues es difícil de explicar el número de créditos tan bajo que aparece en el expediente de sus alumnos frente a la dedicación exigida. Actualmente al alumno se le exigen seis meses de dedicación (entre 600 y 900 horas), que no se ven en ninguna medida reconocidos en los créditos que se le asignan en su expediente académico.

Se prevé que esta movilidad se incremente durante los próximos años, pues se están realizando esfuerzos importantes en esta línea, como ha sido expuesto en esta comunicación. Es un aspecto por tanto fundamental a considerar en el diseño de los nuevos planes de estudios: reconocer la carga real del trabajo del alumno y facilitar la movilidad de los mismos.

Referencias.

- [1] The Bologna Declaration of 19 June 1999. The European Higher Education Area.
- [2] REAL DECRETO 1125/2003, de 5 de septiembre, por el que se establece el sistema europeo de créditos y el sistema de calificaciones en las titulaciones universitarias de carácter oficial y validez en todo el territorio nacional.
- [3] REAL DECRETO 1044/2003, de 1 de agosto, por el que se establece el procedimiento para la expedición por las universidades del Suplemento Europeo al Título.
- [4] National Qualifications Frameworks Development and Certification Report from Bologna Working Group on Qualifications Frameworks. BFUG Working Group on Qualifications Frameworks. May 2007.
- [5] European Association for Quality Assurance in Higher Education. 2005, Helsinki.
- [6] The Magna Charta of University. Bologna, 18 September 1988.
- [7] Student Göteborg Declaration. 25 March 2001.
- [8] From Prague to Berlin. The EU contribution. European Commission. Brussels 27 November 2001.
- [9] El papel de las Universidades en la Europa del conocimiento. Bruselas 05.02.2003.
- [10] Declaración de Graz. Después de Berlín el papel de las universidades. European University Association. Julio 2003.
- [11] <http://portal.mytum.de/welcome>
- [12] <http://www.tuwien.ac.at/>
- [13] <http://www.ecp.fr/>
- [14] <http://www.enpc.fr/>
- [15] <http://genie-industriel.grenoble-inp.fr/>
- [16] <http://www.polimi.it/>
- [17] <http://www.kth.se/>
- [18] <http://www.etsii.upm.es>.
- [19] Ortiz Marcos I., Sánchez Alejo, F.J. (2005). "El proyecto Fin de Carrera. Normas de realización, presentación y defensa". . ISBN: 84-7484-182-8.

Agradecimientos

Los autores agradecen al MICINN (<http://www.micinn.es>) por su contribución inestimable a los desarrollos que han dado lugar a este trabajo, gracias a la cofinanciación del proyecto DPI2007-61090.

Correspondencia (Para más información contacte con):

Universidad Politécnica de Madrid.

Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales. Departamento de Organización, Estadística y Administración de Empresas. Grupo de Cooperación en Organización, Calidad y Medio Ambiente. C/José Gutiérrez Abascal, 2. 28002. Madrid. Spain.

Phone: +34 91 3363146

E-mail : isabel.ortiz@upm.es