

2. JUSTIFICACIÓN

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

La Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad de Castilla-La Mancha, en funcionamiento desde Septiembre de 1998, lleva impartiendo la titulación de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos desde entonces. En los primeros años se precisó de una importante participación de profesores invitados, dada la exigua plantilla de profesores doctores esos años. En la actualidad ese proceso se ha invertido, pues el número de doctores del centro supera el setenta y cinco por ciento del personal con dedicación a tiempo completo.

Desde el principio, desde el punto de vista formativo, la actividad docente de la Escuela se decantó por las vertientes territoriales de la Ingeniería de Caminos, y sus implicaciones ambientales, haciendo especial hincapié en la gestión de los recursos hidráulicos, el transporte y el urbanismo, mostrando a la gran obra civil como transformadora del territorio. Estos conceptos son cada vez más comunes a muchos Centros Universitarios de Ingeniería Civil en diversos países. Estos centros en la actualidad incorporan el término “territorial” y “ambiental” en sus nombres y en sus curriculums académicos.

Así pues, no sólo desde el punto de vista de la docencia, sino también desde el punto de vista de la investigación, la Escuela se ha centrado en el transporte y su relación con la ordenación del territorio. Este área no ha sido tradicional en los centros de ingeniería civil, en primer lugar porque la ordenación del territorio no forma parte de muchos de ellos y, en segundo lugar, porque se ha desarrollado en general separada de las otras áreas de la ingeniería civil, como el transporte. Con carácter general se trata de un ámbito con fuerza en diversos centros de Ingeniería Civil, como por ejemplo en la École Nationale des Ponts et Chaussées de París, donde desde hace años existe el Centro de Investigación LATTS (Laboratoire Techniques, Territoires et Sociétés), un centro de investigación conjunto, la École la universidad y el CNRS (equivalente al Consejo Superior de Investigaciones Científicas español) donde uno de sus temas estrella es la investigación de las relaciones entre el transporte y la ordenación del territorio.

Además, la docencia de nuestra Escuela ha subrayado los recursos agua y suelo y en los aspectos ambientales y territoriales de los mismos, en una Comunidad Autónoma donde el déficit hídrico, y la necesidad de concertar la implantación de infraestructuras

hidráulicas con el mantenimiento de las masas de agua naturales en buen estado es patente. Esta segunda área ha proliferado en muchos Departamentos de Agua o de Ingeniería Hidráulica y de Geotecnia o de Suelos que han pasado a incluir en su denominación “medio ambiental” y a propugnar entre sus contenidos no sólo los aspectos más técnicos del medio ambiente relacionados, por ejemplo, con la contaminación y descontaminación, sino también los más científicos, como por ejemplo los relacionados con ecología. Entre ellos se encuentran como referencias a nivel nacional los Departamentos de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente de la Universidad Politécnica de Valencia, o el Departamento de Ciencias y Técnicas del Agua y del Medio Ambiente de la Universidad de Cantabria, los cuales han dado lugar a la formación de sendos Institutos Tecnológicos de Investigación. En el ámbito internacional, podría destacarse los casos de muchas de las principales Universidades Norteamericanas, que han incorporado en su titulación la temática “medio ambiental” para los titulados de Ingeniería Civil y Medio Ambiente, como son los casos del MIT (Massachusetts Institute of Technology), o la Universidad de Illinois en Chicago.

Desde el curso académico 2010/2011, la Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la UCLM está ofertando un título de “Grado en Ingeniería Civil”, con intensificación en “Transporte y Territorio”, verificado por la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación, y acordado el carácter oficial del título por el Consejo de Ministros en su reunión de 1 de octubre de 2010 (publicado en el BOE de 11 de noviembre de 2010, por Resolución del Secretario General de Universidades de 18 de octubre de 2010), y publicado por la UCLM en el BOE del 5 de enero de 2011. Dicho Plan de Estudios ya se concibió previendo la posibilidad de ampliar el número de intensificaciones en un futuro, de tal modo que mantiene una misma estructura de materias comunes, permitiendo la oferta de nuevas especialidades, mediante la ampliación de nuevos itinerarios de formación, con asignaturas que se sitúan en el tercer y cuarto curso.

La memoria que aquí se presenta amplía la oferta formativa del Plan de Estudios con título “Grado en Ingeniería Civil. Intensificación en Transporte y Territorio”, para pasar a ser “Grado en Ingeniería Civil y Territorial” con dos posibles intensificaciones, “Transporte y Territorio” e “Hidrología”. En esta memoria se incluye un nuevo itinerario formativo, con un nuevo grupo de asignaturas de especialidad que cubre la intensificación en “Hidrología”. Ello permitirá complementar la oferta educativa en un área demandada desde el punto de vista profesional, y para la que el centro puede dar

respuesta actualmente. Al mismo tiempo, en la presente Memoria se incluye un cambio en nombre del título, pasando a denominarse “Ingeniería Civil y Territorial”. La motivación de este cambio viene originada tomando como referencia la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Madrid, que tiene actualmente acreditado un programa de estudios de Grado en “Ingeniería Civil y Territorial”, que se distingue del programa de Grado en “Ingeniería Civil” que oferta la Escuela de Ingenieros Técnicos de Obras Públicas de dicha universidad. Esta diferente denominación también quiere reflejar una diferencia entre un plan de estudios dirigido a dar la formación necesaria para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico de Obras Públicas, y aquella que tradicionalmente conducía a la formación necesaria para el ejercicio de la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, que complementa a la anterior con un mayor énfasis en la visión integral de los efectos de la Obra Civil en el Territorio.

La diferencia anterior, al comparar los planes de estudios de Grado de la ETSI Caminos de la UPM y de la ETSI Caminos de la UCLM se encuentra que la carga formativa en los aspectos de Análisis Territorial y del Medio Ambiente es mayor en el nuestro plan de estudios de Grado, dentro de las limitaciones de contenidos formativos mínimos regulados para acceder a la profesión de Ingeniero Técnico de Obras Públicas, en las distintas especialidades. Nuestra Escuela tiene la vocación de formar Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, habiendo sido dicha formación adaptada a la secuencia formativa de Grado y Máster. Por ello consideramos que es conveniente que el título de los Estudios de Grado refleje dicha distinción, tal y como ya realiza la UPM.

Dado que la Ingeniería Técnica de Obras Públicas es una profesión reglada, cuyos contenidos han de regirse por la Orden CIN/307/2009, de 9 de febrero, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico de Obras Públicas, publicada en BOE Miércoles 18 de febrero de 2009, el plan de estudios ha sido diseñado tomando ésta en consideración. Así mismo, se ha tenido en cuenta los contenidos del Libro Blanco del Título de Grado en Ingeniería Civil, en cuanto a la definición de objetivos de formación y diseño curricular de los estudios de Grado y Máster,

Por otra lado, siendo consideradas estratégicas para el centro las áreas de Transportes,

de Urbanismo y Ordenación del Territorio, y de Ingeniería Hidráulica, por los motivos anteriormente expuestos, las especialidades seleccionadas para el Título de Grado, conducente a la formación de Máster, son las de Transportes y Servicios Urbanos y la de Hidrología, que serán ofertadas opcionalmente para su elección por los alumnos, sin menoscabo de otras áreas que mantienen una presencia importante dentro de la formación de Grado para facilitar su desarrollo final en los estudios de postgrado, atendiendo a las recomendaciones del Libro Blanco. **Todos los estudiantes del grado que se oferta tienen que cursar obligatoriamente una de las dos menciones, y no existe la posibilidad de que un estudiante realiza un itinerario que no lleve a la consecución de ninguna mención.**

2.2. Referentes externos a la universidad proponente que avalen la adecuación de la propuesta a criterios nacionales o internacionales para títulos de similares características académicas.

Se entiende que, en cuanto a contenidos, el hecho de que el plan de Estudios cumpla minuciosamente con las directrices propuestas por la Orden CIN/307/2009, de 9 de febrero, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico de Obras Públicas, publicada en BOE Miércoles 18 de febrero de 2009, avala la adecuación de la propuesta a los criterios nacionales e internacionales.

El plan de estudios está articulado alrededor de unas asignaturas denominadas Trabajos Proyectuales, que son la marca distintiva de la Escuela. El enfoque metodológico, y por ende, el sistema de evaluación asociado, viene definido por lo que se ha convenido en llamar Método del Caso o Aprendizaje Basado en Proyectos, (Project Based Learning, PBL según sus siglas en inglés). Este método ha sido empleado por diferentes escuelas de Ingeniería Civil a nivel europeo (Trondheim, Lund, Aalborg). Los profesores de la Escuela han sido formados en el empleo en las aulas de este método docente, realizando visitas de formación a centros europeos donde estaba implantado el método (Lund, Aalborg) y revisando la literatura científica que describía el método y sus sistemas de aprendizaje. Las principales referencias que avalan la aplicabilidad del método quedan recogidas a continuación:

Alejandro Alvarado-Lassman, Victor de la Cueva & Rafael de Gasperín *Implementing*

and Assessing the ABC2 Constructivist Model in Chemistry for Engineering Undergraduate Classes. The International Journal of Engineering Education

Aparicio, A. C., Ruiz-Terán, A. M. (2007). *Tradition and innovation in teaching structural design in civil engineering.* Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice. ASCE 133 (4): 340-349.

B.Serpil Acar and Ian Newman *Students as Tutors - Learning Problem-Solving Skills by Tutoring PBL.* The International Journal of Engineering Education

Bernd Bender and Jörg Longmuss *Knowledge Management in Problem-Based Engineering Design Projects.* The International Journal of Engineering Education

Brian Bowe, Cathal Flynn, Robert Howard and Siobhan Daly *Teaching Physics to Engineering Students using Problem-Based Learning.* The International Journal of Engineering Education

Castillo, E., J. M. Coronado, J. C. Gálvez, G. Ruiz, J. Sánchez, A. Sanz, G. Simarro, C. Solares, F. Spaliviero, J. M. Ureña. *Los Trabajos Proyectuales en la formación del ingeniero de Caminos: una alternativa integradora.* II Congreso Nacional de la ingeniería Civil, Barcelona, 1999.

Coronado, J.M. y Ribalaygua, C.. *“Docencia basada en Proyectos (PBL) en una Escuela de Ingenieros de Caminos: Experiencia del primer trabajo proyectual de la Escuela de Ciudad Real”.* 2º Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación. Tarragona, España.

David Hansen, William Cavers and Glyn George *Use of a Physical Linear Cascade to Teach Modelling of a System.* The International Journal of Engineering Education

Erol Inelmen *Challenging the administration to Implement Problem-Based Learning in the Undergraduate Curriculum.* The International Journal of Engineering Education

Fernando Ramos and Enrique Espinosa *A Self-learning Environment Based on the PBL Approach: an Application to the Learning Process in the Field of Robotics and Manufacturing Systems.* The International Journal of Engineering Education

Jorgensen, D.O. and Howard, R.P.,. *“Project based learning – A Professional engineering practitioner learning paradigm”.* 2nd Asia – Pacific Conference on Problem Based Learning. PBL: Educational Innovation across disciplines. Themasek Polythechic Singapore, Thailand.

Kjersdam, F. y Enemark, Stig. The Aalborg Experiment: project innovation in university education. Aalborg University Press, Denmark.

Lars Peter Jensen, Jan Helbo, Morten Knudsen, Ole Rokkjær *Project-Organized Problem-based Learning in Distance Education.* The International Journal of Engineering Education

Laureano Jiménez, Josep Font, Xavier Farriol *Unit Operations Laboratory Through Ill-Posed Problems.* The International Journal of Engineering Education

Madeleine Dahlgren *PBL through the looking glass: Comparing Applications in Computer Engineering, Psychology and Psychotherapy Volume 19 number 5.* The International Journal of Engineering Education

Marcian Cirstea *Problem Based Learning in Microelectronics.* The International Journal of Engineering Education

Martin B Mgangira *Integrating the Development of Employability Skills into a Civil Engineering Core Subject through a Problem-Based Learning Approach.* The International Journal of Engineering Education

Stephen Ekwaro-Osire *“Pan-Mentoring” as An Effective Element Of Capstone Design Course.* The International Journal of Engineering Education

Terra Smith and William S. Janna *Reflections On Scholarship Of Integration as a Model For Problem-Based Learning In Undergraduate Engineering Education.* The International Journal of Engineering Education

Thomas, John W. *A review of research on Project-Based Learning.*
<http://www.autodesk.com/foundation>

Tse Wai Leung and Chan Wai Lok *Application of Problem-Based Learning in an Engineering Course.* The International Journal of Engineering Education

W.H. Ip, S.F. Chan and C.K. Choi *An Integrated Problem-based Learning Model for Engineering Education.* The International Journal of Engineering Education

William Cockayne, John M. Feland III and Larry Leifer *Using the Contextual Skills Matrix for PBL Assessment.* The International Journal of Engineering Education

Woods, D.R. *Problem-based learning: helping your students gain the most from PBL. 3rd edition,* Ed. Waterdown, Ontario, Canada.

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

El enfoque de la presente propuesta de grado apela antes que nada a alcanzar unos objetivos de alto nivel científico y técnico. Se trata de formar personal altamente cualificado, capaz de resolver con ingenio problemas técnicos en proyecto y obra en las áreas relacionadas con el territorio, el agua, las infraestructuras y el transporte. En todo caso, y dado que previsiblemente buena parte de los graduados centrarán su actividad en el medio plazo en dar servicio a las empresas del sector y de la administraciones responsables del ámbito de la ingeniería civil, al equipo encargado de la redacción de este documento le pareció interesante contrastar sus objetivos con estos organismos y empresas.

El equipo de dirección del centro mantuvo reuniones con responsables de instituciones y empresas regionales ajenas a la Universidad, pero potencialmente interesadas en el desarrollo del grado. Con carácter general se observó una disposición muy favorable en todas ellas, subrayándose como opiniones más reiteradas las siguientes:

- Existe un déficit formativo en los titulados del ámbito de la ingeniería civil, en lo que se refiere a una visión integradora que considere todos los impactos que las infraestructuras producen sobre el territorio.
- Es necesario que los ingenieros y tomadores de decisiones tengan no sólo sensibilidad medio ambiental, sino también herramientas de nivel suficiente que permitan tomar decisiones con criterio científico y técnico en cuestiones ante las que la sociedad se manifiesta cada día más preocupada.

Además, en la sede del Colegio de Caminos Nacional, y a lo largo de estos últimos años, ha habido reuniones de los directores de las Escuelas de Caminos de España, con objeto de poner en común las ideas de los distintos centros y analizar la información que se iba recibiendo. A estas reuniones ha asistido regularmente un representante de la

Escuela.

Procedimientos de consulta internos:

Para la redacción del presente documento se creó en septiembre de 2008 una comisión para la elaboración de los nuevos planes de estudios de la Escuela, formada por el Prof. José María Menéndez, del área de Transportes, por el Prof. José María de Ureña, del área de Urbanismo, por el Prof. Javier González, del área de Hidráulica, Hidrología y Medioambiente; por el Prof. Vicente Navarro, del área de Ingeniería del Terreno, por la Prof. Ana Sanz, del área de Dibujo, Cartografía y Geodesia (en representación de las ciencias básicas); por el Prof. José Turmo, del área de Proyecto de Estructuras y el Prof. Gonzalo Ruiz, del área de Mecánica de los Materiales. La comisión, presidida por el Director de la Escuela fue la encargada de ir elaborando el plan de estudios y de rendir cuentas de manera periódica al resto de los profesores, al personal de administración y servicios y a los estudiantes a través de sendas reuniones de profesores y de Juntas de Escuela.

En fecha 5 de junio de 2009, y mediante una Junta de Escuela Extraordinaria, el documento fue aprobado por mayoría en su versión previa al proceso de evaluación externa que conduzca a su evaluación definitiva.

Procedimientos de consulta externos:

Habida cuenta que esta propuesta emana sustancialmente del profesorado de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la UCLM, (principalmente por motivo de plazos ya que la orden CIN/307/2009, de 9 de febrero, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico de Obras Públicas es publicada en BOE el 19 de febrero de 2009) y a pesar de que los distintos colectivos implicados han sido consultados e informados regularmente, se estimó conveniente, tras la aprobación de la primera versión del documento, recabar la opinión formal de aquéllos. En este sentido, fue enviada una versión impresa de la memoria con una carta del Director de la Escuela solicitando la opinión de los siguientes colectivos y entidades:

Departamentos a los que se encuentran adscritos los profesores con docencia en la

Escuela de Caminos:

- Ciencia y Tecnología Agroforestal y Genética
- Física Aplicada
- Ingeniería Geológica y Minera
- Ingeniería Química
- Geografía y Ordenación del Territorio
- Matemáticas
- Mecánica Aplicada e Ingeniería de Proyectos
- Ingeniería Civil y Edificación

Demarcación Regional del Colegio de Ingenieros de Caminos

Demarcación Regional del Colegio de Ingenieros Técnicos de Obras Públicas

Delegación de alumnos de la Escuela de Caminos

Antiguos egresados de la Escuela de Caminos.