



MEMORIA DE LAS ACCIONES DESARROLLADAS.  
PROYECTOS DE MEJORA DE LA CALIDAD DOCENTE.  
VICERRECTORADO DE PLANIFICACIÓN Y CALIDAD.  
XIII CONVOCATORIA (2011-2012)



## DATOS IDENTIFICATIVOS:

### *1. Título del Proyecto*

Implantación de nuevas metodologías de enseñanza–aprendizaje adaptadas al EEES para la adquisición de competencias específicas en el Área de Construcción definidas para los nuevos títulos de Grado en Ingeniería – Fase III (continuación de los Proyecto nº 094015 y nº 106012).

### *2. Código del Proyecto*

115020

### *3. Resumen del Proyecto*

El Grupo docente 125 de la Universidad de Córdoba a través del Proyecto nº 094015, nº 106112 y nº 115020 de la XI, XII y XIII Convocatorias de Proyectos de Mejora de la Calidad Docente ha diseñado e implantado durante el Cursos 2009/2010, 2010/2011 y 2011/2012 un nuevo modelo de enseñanza – aprendizaje adaptado al EEES con el objetivo de que el estudiante adquiriera las competencias específicas propias del Área de Ingeniería de la Construcción descritas en las Ordenes del Ministerio de Ciencia e Innovación para las profesiones reguladas de Graduado/a en Ingeniero Técnico Agrícola, Ingeniero Técnico Forestal, Ingeniero Técnico de Obras Públicas e Ingeniero en Recursos Energéticos y Mineros.

La utilización de herramientas informáticas para la resolución de problemas reales en el Área de la Ingeniería de la Construcción, el trabajo autónomo, el autoaprendizaje y la evaluación continua han sido la base del nuevo modelo de enseñanza-aprendizaje implantado, incluido en la asignatura final de Trabajo Fin de Carrera (futuro Trabajo Fin de Grado). El nivel de aceptación por parte de los alumnos/as y los resultados obtenidos han sido muy satisfactorios. Los recursos materiales y especialmente los recursos humanos actuales (PDI) pueden resultar suficientes si el número de alumnos en grupo mediano se mantiene en 20 alumnos, si se incrementa la nueva metodología no es sostenible. Esto último se ha evidenciado al poner en práctica este modelo en los numerosos grupos de la antigua Titulación de Ingeniero Técnico de Obras Públicas con más de 250 alumnos por grupo.

Con el presente Proyecto se ha afianzado el modelo de enseñanza-aprendizaje basado en el uso de herramientas informáticas de diseño y cálculo propias del Área de Ingeniería de la Construcción, el trabajo autónomo y el autoaprendizaje, y se han implantar nuevas actividades que potencien el aprendizaje cooperativo en la resolución de problemas y proyectos reales, la autoevaluación y las nuevas tecnologías para facilitar la evaluación continua con el objetivo de optimizar los recursos humanos y materiales disponibles. La realización de “**entregables**” ha sido la técnica mejor valorada en cuanto a las actividades no presenciales y “**la resolución de ejercicios sencillos en clase por parte del profesor**” ha sido la actividad presencial más valorada para adquirir competencia en esta rama de la Ingeniería.

Por otro lado, se ha estimado el trabajo realizado por el alumno (créditos ECTS) en cada una de las actividades propuestas en el modelo y el trabajo realizado por el profesor. También se han los medios materiales y humanos necesarios para implantar definitivamente este modelo en las nuevas titulaciones de Grado de la Universidad de Córdoba: aulas de informática, tamaño máximo de grupo y otras.

#### **4. Coordinador del Proyecto**

<b>Nombre y Apellidos</b>	<b>Departamento</b>	<b>Código del Grupo Docente</b>	<b>Categoría Profesional</b>
José Ramón Jiménez Romero	Ingeniería Rural	125	Profesor colaborador con doctorado
Jesús Ayuso Muñoz	Ingeniería Rural	125	Profesor Titular de Universidad

#### **5. Otros Participantes**

<b>Nombre y Apellidos</b>	<b>Departamento</b>	<b>Código del Grupo Docente</b>	<b>Categoría Profesional</b>
Francisco Agrela Sainz	Ingeniería Rural	125	Profesor en Comisión de Servicio
Martín López Aguilar	Ingeniería Rural	125	Profesor Titular de Universidad
Alfonso Caballero Repullo	Ingeniería Rural	125	Profesor Titular de Universidad
Adela Pérez Galvín	Ingeniería Rural	125	Profesor Titular de Universidad

#### **6. Asignaturas afectadas**

<b>Denominación de la asignatura</b>	<b>Área de Conocimiento</b>	<b>Titulación/es</b>
Mecánica de suelos y construcciones agrícolas y ganaderas	Ingeniería de la Construcción	Ingeniero Agrónomo
Estructuras	Ingeniería de la Construcción	Ingeniero Agrónomo
Hormigones armados y pretensados	Ingeniería de la Construcción	Ingeniero Técnico de Obras Públicas
Tecnología de estructuras	Ingeniería de la Construcción	Grado de Ingeniería Civil
Procedimientos de construcción	Ingeniería de la Construcción	Grado de Ingeniería Civil
Procedimientos de construcción	Ingeniería de la Construcción	Grado de recursos energéticos y mineros
Construcciones y vías forestales	Ingeniería de la Construcción	Grado Ingeniería Forestal
Trabajo Profesional Fin de Carrera	Ingeniería de la Construcción	Ingeniero Técnico de Obras Públicas

## MEMORIA DE LA ACCIÓN

### 1. Introducción

Al amparo de las XI y XII Convocatorias de Proyectos de Mejora de la Calidad Docente el Grupo 125 desarrolló durante los cursos 2009/2010 y 2010/2011 los Proyectos nº 094015 y nº 106112 (**Implantación de nuevas metodologías de enseñanza–aprendizaje adaptadas al EEES para la adquisición de competencias específicas en el Área de Construcción definidas para los nuevos títulos de Grado en Ingeniería**).

El objetivo general del primer Proyecto nº 094015 fue diseñar, implantar y evaluar un nuevo método de enseñanza – aprendizaje orientado a la adquisición de competencias específicas propias del Área de Ingeniería de la Construcción de los futuros Graduados/as en Ingeniería Civil, Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural e Ingeniería Forestal.

El objetivo general del segundo Proyecto nº 106112 fue optimizar los recursos materiales y humanos para aplicar una nueva metodología de enseñanza – aprendizaje orientada a la adquisición de competencias específicas en el Área de Ingeniería de la Construcción, basada en el aprendizaje activo del alumno y la utilización de herramientas informáticas de cálculo, que permita adaptar mejor las nuevas titulaciones de Graduado/a en Ingeniería de la Universidad de Córdoba al EEES y mejorar la competitividad e inserción laboral de sus egresados/as.

Ambos Proyectos surgen de la necesidad de sustituir el **método tradicional** basado en la clase magistral y la resolución manual de problemas numéricos (con calculadora) por un **nuevo método** basado en el aprendizaje activo del alumno y la utilización de herramientas informáticas de cálculo, pasando de una situación en la que los alumnos tienen que resolver problemas que no se producen en el contexto profesional a otra situación que le permita resolver problemas reales más complejos y próximos al contexto profesional de las Ingenierías. También se puede entender el Proyecto anterior como el paso entre un modelo basado en la enseñanza de los conocimientos del profesor y el examen de contenidos, por otro en el que se busca la adquisición de competencias por parte del alumno que lo habiliten mejor para el ejercicio profesional.

Las actividades concretas realizadas durante los cursos 2009/2010 y 2010/2011 se describen a continuación:

- La utilización de la clase magistral para la presentación de contenidos y principios básicos de las asignaturas. Los contenidos de las asignaturas fueron actualizados al nuevo Código Técnico de la Edificación y la reciente Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-2008). Las presentaciones están disponibles para todos los alumnos/as en el Aula Virtual (Moodle).
- La Edición de un libro titulado “Cimentaciones y Estructuras de Contención”. ISBN 978-84-96486-92-8 y Editado por BELLISCO Ediciones Técnicas y Científicas. Como aspecto clave para facilitar el Trabajo Autónomo de los alumnos. Este libro además de incluir todos los contenidos teóricos también tiene ejercicios tipo resueltos.
- Aprendizaje basado en la resolución manual de Problemas sencillos, como medio de comprensión de los conceptos y principios básicos de las asignaturas. Se ha implantado el

método denominado “**ejercicios entregables**”, esto consiste en que el Profesor proporciona una colección de enunciados de problemas de solución única que los alumnos/as resuelven de manera individual en un plazo determinado. Transcurrido dicho plazo los alumnos/as entregan los ejercicios y el Profesor deja resuelto los ejercicios en el Aula Virtual, los alumnos hacen una autoevaluación de su trabajo y entregan de nuevo los Ejercicios Autoevaluados al Profesor. Ha sido una técnica muy bien valorada por los alumnos a través de las encuestas realizadas. Los resultados obtenidos en la asignatura de Caminos (ITOP-EPS de Belmez) han sido publicados en el Congreso Internacional INTED 2011 (Jiménez et al. 2011)

- Aprendizaje basado en **Proyectos y resolución de problemas reales mediante aplicaciones informáticas comerciales**. Uno de las principales avances de los Proyectos ha sido sustituir el método tradicional de resolución manual de problemas sencillos (que el alumno no se encontrará en su vida profesional) como método de enseñanza y evaluación, por la resolución de problemas complejos reales con la ayuda de aplicaciones informáticas comerciales, que permitirán al alumno/a adquirir mejor las competencias específicas de su Grado y mejorar su competitividad laboral.
- Sustituir el examen final como única prueba de evaluación, por una **evaluación continua y formativa**, a través de la realización de parciales, pruebas objetivas a través del aula virtual, ejercicios entregables y entrega de Proyectos – Trabajos de cálculo mediante la utilización de herramientas informáticas comerciales (CLIP y CYPE).
- El agrupamiento en las actividades se ha hecho según programación docente aprobada en Consejo de Departamento (PDD) y PAOE aprobado por los Centros

A pesar de que la experiencia de dos cursos académicos de la implantación de este modelo de enseñanza-aprendizaje centrado en la adquisición de competencias ha supuesto un mayor trabajo para estudiantes y profesores, el nivel de aceptación y los resultados obtenidos por los alumnos/as ha sido muy satisfactorio según se pone de manifiesto a través de las encuestas realizadas y cuyos resultados se incluirán en la Memoria justificativa del primer año y segundo (en elaboración).

La implantación sostenible del mismo exige conocer el escenario en el que nos encontramos:

- Un elevado número de competencias descritas en las Órdenes Ministeriales para los Grados de Ingeniería (Orden CIN/323/2009, Orden CIN 324/2009 y Orden CIN/307/2009).
- Los futuros Graduados/as en Ingeniería tendrán competencias plenas para proyectar dentro de su ámbito de actuación, sin embargo es un error pretender que con una o varias asignaturas de 6 ó 9 créditos ECTS un estudiante pueda adquirir las competencias plenas en su ámbito de actuación y descritas en las Órdenes CIN (fundamentos teórico-prácticos, conocimiento de los Códigos, Instrucciones, Normas y aplicaciones informáticas de diseño y cálculo), por lo que el modelo de enseñanza-aprendizaje en el caso de los Graduados/as en Ingeniería tiene que hacer especial énfasis en el Aprendizaje a lo Largo de la Vida.

- Los PDD y PAOE de los centros. En el caso de la EPS de Belmez las asignaturas en el Grado de Ingeniería Civil tiene dos grupos grandes (60 alumnos/as) y seis reducidos (20 alumnos/as). El método desarrollado en las Ingenierías Técnicas y las Ingenierías Superiores (dos proyectos anteriores) requiere perfeccionarlo para hacerlo sostenible con los recursos materiales y especialmente humanos (PDI) disponibles.

Con el presente Proyecto se pretende afianzar el **modelo de enseñanza-aprendizaje** basado en el uso de herramientas informáticas de diseño y cálculo propias del Área de Ingeniería de la Construcción, el trabajo autónomo y el autoaprendizaje, e implantar nuevas actividades que potencien el aprendizaje cooperativo en la resolución de problemas y proyectos reales, la autoevaluación formativa y la aplicación de nuevas tecnologías para facilitar la evaluación continua con el objetivo de optimizar los recursos humanos y materiales disponibles. Así mismo se pretende introducir las visitas técnicas en algunas de las asignaturas con el objetivo de motivar a los alumnos y evaluar el efecto que tiene sobre la adquisición de competencias.

## **2. Objetivos**

El objetivo general del presente Proyecto es optimizar los recursos materiales y humanos para aplicar una nueva metodología de enseñanza – aprendizaje orientada a la adquisición de competencias específicas en el Área de Ingeniería de la Construcción, basada en el aprendizaje activo del alumno y la utilización de herramientas informáticas de cálculo, que permita adaptar mejor las nuevas titulaciones de Graduado/a en Ingeniería de la Universidad de Córdoba al EEES y mejorar los resultados académicos de los alumnos/as y la competitividad e inserción laboral de sus egresados/as.

## **3. Descripción de la experiencia**

Para la consecución del presente Proyecto, se han acometido las siguientes actividades:

### **3.1.- Perfeccionamiento del modelo de enseñanza-aprendizaje y adecuación de los recursos materiales y humanos disponibles.**

El modelo de enseñanza – aprendizaje consensuado entre los profesores del Grupo Docente a partir del Proyecto nº 094015 y nº 106012 ha requerido un perfeccionamiento y adecuación a los recursos materiales y humanos disponibles con el objeto de que sea sostenible en el tiempo. No es práctica habitual entre los Profesores de Universidad este tipo de reuniones docentes, por lo que la consecución de este objetivo ya supone una mejora docente por sí mismo.

El agrupamiento en las actividades se ha hecho según programación docente aprobada en Consejo de Departamento (PDD) y PAOE aprobado por los Centros.

El perfeccionamiento del método de enseñanza-aprendizaje incluye:

- Método de aprendizaje basado en la clase magistral.
- El método de aprendizaje basado en la resolución de problemas sencillos resueltos manualmente, método de **“Ejercicios Entregables”**. Se han habilitado **Foros en el aula**

**virtual** para que los estudiantes propongan sus dudas, el resto de participantes en el Foro interviene y finalmente, y si el Profesor lo considera oportuno interviene.

- El método de aprendizaje basado en “**Proyectos o resolución de problemas reales complejos mediante la utilización de herramientas informáticas**”, que permitan mejorar la competitividad de los egresados. los alumnos han realizado el Diseño y Cálculo de trazado de un camino utilizando la aplicación informática CLIP. En la asignatura de Dirección y Ejecución de obras los alumnos han realizado el cálculo de una nave con la aplicación informática TRICALC. En la asignatura de Estructuras los alumnos han realizado cálculos estructurales mediante la aplicación informática CYPE-METAL3D. En Hormigones armados y pretensados, se ha utilizado la hoja de cálculo desarrollada por el Grupo Docente y no ha sido posible actualizar las licencias de CYPECAD.
- Técnicas de aprendizaje cooperativo, muy propias en la resolución de los problemas actuales de la Ingeniería. Potenciar “**la autoevaluación**” y la Evaluación entre grupos de trabajo, así como la utilización de nuevas tecnologías que permitan mantener una enseñanza orientada al alumno con Grupos numerosos.
- “**La evaluación continua**” como estrategia formativa, desarrollar pruebas de evaluación objetivas (verdadero / falso, elección múltiple) y exámenes parciales para la evaluación continua de los conceptos teóricos, disponible a través del Aula Virtual.
- Establecer “**las tutorías colectivas e individuales**” como medio de aprendizaje. Para la evaluación de estos trabajos se utilizarán las tutorías colectivas e individuales.
- “**Visitas técnicas**” como medio de adquisición de competencias.

Todo lo anterior, supone un esfuerzo humano que asumirán los miembros del Grupo Docente solicitantes del presente Proyecto.

Por otro lado, para implantar el nuevo modelo de enseñanza – aprendizaje se han utilizado dos aulas de informática equipadas con 25 puestos cada una en la EPS de Belmez (para las asignaturas de Caminos), y un Seminario de Estructuras equipado con 30 ordenadores, para el resto de asignaturas de la ETSIAM.

En cuanto a los sistemas de evaluación, los alumnos/as pueden optar por un sistema de evaluación continua o por el sistema tradicional de examen final en las convocatorias oficiales. Los métodos de innovación docente del presente Proyecto se han aplicado con el grupo de alumnos/as que ha seguido la evaluación continua.

Para que los alumnos/as puedan acogerse al sistema de evaluación continua se exige un porcentaje de asistencia a clase superior al 75% por regla general y un porcentaje superior al 50% en casos justificados.

### **3.2.- Medir el trabajo del alumno en créditos ECTS**

En la Universidad de Córdoba un ECTS equivale a 25 horas de trabajo del estudiante, incluyendo actividades presenciales (40%) y actividades no presenciales (60%). Para medir el tiempo dedicado a las actividades no presenciales se han elaborado unas fichas que el estudiante rellena semanalmente, similares a las de los Proyectos de años anteriores.

### **3.3.- Medir el nivel de satisfacción y evaluar si los alumnos/as han adquirido las competencias específicas.**

Se ha habilitado una consulta para conocer la opinión de los alumnos/as con respecto a las distintas actividades propuestas y su utilidad para la adquisición de competencias específicas o bien se ha consultado a través de una encuesta en papel.

### **3.4.- Trabajo del profesor y definir los medios necesarios**

El trabajo del profesor aumenta significativamente con respecto al sistema tradicional, los profesores involucrados en el Proyecto de innovación docente han dado fe de las horas dedicadas a la preparación de material docente, evaluación, etc. En cuanto a los medios materiales necesarios han sido suficientes: aulas informáticas y software específicos actualizados CLIP, y medios propios del Grupo CYPE y TRICALC.

El principal problema para la implantación de esta nueva metodología docente, basada en una participación activa del estudiante desde principios de curso es el elevado ratio estudiante/profesor, que se pone de manifiesto especialmente en la Titulación de Ingeniero Técnico de Obras Públicas (asignatura de Hormigones armados y Pretensados). Esto obliga a seguir trabajando en mejorar la metodología docente y los métodos de evaluación.

El otro gran problema es la falta de tiempo de cada una de las asignaturas y las competencias tan amplias descritas en las Órdenes Ministeriales para cada una de las asignaturas.

## **4. Materiales y métodos**

Para la realización del presente Proyecto, sólo ha sido necesaria la adquisición de licencias de la aplicación informática CLIP de la empresa TOOL S.A. CLIP es un sistema informático de diseño, evaluación y control de ejecución y construcción de trazados de obras lineales en tres dimensiones: <http://www.toolsa.es>

Por otro lado, se han adquirido con financiación propia del Grupo Docente se han actualizado las Licencias de los módulos NUEVO METAL 3D de CYPE INGENIEROS y TRICALC.

## **5. Resultados obtenidos y disponibilidad de uso**

### **5.1.- Hormigones armados y pretensados**

El Profesor responsable de llevar a cabo la innovación docente de la asignatura de Hormigones Armados y Pretensados de la Titulación de Ingeniero Técnico de Obras Públicas ha sido el Prof. José Ramón Jiménez Romero.

De un total de 258 alumnos/as matriculados (SIGMA), 85 han optado por el método de evaluación continua, presentando los Ejercicios Entregables y cuatro Parciales; mientras que 28 optaron por el sistema de evaluación tradicional con examen en convocatoria oficial. El resto de alumnos no se presentó a la convocatoria de Febrero de 2012, un total de 145 alumnos/as.

Para poder contrastar los resultados de la nueva metodología docente vs. sistema tradicional, y garantizar el mismo grado de dificultad, en la convocatoria oficial de la asignatura (sistema tradicional) las preguntas y ejercicios han sido seleccionados de los tres Parciales de la asignatura. Los resultados se muestran en la Figura-1

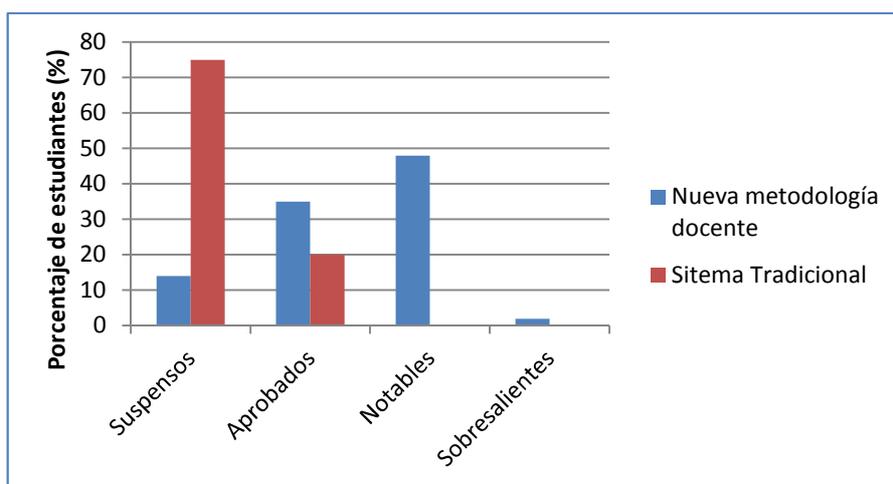


Figura-1. Resultados académicos para cada uno de los grupos: nuevo método docente vs. sistema tradicional. Muestra de 113 estudiantes

Se observa unos mejores resultados en los alumnos/as que han optado por el sistema de evaluación continua, donde el número de suspensos es del 14% frente al 75% en los alumnos/as que han optado por el sistema tradicional de examen final (resultados obtenidos en primera convocatoria de febrero 2012). Así mismo el número de alumnos/as con calificación de notable (7-9) y sobresaliente (> 9) es superior en el sistema de evaluación continua.

Así los estudiantes fueron consultados a través del aula virtual para que hicieran una valoración cuantitativa del sistema de evaluación continua y el sistema de evaluación tradicional. Las consultas fueron las siguientes:

- **Valora de 1 a 10 si el sistema de evaluación continua (4 Problemas Entregables + 4 Parciales Teórico-Prácticos) para la adquisición de competencias de HORMIGONES ARMADOS Y PRETENSADO**
- **Valora de 1 a 10 si el sistema tradicional (el profesor explica la teoría y resuelve problemas numéricos en clase y examina a los alumnos/as con un examen único final teórico-práctico) para la adquisición de competencias en HORMIGONES ARMADOS Y PRETENSADO**

Como se puede observar de la Figura-2 los estudiantes valoran más para la adquisición de competencias la nueva metodología docente aplicada en el presente Proyecto de innovación docente frente al sistema tradicional utilizado hasta ahora en la asignatura. El método docente

más valorado para la adquisición de competencias es la resolución de problemas en clase (preferido por el 86% de los estudiantes).

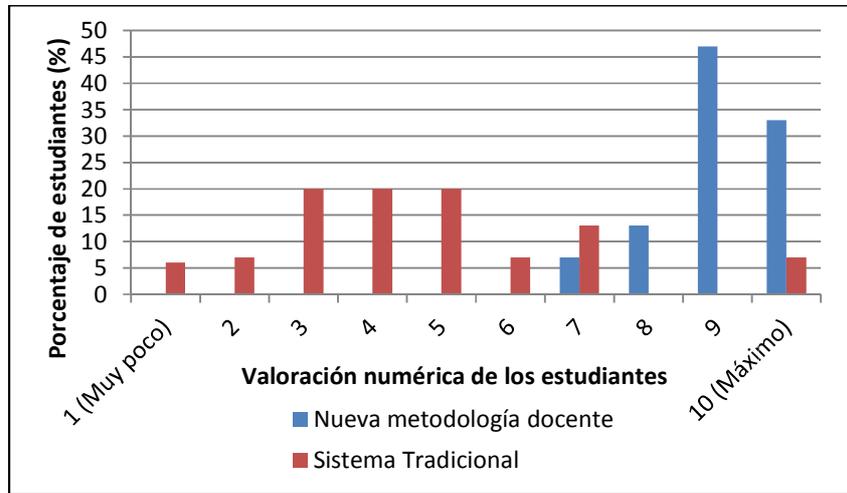


Figura-2. Valoración numérica del sistema de evaluación continua vs. Sistema tradicional para la adquisición de competencias en la asignatura de Hormigones. Muestra 45 estudiantes.

De un total de 85 alumnos/as que han optado por el método de evaluación continua, de estos, 45 han rellenado la ficha de la asignatura de HORMIGONES para evaluar las horas de trabajo del estudiante por actividades, todos aprobados por el sistema de evaluación continua.

La figura-3 muestra la distribución en porcentaje de tiempo medio empleado por los estudiantes a cada una de las actividades.

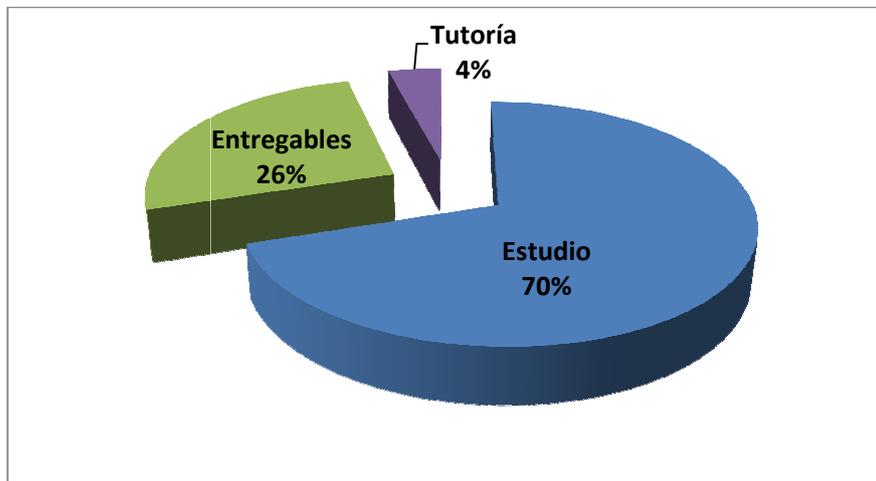


Figura-3. Distribución del tiempo de trabajo del estudiante por actividades no presenciales. Muestra de 95 estudiantes aprobados en evaluación continua

Se observa que el estudio personal, incluyendo el estudio y la realización de ejercicios para examinarse de los parciales es la que se lleva más tiempo, seguido de los Problemas Entregables.

El número de horas dedicadas por los estudiantes ha sido la siguiente: para el estudio personal han dedicado un total de 72,5 horas, para la realización de ejercicios entregables un total de 27 horas y para las Tutorías un total de 3,5 horas. Las actividades no presenciales ascienden a 103 horas.

Teniendo en cuenta que la asignatura de Hormigones tiene 6 créditos LRU reales (impartidos), es decir 60 horas de actividades presenciales, y que en el Título de Grado de Ingeniería Civil las actividades presenciales representan el 40% del tiempo total de trabajo del estudiante, la asignatura de hormigones equivale a 6 créditos ECTS, siendo 1 ECTS 25 horas de trabajo del estudiante (incluyendo actividades presenciales y no presenciales).

Para 4,5 créditos ECTS, el estudiante tiene que trabajar 150 horas. En nuestro caso, el estudiante tiene 45 horas de actividades presenciales (se cumple sumando el tiempo dedicado a cada una de las actividades presenciales) y han dedicado una media de 103 horas a actividades no presenciales, por lo que el tiempo total de trabajo del alumno/a ha sido de 148 horas, lo que está muy próximo de las 150 horas de trabajo. El sistema se ha perfeccionado y ajustado, teniendo en cuenta que en años anteriores la carga de trabajo de la nueva metodología era excesiva (más del doble).

En cuanto a la valoración de los alumnos, la actividad presencial más valorada para la adquisición de competencias es la clase de Problemas, además esta actividad es la preferida para la adquisición de competencias por el 86% de los estudiantes. Por otro lado, dentro de las actividades no presenciales la más valorada son los Problemas Entregables con autoevaluación, siendo esta la actividad preferida por los estudiantes. Estos resultados son coincidentes con los obtenidos las Parte-I y –II del presente Proyecto (cursos 2009-10 y 2010-11).

## **5.2.- Mecánica de Suelos y Construcciones Agrícolas y Ganaderas**

El Profesor responsable de llevar a cabo la innovación docente en la asignatura de Mecánica de Suelos y Construcciones Agrícolas y Ganadera de la Titulación de Ingeniero Agrónomo ha sido el Prof. Jesús Ayuso Muñoz.

La asignatura ha tenido un número de alumnos matriculados inferior a 20, se han preparado un conjunto de cuestionarios que se han colgado en el aula virtual que los alumnos han tenido que realizar por internet y que se calificaban automáticamente. Esta actividad no presencial ha supuesto una dedicación media de 30 horas. Asimismo, ha sido necesario preparar planos cartográficos para que los alumnos de manera individual realizasen un proyecto de un camino rural que incluye el trazado, diseño de la sección transversal del camino, cálculo del drenaje longitudinal y transversal, movimiento de tierras y diseño del firme del camino (Trabajo/Proyecto) como apoyo a los cálculos se ha empleado el Programa CLIP. Este proyecto realizado de manera individual ha representado para el alumno una dedicación media de 45 horas de actividad no presencial. En el bloque de cimentaciones han realizado tres trabajos individuales que han supuesto una dedicación media de 15 horas de actividad no presencial.

Por último para facilitar el autoaprendizaje del bloque de Mecánica de Suelos y Cimentaciones, se ha utilizado el libro publicado por la Editorial Bellisco, titulado: CIMENTACIONES Y ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN DE TIERRAS, editado en base al Proyecto de innovación docente del Curso 2010-11.

Para medir el tiempo dedicado a las actividades no presenciales se han realizado encuestas verbales al final de cada uno de los bloques de la asignatura.

Para evaluar si los alumnos han adquirido las competencias específicas de la asignatura MECÁNICA DE SUELOS Y CONSTRUCCIONES AGRÍCOLAS Y GANADERAS se ha realizado una evaluación continua a través de los trabajos y proyecto realizados, que han sido tutorados por los profesores. En total los alumnos han realizado 13 trabajos individuales que han supuesto una dedicación media total del alumno de 97 horas. Por último, se han evaluado los conceptos teóricos mediante la realización de dos evaluaciones tipo test que han supuesto una dedicación media de 38 horas a cada alumno.

El trabajo de los profesores de esta asignatura aumenta de manera considerable respecto a la misma asignatura impartida por el sistema tradicional de clases magistrales y evaluación mediante examen final, ya que se han tenido que corregir 91 trabajos que con una duración media por trabajo revisado y tutorado de 3 horas representan 273 horas de dedicación del profesorado. Este sistema se ha podido implantar por ser el grupo reducido (7 alumnos uno de ellos es un alumno Erasmus procedente de Italia), ya que en grupos muy numerosos el número de profesores necesario se incrementaría enormemente.

### **5.3.- Dirección y Ejecución de obras**

Los Profesores responsables de llevar a cabo la innovación docente en la asignatura de Dirección y Ejecución de obras han sido el Prof. Jesús Ayuso Muñoz y el Prof. Alfonso Caballero Repullo.

El número de alumnos matriculados ha sido de 13 alumnos (11 de la titulación de ingeniero agrónomo y 2 de la titulación de ingeniero de montes), lo que ha permitido un aprendizaje muy individualizado y la utilización de la aplicación informática TRICALC para el cálculo de naves agroindustriales. La asignatura se ha evaluado de manera continua. Los alumnos han tenido que realizar 1 trabajo individual. En él han tenido que realizar el cálculo completo de una nave industrial con el paquete informático Tricalc, donde además se incluía un forjado para disponer en primera planta la zona administrativa, las escaleras de acceso a la primera planta, el diseño del abastecimiento de agua y el saneamiento. Este trabajo ha supuesto una dedicación media a cada alumno de 42 horas de actividad no presencial Otro aspecto relevante ha sido la organización de 4 visitas técnicas a obras y plantas agroindustriales, actividad muy valorada por los estudiantes. Por último, se han realizado dos videos, uno de ellos sobre la construcción de una nave y otro sobre la construcción de un camino rural, donde se aprecian las técnicas y procedimientos constructivos. El nivel de satisfacción ha estado en torno a 9 sobre 10.

### **5.4.- Procedimientos de construcción**

La Profesora responsable de llevar a cabo la innovación docente en la asignatura de Procedimientos del Grado de Ingeniería Civil y Grado de Recursos Energéticos y Mineros ha sido la Profesora Dña. Adela Pérez Galvín.

En el Grado de Ingeniería Civil, se han matriculado 34 alumnos en el grupo 1 y 39 alumnos en el grupo 2, mientras que en el Grado de Recursos Energéticos y Mineros los alumnos ascienden a 11. Por tanto, ascienden a un total de 84 alumnos matriculados. De éstos, se presentaron a la

convocatoria de junio de 2012 67 alumnos. De los alumnos presentados a examen el 97% han optado por el nuevo método de enseñanza-aprendizaje basado en la evaluación continua, presentando 3 actividades (incluyendo un cuaderno-colección de ejercicios entregables con autoevaluación) y la realización de un viaje-visita técnica; mientras que sólo el 3% optaron por el sistema de evaluación tradicional con examen en convocatoria oficial.

Para poder contrastar los resultados de la nueva metodología docente vs. sistema tradicional, y garantizar el mismo grado de dificultad, en la convocatoria oficial de la asignatura (sistema tradicional) se ha puesto el mismo examen teórico-práctico. Los resultados se muestran en la Figura-4

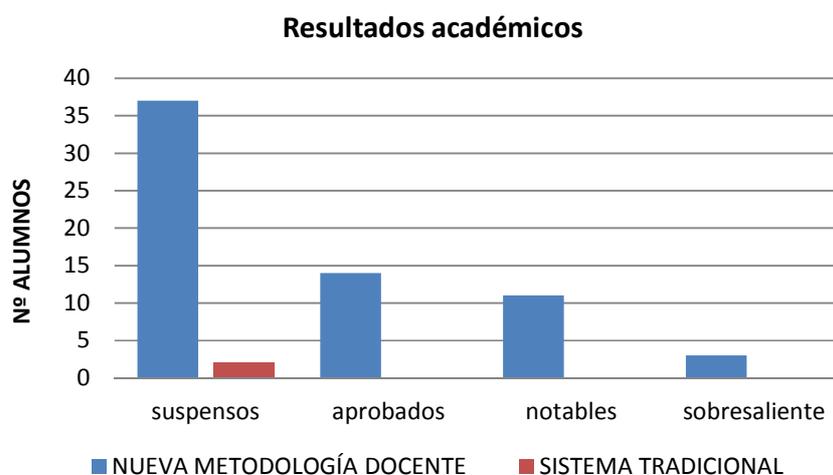


Figura-4. Resultados académicos para cada uno de los grupos: nuevo método docente vs. sistema tradicional. Muestra de 67 estudiantes

	suspensos	aprobados	notables	sobresaliente
nueva metodología docente (NMD)	37	14	11	3
sistema tradicional (ST)	2	0,00	0,00	0
porcentaje de estudiantes ST	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%
porcentaje de estudiantes NMD	56,92%	21,54%	16,92%	4,62%

El principal problema para establecer la comparativa es la escasez de alumnos que optaron por el sistema tradicional (sólo 2 alumnos frente a 65). Aún así se puede concluir que se observan mejores resultados en los alumnos/as que han optado por el sistema de evaluación continua, donde el número de suspensos es del 57% frente al 100% en los alumnos/as que han optado por el sistema tradicional de examen final.

Así los estudiantes fueron consultados a través del aula virtual para que hicieran una valoración cuantitativa del sistema de la nueva metodología docente (evaluación continua) y el sistema de evaluación tradicional. Las consultas fueron las siguientes:

- Valora de 1 a 10 la nueva metodología docente (1 Colección de Problemas Entregables + 1 Trabajo Práctico sobre diferentes casas comerciales de maquinaria de obra civil + 1 Ejercicio práctico sobre movimientos de tierras + memoria sobre visita técnica realizada) para la adquisición de competencias
- Valora de 1 a 10 el sistema tradicional (el profesor explica la teoría y resuelve problemas numéricos en clase y examina a los alumnos/as con un examen único final teórico-práctico) para la adquisición de competencias

Como se puede observar de la Figura-5 los estudiantes valoran más para la adquisición de competencias el sistema de evaluación continua desarrollado en el presente Proyecto de innovación docente frente al sistema tradicional utilizado hasta ahora en la asignatura.

La mayor parte de los estudiantes (un 43%) valoran entre 9 y 10 el sistema de evaluación continua utilizado para la adquisición de competencias, y un 68% le han dado una valoración entre 8 y 10. La valoración numérica entre 1 y 10 de los estudiantes es de 7,9 Puntos.

Por otro lado, la mayor parte de los estudiantes (un 32%) valoran entre 4 y 5 el sistema de evaluación tradicional. La valoración numérica entre 1 y 10 de los estudiantes para el sistema tradicional es de 4,4 Puntos.

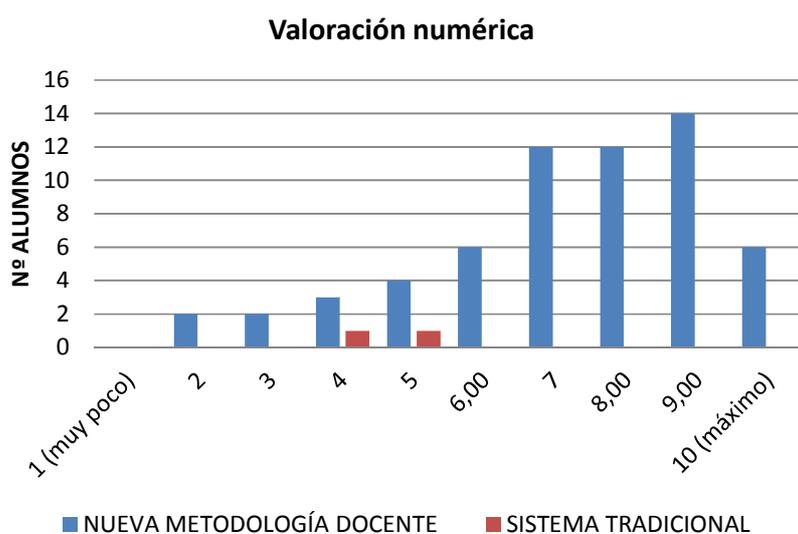


Figura-5. Valoración numérica del sistema de la nueva metodología docente vs. sistema tradicional para la adquisición de competencias en la asignatura de Procedimientos. Muestra 67 estudiantes.

	1 (muy poco)	2	3	4	5	6	7	8	9	10 (máximo)
<b>NUEVA METODOLOGÍA DOCENTE</b>	0	2	2	3	4	6	12	12	14	6
<b>SISTEMA TRADICIONAL</b>	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0

De un total de 65 que han optado por la nueva metodología docente, los 61 han rellenado la ficha para evaluar las horas de trabajo del estudiante por actividades. Y de los alumnos que no hicieron evaluación continua, todos rellenaron la ficha.

La figura-6 muestra la distribución en porcentaje de tiempo medio empleado por los estudiantes a cada una de las actividades.



Figura-6. Distribución del tiempo de trabajo del estudiante por actividades no presenciales. Muestra de 63 estudiantes aprobados en evaluación continua

Se observa que el estudio personal, incluyendo el estudio y la realización de la colección de ejercicios (importantes para prepararse el examen de ejercicios de la correspondiente convocatoria) es la que se lleva más tiempo, seguido casi por igual en porcentaje por la realización de los ejercicios prácticos. Es llamativa la escasa atención a la tutoría que prestan los alumnos encuestados.

La siguiente tabla muestra el número de horas de trabajo del estudiante totales dedicada a la asignatura y por actividades en la asignatura de PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN.

	Actividad (horas de trabajo)				Total
	Trabajos	Tutoría	Colección	Estudio	
<b>Media</b>	<b>10</b>	<b>0,5</b>	<b>12</b>	<b>19</b>	<b>42</b>

Teniendo en cuenta que en el Título de Grado de Ingeniería Civil las actividades presenciales representan el 40% del tiempo total de trabajo del estudiante y que la asignatura tiene 3 ECTS, siendo 1 ETCS 25 horas de trabajo del estudiante (incluyendo actividades presenciales y no presenciales).

Para 3 créditos ECTS, el estudiante tiene que trabajar 75 horas. En nuestro caso, el estudiante tiene 30 horas de actividades presenciales (se cumple sumando el tiempo dedicado a cada una de las actividades presenciales) y han dedicado una media de 42 horas a actividades no presenciales, por lo que el tiempo total de trabajo del alumno/a ha sido de 72 horas, muy ajustado a las 75 horas de trabajo. Podemos considerar que las actividades propuestas pueden implantarse en la adaptación al EEES.

La actividad presencial más valorada para la adquisición de competencias es la clase de Problemas, además esta actividad es la preferida para la adquisición de competencias por el 67% de los estudiantes. Por otro lado, dentro de las actividades no presenciales la más valorada son los Problemas Entregables con autoevaluación, siendo esta la actividad preferida por los estudiantes.

### **5.5.- Tecnología de estructuras**

El Profesor responsable de llevar a cabo la innovación docente en la asignatura de Tecnología de Estructuras del Grado de Ingeniería Civil ha sido el Prof. Francisco Agrela Sainz.

La metodología de esta asignatura presenta como elemento novedoso la realización de un proyecto de cálculo estructural (Trabajo/Proyecto), tanto a nivel de análisis de una estructura que recibe acciones exteriores, como su cálculo en hormigón armado y acero. Se han empleado herramientas de cálculo para comprobar los resultados: CYPE y TRICAL.

A parte del trabajo, la asignatura se imparte en 13 semanas aproximadamente, recibiendo cada semana los alumnos 4 horas de clases teóricas, impartidas en grupos grandes, y 3 horas de problemas de cálculo de estructuras, donde se realizan problemas prácticos sobre los contenidos teóricos adquiridos.

Resultados obtenidos en el curso 2011/12: - Número de alumnos matriculados 96. - Número de alumnos que asistieron a clase de manera regular (más del 70% del tiempo de la asignatura): 52 (54%). - Número de alumnos que entregaron el trabajo práctico en los plazos previstos: 50 (52%).

- Calificaciones obtenidas en los trabajos:

Sobresaliente: 12 alumnos/as

Notable: 26 alumnos/as

Aprobado: 12 alumnos/as

- Aprobados en el mes de junio de 2012 en examen oficial: 43 (45% del total – 83% de los que asisten regularmente a clase). - Aprobados en el mes de septiembre de 2012 en examen oficial: 3 (3% del total – 5,7% de los que asisten regularmente a clase)

Conclusiones: A la vista de los resultados se debe decir que el método de proyecto aplicado ha sido una herramienta muy motivadora en los alumnos que han seguido la asignatura de manera presencial, y de éstos, casi la totalidad han conseguido superar la asignatura. Se debe decir que hay casi un 50% de los alumnos que no han seguido la asignatura de manera presencial, y que han abandonado la asignatura casi de manera general, ya que se pretende que la enseñanza en esta asignatura sea activa y participativa.

Para el curso 2012/13 se va a seguir aplicando la misma estrategia de aprendizaje, ya que de esta manera se ha visto que el grado de conocimiento y la motivación son muy elevados.

### **5.6.- Trabajos Profesionales Fin de Carrera**

Los Profesores responsables de llevar a cabo la innovación docente en la asignatura de Trabajos Profesionales Fin de Carrera de la Titulación de Ingeniero Técnico de Obras Públicas han sido el Prof. José Ramón Jiménez Romero, el Prof. Francisco Agrela Sainz y la Profesora Adela Pérez Galvín.

El Proyecto Fin de Carrera se trata de un Ejercicio original a realizar individualmente y presentar y defender ante un tribunal universitario, consistente en un proyecto en el ámbito de las tecnologías específicas de la ingeniería civil de naturaleza profesional en el que se sintetizan e integran las competencias adquiridas en las enseñanzas. Para los diseños y cálculos se ha utilizado la aplicación informática CLIP y CYPE, a continuación se relacionan los Proyectos realizados durante el Curso 2011-12.

Directora: Adela Pérez Galvín

1. Proyecto de urbanización del polígono industrial “Cañete Oeste” sector sur-1. Cañete de las Torres (Córdoba). Alumno: Raúl Baena Priego
2. Proyecto de urbanización sector Sau-ru Cornisa- Ronda. Alumno: Antonio Jiménez Moreno
3. Mejora tramo urbano CO-4207 de Montilla a Montalbán (tramo urbano de Montilla). Alumno: Enrique Suárez Tapiador
4. Glorieta de conexión de la A-49 con la carretera A-8059 que da acceso al parque industrial Autopista en el término municipal de Bollullos de la Mitación. Alumno: Juan Castañeda Barcos
5. Trazado de carretera de enlace de Centro Arqueológico “El Tesorillo” con la carretera GR-NO-11 en el término municipal de Íllora (Granada). Alumnas: Rocío López Moreno e Inmaculada Ruiz Medina
6. Estudio y trazado de circuito de Karts en La Carlota (Córdoba). Alumno: Francisco José Ruiz Cuenca y Rafael Rodríguez Espinosa
7. Nave de almacenamiento de maquinaria y productos fitosanitarios asociados a la comunidad de regantes del Guadalmellato. Provincia de Córdoba. Alumno: Rafael Carranza Fuentes-Guerra

Director: Francisco Agrela Sainz

1. Proyecto de remodelación el Estadio Municipal de Lebrija, Sevilla, para ampliación de capacidad y realización de mejoras técnicas. Alumno: José María Herrera Piñero
2. Centro de mantenimiento y conservación de carreteras de la A-318 Estepa-Guadix en el término municipal de Lucena (Córdoba). Alumno: Juan Manuel Jiménez Egea
3. Cálculo y diseño de fábrica de muebles en Polígono Príncipe Felipe de Lucena. Alumno: Eduardo Ariza Espejo
4. Nave con puente grúa para almacenamiento y venta de pavimentos utilizados en Obras Civiles. Alumno: José Alberto Fernández García
5. Proyecto de ejecución de una nave industrial para laboratorio de control de calidad de materiales de construcción en el T.M. de Córdoba. Alumno: Bonifacio Salas Moreno
6. Proyecto de construcción acceso al Sector “Palmetillo”. Alumno: Daniel González Paradela
7. Proyecto de construcción del complejo polideportivo multidisciplinar “La Paz” “Edificios de usos múltiples”. Alumno: Rafael Porcel González

Director: José Ramón Jiménez Romero

1. Proyecto de Construcción variante Puebla de Don Fadrique. Alumno: Jesús Acevedo García

2. Proyecto de ejecución de punto limpio en el T.M. de Vélez de Benaudolla (Granada), tomo I y tomo II. Alumno: Santiago Moreno Rincón
3. Autovía A-81 Tramo: Enlace y conexión A-81 – N-432 (Belmez). Alumnos: José Manuel Cuenca Romero y Adrián Carmona Suárez
4. Cálculos constructivos y de instalaciones para la construcción de una planta de extracción de aceite de oliva virgen en el T.M. de Linares (Jaén). Alumno: José Antonio Carrasco Díaz
5. Centro de Conservación de la Zona Norte del Área Metropolitana de Sevilla. Alumno: José Sánchez Antequera y Rafael Cabezas Esquinas
6. Proyecto de construcción. Acondicionamiento variante de Gerena en la carretera A-477. Alumno: Alejandra Cañera Romero y Gregorio Fernández Morales
7. Proyecto básico y de ejecución de una nave para la reparación de chapa y pintura en carretera de La Estación, CO-3203, CV-VII de Fernán Núñez. T.M. de Córdoba. Rafael Ángel Toro Velasco
8. Naves para gimnasio en Peñarroya-Pueblonuevo. Alumno: José Miguel Campos González
9. Centro de Conservación de Infraestructuras urbanas y rurales para la Mancomunidad del Valle del Guadiato. Alumno: Rubén Paz Muñoz

La carga de trabajo en la Dirección de Proyectos está estimada en 2 ECTS (20 horas), por lo que la dedicación a esta labor asciende a 920 horas. Para reducir el número de horas de dedicación a los Proyectos Fin de Carrera se han establecido seminarios. La experiencia es extrapolable a los Grados.

### **5.7.- Construcciones forestales y Estructuras**

Son asignaturas optativas, el número de alumnos ha sido muy bajo, por lo que las acciones llevadas a cabo no son extrapolables a los Grados. No se incluyen resultados en la presente Memoria.

### **6. Utilidad**

El Proyecto de innovación docente ha puesto de manifiesto la mejora en los resultados académicos de los estudiantes al plantear una metodología basada en la evaluación continua, el trabajo autónomo durante todo el cuatrimestre, el autoaprendizaje y la utilización de herramientas informáticas de cálculo.

Han sido especialmente bien valoradas la actividad denominada “ENTREGABLES” con un gran nivel de aceptación y reconocimiento por parte de los estudiantes para la adquisición de competencias.

Los estudiantes han valorado muy positivamente la asistencia a clase, y consideran que la resolución de problemas numéricos sencillos por parte del Profesor en clase es la mejor manera de adquirir las competencias de la asignatura. Por otro lado, se ha puesto de manifiesto una preferencia por la enseñanza presencial frente a la virtual.

La utilización de herramientas informáticas para la adquisición de competencias no ha sido tan bien valorada por los estudiantes como cabría esperar, esto puede ser debido al elevado número de alumnos por grupo en relación al número de Profesores responsables de cada una de las asignaturas, en especial en la Titulación de Ingeniero Técnico de Obras Públicas, y a la falta de tiempo.

El número de horas de trabajo del estudiante en las actividades no presenciales ha sido estudiado. Por regla general las actividades propuestas para la adquisición de competencias han superado el número de horas de trabajo del alumno previstas en el crédito ECTS, pero han sido bien aceptadas por los estudiantes.

El número de horas de trabajo de los Profesores se ha incrementado notablemente. En el Grado de Ingeniería Civil sin embargo el ratio alumnos/profesor de los Grupos medianos ha permitido implantar el método docente ajustando el número de horas a los ECTS.

## **7. Observaciones y comentarios**

Los futuros Graduados/as en Ingeniería tendrán competencias para Proyectar en el ámbito de su tecnología específica, sin embargo, el elevado número de competencias que los estudiantes de Ingeniería tienen que adquirir resulta difícil de conjugar con la filosofía del crédito ECTS donde el estudiante trabaja 25 horas/crédito ECTS. Por otro lado, es necesario incrementar el número de actividades y el trabajo autónomo del estudiante para fomentar la capacidad de aprendizaje a lo largo de la vida, lo cual incrementa el número de horas de trabajo de los estudiantes.

Además, la utilización de herramientas informáticas para la resolución de problemas reales se plantea en Ingeniería de la Construcción como una necesidad de los futuros egresados. Aunque los estudiantes hayan valorado más la resolución manual de problemas sencillos que la utilización de herramientas informáticas para la resolución de problemas reales.

Sin embargo, esta nueva metodología docente puesta en marcha por el Grupo Docente de INGENIERÍA DE LA CONSTRUCCIÓN y que lleva desarrollándose durante 3 Cursos Académicos se ha perfeccionado y mejorado. Durante el curso 2012-13 se continua la línea emprendida con financiación propia del Grupo Docente para la adquisición y actualización de Software.

## **8. Autoevaluación de la experiencia**

Los resultados de esta nueva metodología docente se han puesto de manifiesto al medir los resultados académicos de los estudiantes que han seguido esta nueva metodología docente frente a los que han seguido el sistema tradicional. Se ha incrementado el número de aprobados y las calificaciones medias con el método docente. Así mismo, el nivel de satisfacción por parte de los alumnos/as ha superado con creces al método tradicional. Todos los datos están detallados en el apartado número 5 de esta Memoria.

## 9. Bibliografía

**De Miguel, M. (2005).** Modalidades de enseñanza centradas en el desarrollo de competencias. Orientaciones para promover el cambio metodológico en el Espacio Europeo de Educación Superior. Oviedo. Universidad de Oviedo.

**Díaz Vázquez, J.E.; Gerez Miras, J.M.; González Palma, R.E.; González García, P.; Huerta Gómez de Merodio, M.M. 2008.** Percepción por los alumnos del Valor del Autoaprendizaje en el Marco de la Implantación del Espacio Europeo de Educación Superior. XVI Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas. Libro de Resúmenes. Cadiz, 23 a 26 de Septiembre de 2008.

**Jiménez Romero JR; Perez A, Ayuso J, Agrela F.** NEW TEACHING METHOD APPLIED TO HIGHWAY ENGINEERING. *Proceedings of INTED2011 Conference. 7-9 March 2011, Valencia, Spain. ISBN:978-84-614-7423-3*

**Jiménez Romero JR; Perez A, Ayuso J, Agrela F.** NEW TEACHING METHOD APPLIED TO THE SUBJECT OF CONCRETE IN CIVIL ENGINEERING DECREES. *Proceedings of INTED2012 Conference. 5-7 March 2012, Valencia, Spain. ISBN: 978-84-615-5563-5*

**En Córdoba a 24 de septiembre de 2012**

**Prof. Dr. José Ramón Jiménez Romero**

**Prof. Dr. Jesús Ayuso Muñoz**