



MEMORIA DE LAS ACCIONES DESARROLLADAS
PROYECTOS DE MEJORA DE LA CALIDAD DOCENTE
VICERRECTORADO DE PLANIFICACIÓN Y CALIDAD
XI CONVOCATORIA (2009-2010)



❖ **DATOS IDENTIFICATIVOS:**

Título del Proyecto

DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA TIC BASADA EN DISEÑO GRÁFICO PARA EL APOYO EN PROYECTOS DE INGENIERÍA E HIDROLOGÍA

Resumen del desarrollo del Proyecto

Este trabajo presenta una herramienta de aprendizaje basada en el diseño gráfico para la adquisición de conocimientos sobre dirección y ejecución de obras de Ingeniería en concreto está referida a una nave agroforestal. Se han previsto varias líneas de actuación: la primera dirigida al autoaprendizaje donde se explican y describen de forma interactiva las tareas implicadas en la ejecución de una nave industrial; la segunda, está dirigida a la descripción de sus componentes donde se muestran las imágenes y planos de los mismos; además se ha previsto el presupuestar y establecer un calendario de ejecución tipo y finalmente la autoevaluación a través de la presentación de un caso práctico. El uso de esta herramienta resultará muy útil en las titulaciones I. Agrónomos e I. de Montes dentro asignatura de Proyectos de Ingeniería, Dirección y Ejecución de Obras y Presupuestos en Proyectos de Ingeniería; en la titulación Ingeniero Técnico Industrial en Electricidad se utilizaría en la asignatura de Oficina Técnica y finalmente, el caso práctico de ejecución de obras está previsto en el Máster Oficial Interuniversitario en Hidráulica Ambiental, especialidad Gestión Integral de Cuencas (Universidad de Córdoba).

Coordinador/a:

Nombre y apellidos	Código del Grupo Docente	Departamento
Encarnación V. Taguas Ruiz	60	Ingeniería Rural
M. Cristina Aguilar Porro	60	Ingeniería Hidráulica

Otros participantes:

Nombre y apellidos	Código del Grupo Docente	Departamento
María Nofuentes Muñoz	60	Ingeniería Hidráulica
Carlos Castillo Rodríguez	60	Ingeniería Rural
Rafael Pérez Alcántara	67	Ingeniería Rural
M. José Polo Gómez	60	Ingeniería Hidráulica
José Luis Ayuso Muñoz	60	Ingeniería Rural
Amanda García Marín	60	Ingeniería Rural
Adolfo Peña Acevedo	60	Ingeniería Rural

Asignaturas afectadas

<u>Nombre de la asignatura</u>	<u>Área de Conocimiento</u>	<u>Titulación/es</u>
Proyectos de Ingeniería	Ingeniería Rural- Proyectos	I. Agrónomos
Proyectos de Ingeniería	Ingeniería Rural - Proyectos	I. de Montes
Presupuestos en Proyectos de Ingeniería	Ingeniería Rural- Proyectos	I. Agrónomos e I. De Montes
Oficina Técnica	Ingeniería Rural- Proyectos	I. Técnico Industrial Elect.
Dirección y Ejecución de Obras	Ingeniería Rural- Proyectos	I. Agrónomos e I. de Montes
Planificación Hidrológica	Ingeniería Hidráulica	Máster Hidráulica Ambiental
Gestión Integral de cuencas	Ingeniería Hidráulica	Máster Hidráulica Ambiental
Medición, Planificación y Valoración de obras	Ingeniería Rural- Proyectos	I. Técnico Obras Públicas

MEMORIA DE LA ACCIÓN

Especificaciones

Utilice estas páginas para la redacción de la Memoria de la acción desarrollada. La Memoria debe contener un mínimo de cinco y un máximo de diez páginas, incluidas tablas y figuras, en el formato indicado (tipo y tamaño de fuente: Times New Roman, 12; interlineado: sencillo) e incorporar todos los apartados señalados (excepcionalmente podrá excluirse alguno). En el caso de que durante el desarrollo de la acción se hubieran producido documentos o material gráfico dignos de reseñar (CD, páginas web, revistas, vídeos, etc.) se incluirá como anexo una copia de buena calidad.

Apartados

1. Introducción (justificación del trabajo, contexto, experiencias previas etc.)

Las implicaciones estructurales y metodológicas del Espacio Europeo de Enseñanza Superior (EEES) en la educación universitaria suponen un nuevo marco de interacción alumno-profesor, donde el docente universitario se transforma en un mero orientador del aprendizaje del estudiante (Declaración de Bolonia, 1999). De esta forma las herramientas informáticas y las nuevas tecnologías cobran un protagonismo esencial debido a sus características interactivas y a que permiten en muchas ocasiones salvar las limitaciones de tiempo y espacio (Sharpe et al., 2003).

La experiencia que proponemos constituye un avance hacia las modalidades de formación propuestas en el Espacio Europeo de Enseñanza Superior. A pesar del éxito de las TICs (Cacciagrano et al., 2007), el planteamiento y el diseño de herramientas efectivas supone un gran esfuerzo por parte del profesor que debe adecuar la adquisición de conocimientos a las expectativas del estudiante no sólo desde el punto de vista del ejercicio práctico sino también de posibles situaciones reales en empresas (Jahnichen, 1993) Así, el uso de herramientas software en supuestos prácticos en obras de ingeniería implica el análisis de las distintas etapas en la ejecución de proyectos, clarificación de las funciones de las distintas partes implicadas en la misma (propiedad, dirección de obra y contratista), aspectos constructivos y cálculos diversos (costes, tiempos, material, etc).

Se plantea una experiencia piloto para la adaptación de técnicas de aprendizaje cooperativo y el uso de herramientas TIC en un software experimental para el uso común en las prácticas de las asignaturas relacionadas con Ingeniería de Proyectos. Esto se debe a que actualmente, la única manera de que los alumnos comprueben las distintas fases en la elaboración de un proyecto de ingeniería es mediante la visita a obras.

El principal propósito de este trabajo es la obtención de una herramienta TIC para el aprendizaje práctico de diferentes aspectos de Ingeniería de Proyectos en las titulaciones de Agrónomos, Montes y en el Máster Oficial de Hidráulica Ambiental. Desde el punto de vista de los alumnos a los cuales va dirigida esta propuesta, pretendemos mejorar:

- Capacidad de organización y planificación, a través de la gestión de los recursos materiales y humanos en la ejecución de proyectos de ingeniería.
- Capacidad de análisis y síntesis mediante la gestión de la información obtenida.
- Capacidad de aplicar los conocimientos teóricos a las prácticas.
- Resolución de problemas. Mediante la resolución de los supuestos prácticos interactivos previstos en la segunda línea de actuación.
- Toma de decisiones mediante el manejo de información y datos de la obra en sus distintas etapas, se pueden resolver problemas reales entre las distintas fases de desarrollo de la obra.
- Capacidad de gestión de la información. aplicación de los conocimientos teóricos para la obtención de conclusiones, mejoras y resultados.

2. Objetivos (concretar qué se pretendió con la experiencia)

Se pretende diseñar una herramienta docente para el aprendizaje práctico de Ingeniería de Proyectos que incorpore un sistema simple ya resuelto y una propuesta práctica para el alumnos. Los objetivos específicos que se persiguen bajo ambas líneas son los siguientes:

1. Describir y caracterizar los componentes, cronogramas e interrelaciones de las actividades que normalmente intervienen en la ejecución de proyectos de ingeniería, tales como naves agroforestales.
2. Diseñar un trabajo práctico común a todas las materias involucradas en Ingeniería de Proyectos, que permita que el alumno se enfrente a un problema real del ámbito de la ejecución de proyectos, potenciando su capacidad de autonomía y de toma de decisiones.

3. Descripción de la experiencia (exponer con suficiente detalle lo realizado en la experiencia).

El trabajo obtenido consiste en un libro electrónico (en formato Flash) accesible bajo cualquier soporte que cuenta con un menú para la elaboración guiada de la medición, valoración y planificación de una nave agroforestal (Fig. 1).



Figura 1. Ventanas de presentación del Proyecto de Innovación Docente.

De acuerdo al gran recorte presupuestario de las dos obras previstas, una presa y una nave, se seleccionó sólo una y se ha trabajado con material fotográfico proporcionado por lo autores en lugar de la elaboración de nuevo material 3D.

Como puede observarse en la Figura 1 (izquierda) la aplicación contiene el siguiente menú general para la presentación en primer lugar del ejemplo guiado y finalmente del caso propuesto:

- *Fases de ejecución de una nave:* Una serie de submenús presentan y explican las tareas para la ejecución de una nave acompañada de una galería fotográfica explicativa del proceso (Fig. 2.a)
- *Características de un nave:* En este caso se definen las características técnicas más importantes para el diseño de una nave que introduce el ejemplo práctico (Fig 2.b)

Medición, valoración y planificación de una nave agroforestal

Fases de Ejecución de una nave

Elementos de una nave agroforestal

Fases de ejecución:

1. Acercamiento del terreno
2. Excavación de la cimentación
3. Hormigonado de zapatas
4. Armadura y placas de anclaje
5. Hormigonado de la cimentación
6. Pilares
7. Soletas
8. Estructura metálica
9. Cerramientos
10. Cubierta

Medición de las unidades de obra

Valoración de una nave

Calendario de Ejecución

Caso práctico propuesto

Criterios

Salir

Fases de ejecución de una nave agroforestal

8. Colocación de la estructura metálica

A continuación se soldarán los dinteles o cerchas sobre las cabezas de pilares. En el caso de cerchas, los puntales extremos se sueldan en toda su longitud al ala del pilar y apoyan sobre un perfil en L soldado al pilar que sirve de apoyo a la cercha. En el caso de porticos, los dinteles se sueldan directamente apoyados sobre la cabeza de los pilares. En las uniones pilar-dintel o dintel-dintel (secciones de momentos máximos) se disponen cerchas para reforzar las secciones.

Sobre los dinteles se colocarán soldadas las cornisas a la distancia adecuada.

Asimismo, se colocarán rondos o pletinas de amarriamiento en forma de cruces de San Andrés en los módulos finales.

Documentos anexos

Alcance de porticos PFP (2018)

Plano de cimentación y amarriamiento PFP (2018)

Tabla movimiento de tierras (L1) (2018)

Galería

Medición, valoración y planificación de una nave agroforestal

Características de una nave

Medición de las unidades de obra

Valoración de una nave

Calendario de Ejecución

Caso práctico propuesto

Criterios

Salir

Características de diseño de una nave agroforestal para el almacenamiento de paja introducción

Se va a diseñar un cobertizo (nave sin cerramiento) para el almacenamiento temporal de paja de pino pilonera de una dimensión de 42 x 25 m. La dimensión óptima para el terreno disponible. El terreno se encuentra ya nivelado pero con vegetación presente.

La nave no tendrá cerramiento para favorecer la alineación de los montones de paja. Se establece una altura mínima de 6 m para el trabajo de la pala que amoneta la paja. Se diseñan pocos laterales para evitar que el sol incida directamente sobre la paja y produzca su apertura prematura.

En el lado de desmonte (junto a la curva de pie de talud) se situará un muro de 0,5 m de altura para evitar el sobado de la paja a la cuneta.

El tipo de pórtico elegido es el de cercha, que optimiza la cantidad de acero para la luz que se trabaja (25 m).

Se ejecutará solera de hormigón armado con tratamiento para resistir los esfuerzos ocasionados por la máquina y dar un acabado liso para facilitar el manejo de las montañas y el no machucado de los pilones de paja abiertas.

Se establece una red de evacuación de aguas pluviales mediante canchales, bajantes, anclajes y colectores. En el talud de terrapién se realizará una rejilla-sumidero con el fin de evacuar el agua que entre superficialmente por sus laterales.

Documentos anexos

Plano de ubicación PFP (2018)

Alcance Pinal Norte PFP (2018)

Figura 2. (a-izquierda) Menú *Fases de ejecución de una nave*; (b-derecha) Menú *Características de un nave*.

Medición, valoración y planificación de una nave agroforestal

Medición de las unidades de obra

Capítulo 1. Movimiento de tierras

1.1. Desbroce

Se actuará en toda la superficie, considerando un sobrancho de 1 m en todo el perímetro (44 x 27m). La explotación de la nave no se considera dentro del proyecto, pues se encontraba realizada previamente a la construcción de la nave, al igual que la cuneta en el talud de desmonte

1.2. Retirada de capa vegetal

Se actuará en toda la superficie, considerando un sobrancho de 1 m en todo el perímetro (44 x 27m). Se retiran 20 cm de espesor de capa vegetal.

1.3. Transporte de tierras a vertedero

Se usará un coeficiente de esponjamiento de tierras del 20% para su transporte. Se considera una distancia a vertedero inferior a 5 km.

1.4. Relleno de zahorra

Se actuará en toda la superficie, considerando un sobrancho de 1 m en todo el perímetro (44 x 27m). Se rellena con una capa 15 cm de zahorra artificial.

1.5. Excavación de pozos y zapatas

Para las dimensiones de zapatas y pozos ciegos ver planos de cimentación y alzado. Observar que en los pilares del talud de terrapién (menos resistentes) se añade un cubo de hormigón en masa bajo la zapata para acceder a un nivel de cimentación de mayor resistencia.

1.6. Excavación de zanjas para zunchos

Para las dimensiones de excavación de zunchos ver

Documentos anexos

Alcance de porticos PFP (2018)

Plano de cimentación y amarriamiento PFP (2018)

Tabla movimiento de tierras (L1) (2018)

Calendario de Ejecución

Caso práctico propuesto

Criterios

Salir

Medición, valoración y planificación de una nave agroforestal

Valoración de una nave

Precios unitarios

Ejemplo 2

Hormigón HA-25/P/20/Fla ZAP. V. M. CENT.

Hormigón en masa para armar HA-25/P/20/Fla N/mm², con tamaño máximo del árido de 20mm, elaborado en central des relleno de zapatas de cimentación, invertido por medios manuales, vibrado y colocación. Según CTE DB-SI-C y DB-SI-OE (medido en m³)

Cód. Base de datos	Unidad	Precio unitario	Peón suelto	Coste hora	Coste total
U01AA011	1,55 horas	14,23 €		22,06 €	
A02A723	1000 m ³	76,68 €	Hormigón HA-25/P/20/Fla CENTRAL	76,68 €	76,68 €
N01	3,00 m ³	98,70 €	Costes indirectos (I+D+D)		2,96 €
TOTAL PARTIDA (m³)					101,70 €

Para el vertido y vibrado de un m³ de hormigón es necesario un peón que invierte 1,55 horas. Como su coste horario es de 14,23 €/h, el coste de mano de obra es de 22,06 €.

El coste de 1 m³ de hormigón es: 76,68 €

Los costes directos totales son:
22,06 + 76,68 = 98,74 €

Los costes indirectos ascenden a:
3% de 98,74 = 2,96 €

Documentos anexos

Tabla de tiempos PFP (2018)

Diagrama de Gantt PFP (2018)

Figura 3. (a-izquierda) Menú *Medición de las unidades de obra*; (b-derecha) Menú *Valoración de una obra*.

Medición, valoración y planificación de una nave agroforestal

Calendario de Ejecución

Introducción

Cada una de las partidas de la obra constituyen una actividad a la que se le puede atribuir una duración estimada. La duración de cada actividad se obtiene analizando el descomponer de la partida y analizando el tiempo necesario de mano de obra y maquinaria (incluyen que consumen tiempo), multiplicando ese tiempo unitario por el total de las mediciones de la partida.

Por otra parte, las duraciones así determinadas nos permiten conocer la duración en horas efectivas. Para conocer la duración real considerando únicamente los días realmente trabajados (descartando días de semana, vacaciones y festivos) que se suelen estimar en 220 días de los 365 que tiene el año, dividiremos las horas efectivas entre 8 (horas trabajadas al día) y entre 220/365.

Documentos anexos

Tabla de tiempos PFP (2018)

Diagrama de Gantt PFP (2018)

Calendario de Ejecución

Caso práctico propuesto

Criterios

Salir

Medición, valoración y planificación de una nave agroforestal

Caso práctico propuesto

Medición y valoración de una nave industrial

Dado el siguiente presupuesto parcial y los planos disponibles (ver documento anexo), se pide obtener los documentos del presupuesto así como el calendario de ejecución sabiendo que la base de datos utilizada ha sido PFD00 2009.

Documentos anexos

Presupuesto parcial (de la nave PFP (2018))

Plano de la nave PFP (2018)

Galería

Figura 4. (a-izquierda) Menú *Calendario de Ejecución*; (b-derecha) Menú *Caso práctico*.

- *Medición de las unidades de obra:* En esta sección se describen todos los componentes de la nave ejemplo (Capítulos y Unidades de Obra) que son referidos además en planos adjuntos. Además se explican los criterios de cálculo de las mediciones referidas a las unidades de obra (Fig 3.a).
- *Valoración de una obra:* En este menú se explican los criterios de cálculos de costes basados en en el análisis de costes de material, maquinaria, mano de obra y costes indirectos implicados en la valoración de las unidades de obra. Además, se definen los documentos que normalmente reúne el documento Presupuesto así como su contenido (Fig. 3.b).
- *Calendario de Ejecución:* En esta sección se presentan los criterios usuales basados en rendimientos de maquinaria y mano de obra para la planificación de actividades de la obra así como un diagrama de Gantt. (Fig. 4.a).
- *Caso práctico:* Finalmente, se proporciona un presupuesto parcial donde se detalla las unidades de obra de una nueva nave agroforestal así como sus planos y se propone al alumno la valoración completa (mediciones) y planificación de la misma (Fig. 4.b).

4. **Materiales y métodos** (describir la metodología seguida y, en su caso, el material utilizado)

La metodología se explica desde el punto de vista de los objetivos del proyecto:

- A) De acuerdo al OBJETIVO 1, se plantea un caso práctico en el que se aborda la organización y planificación de recursos que componen una nave agroforestal. El alumno identifica los criterios básicos de diseño de una nave, las **actividades** del proyecto de acuerdo a su secuencia, sus **interrelaciones** y el resultado inmueble o **unidades de obra ejecutadas**. De forma interactiva puede acceder a los componentes (materiales, maquinaria y mano de obra) que intervienen así como sus mediciones y cálculos básicos de costes.
- B) Según el OBJETIVO 2, se proporcionan los datos de partida (Componentes y Planos) de una obra similar.
- C) A la finalización de las sesiones prácticas de trabajo se analizarán los resultados obtenidos para comprobar si se han desarrollado las competencias cognitivas descritas anteriormente en el aprendizaje de las prácticas.

5. **Resultados obtenidos y disponibilidad de uso** (concretar y discutir los resultados obtenidos y aquéllos no logrados, incluyendo el material elaborado y su grado de disponibilidad)

El resultado de este proyecto es una herramienta gráfica e interactiva para el desarrollo y perfeccionamiento de habilidades en las asignaturas de Proyectos de Ingeniería donde se pretende clarificar los conceptos y el desarrollo de obras que sólo pueden contemplarse mediante visitas a obras en distintas etapas de la misma. El hacer visitas a obras con los alumnos supone un gasto de tiempo y dinero y además expone a los mismos a los riesgos derivados del trabajo a pie de obra. En definitiva, al basarnos en un enfoque autónomo del aprendizaje y el uso de las herramientas TIC en las prácticas se promueven el desarrollo

de habilidades personales y el análisis y síntesis de información del proceso de diseño, elaboración y ejecución de un proyecto.

Aunque en un primer momento, el proyecto se concibió no sólo para una nave sino también para una presa y con una presentación que contenía animaciones en 3D, el recorte presupuestario de un 66% nos ha llevado a limitarnos a una sola obra (la nave agroforestal) con una presentación más modesta (material fotográfico) pero manteniendo los objetivos de partida.

Finalmente, el material elaborado se presenta en soporte CD, pero la aplicación está concebida para enlazarlo a la plataforma Moodle donde los alumnos pueden descargarlo y trabajar con ella de forma cómoda y sencilla. Este uso, permite el uso generalizado en todo tipo de prácticas de asignaturas relacionadas con Ingeniería.

6. Utilidad (comentar para qué ha servido la experiencia y a quienes o en qué contextos podría ser útil)

El presente proyecto tiene una aplicación muy concreta que es el aprendizaje de los criterios que se utilizan en Ingeniería para INVENTARIAR los componentes o unidades de obra, su ESTRUCTURA o presentación en Capítulos, su VALORACIÓN a través de la interpretación de planos y análisis de costes y su PLANIFICACIÓN temporal. La elección de una obra sencilla, como una nave, pero a la vez con un gran número de componentes y tareas, permite que el alumno examine distintos tipos de trabajos.

La herramienta elaborada constituye un documento básico interactivo para la interpretación de planos, elaboración de presupuestos y planificación de obras en cualquier carrera de Ingeniería: Ingeniería Agrónoma, de Montes, Industrial y Obras Públicas.

7. Observaciones y comentarios (comentar aspectos no incluidos en los demás apartados)

En las prácticas de asignaturas como Presupuestos en Proyectos de Ingeniería de I. de Montes, se ha hecho un prueba piloto donde en una práctica se explicaba con una material básico de planos impresos y algunas fotos la ejecución de una nave. En este caso simple los alumnos han valorado muy favorablemente experiencias como la interpretación de planos e identificación de partidas y la introducción de los mismas en un presupuesto, especialmente en el caso de Capítulos que les originan notables dificultades, como la Cimentación y Estructura Metálica. La herramienta sustituye y mejora esta clase magistral de manera que se favorece el autoaprendizaje. Además, al presentarle la herramienta en un estado preliminar nos dio la impresión de que les parecía útil ya que algunos de ellos nos la han solicitado.

8. Autoevaluación de la experiencia (señalar la metodología utilizada y los resultados de la evaluación de la experiencia)

No se ha realizado una autoevaluación como tal (encuestas) por parte de los alumnos ya que la herramienta acaba de finalizarse. Se cita la experiencia anterior para la que hemos percibido acogidas muy favorables por parte de los alumnos.

9. Bibliografía

Declaración de Bolonia, 1999. The Bologna Declaration on the European space for higher education: an explanation. <http://ec.europa.eu/education/policies/educ/bologna/bologna.pdf>, (accedido 28/09/2009).

Cacciagrano A., Carapinha B., Gielis I., Burns L., Deca L., Scirinha M., Oye O., Proteasa V. 2007. Bologna with students eyes. European Student´s Union, Leuven (Bélgica) http://www.esib.org/documents/publications/official_publications/BWSE2009-final.pdf (accedido 01/10/2009).

Sharpe L., Hu C., Crawford L., Gopinathan S., Khine M.S., Moo S.N, Wong. A., 2009. Enhancing multipoint desktop video conferencing (MDVC) with lesson video clips: recent developments in pre-service teaching practice in Singapore. *Teaching and Teacher Education* 25: 336–343

Jahnichen S. 1993. Teaching software engineering- experience from the past, needs for the future. *Education and Computing* 8:273-285.

Lugar y fecha de la redacción de esta memoria

Córdoba, 26 de junio de 2010.