

09-028

Training in the subject “Projects”, section “Budget”

Antonio Armero Martínez; Salvador Capuz Rizo

Universitat Politècnica de València

The "Budget" section has a decisive importance in a project document. All technical projects prepared by industrial engineers must contain this section. Therefore it is necessary that the future engineer knows the steps for the elaboration of it and his studies must contribute to achieve this qualification. Thus, in the degree in Industrial Technologies Engineering given in ETSII inside the Polytechnic University of Valencia, the necessary training is taught within the subject "Projects" of the fourth year. The training is structured through a theoretical explanation that includes classroom practice, where the student is able to identify the concepts that are handled. This training is complemented by a computerized practice in two sessions where a real case is solved, using a public database of prices and a market computer program where the budget information is dumped, with its units of work, its unitary prices and decomposed prices. The students form work groups of up to 4 people and among all give solution to the proposed exercise. To finish the training they must supply to their teacher a memo document for evaluation.

Keywords: budget; draft; training; engineering

Formación en la asignatura "Proyectos", apartado “presupuesto”

La sección “Presupuesto” tiene en un proyecto una importancia determinante. Todos los proyectos técnicos elaborados por ingenieros industriales deben contener dicho apartado. Por ello es necesario que el futuro ingeniero conozca los pasos para la elaboración del mismo y sus estudios deben aportarle dicha formación. Así, en el grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales de la ETSII de la Universidad Politécnica de Valencia se imparte la formación necesaria dentro de la asignatura “Proyectos” de cuarto curso. La formación se estructura mediante una explicación teórica que incluye práctica de aula, donde el alumno es capaz de identificar los conceptos que se manejan. Esta formación se complementa realizando una práctica informática en dos sesiones en donde se resuelve un caso real, utilizando una base de datos pública de precios y un programa informático de mercado donde se vuelca la información del presupuesto, con sus unidades de obra, sus precios unitarios y descompuestos. Los alumnos forman grupos de trabajo de hasta 4 personas y entre todos dan solución al ejercicio, entregando posteriormente una memoria para su evaluación.

Palabras clave: presupuesto; proyecto; formación; ingeniería



1. Introducción.

La asignatura de Proyectos de cuarto curso en el Grado de Ingeniería en Tecnologías Industriales (GITI) de la Universidad Politécnica de Valencia, tiene entre sus objetivos, tal y como se indica en su Guía Docente, el conocer las tipologías proyectuales más habituales en el ámbito industrial y la estructura documental en que se plasman sus entregables. Dentro la enseñanza de los documentos del proyecto se aborda particularmente el relativo a las mediciones y presupuesto.

Un proyecto técnico se compone de los siguientes documentos: memoria, cálculos, pliego de condiciones, planos y presupuesto incluyendo en éste también las mediciones. El presupuesto es un documento determinante ya que en él se desglosan todas las partidas económicas que van a intervenir y que previamente se han evaluado en el apartado Mediciones. Debe tener un grado de detalle suficiente para que el contratista pueda ejecutar la obra con las calidades proyectadas.

Los criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico y entre ellos el presupuesto se recogen en la norma UNE 157001:2014 (AENOR, 2014) aunque no son de obligado cumplimiento.

Siguiendo esas directrices generales la asignatura de Proyectos dedica 50 minutos de teoría para la explicación de los conceptos generales relativos al documento. Esta explicación se complementa con una práctica de aula del mismo tiempo en la que el alumno resuelve en grupo un ejercicio práctico. Se destinan 30 minutos a la resolución y 20 a la puesta en común. La enseñanza se complementa con una práctica informática de 6 horas dividida en dos sesiones de 3 horas donde se aborda un caso real más complejo. El alumno se distribuye en grupos de hasta cuatro personas y trabajan con una computadora personal (PC) conectada a Internet donde se les proporciona acceso a una base de datos de precios y a un software comercial para la elaboración de presupuestos. También disponen de herramientas ofimáticas para redactar la memoria y hacer los cálculos que precisen.

2. El documento presupuesto.

El presupuesto tiene como misión determinar el coste económico del objeto del proyecto en el momento en que se elabora el documento. Después los precios varían casi a diario y será necesario hacer un seguimiento de las variaciones durante la ejecución posterior. La división en partes del proceso constructivo permite estimar sus costes con las herramientas disponibles y la precisión necesaria (Montes, 2007).

Para elaborar un presupuesto es necesario dividir correctamente la ejecución del proyecto en unidades de obra. La unidad de obra es por tanto un concepto esencial. El alumno debe conocer y entender lo que significa una unidad de obra. Las unidades de obra se agrupan dentro del presupuesto en capítulos y subcapítulos relacionados por la tipología de trabajo y por su relación tradicional en el sector de la construcción como describe Jansa (1975). Aunque no hay un criterio definido para la agrupación, las divisiones se realizan en función de la naturaleza del trabajo que incorporan, por ejemplo: movimiento de tierras, estructura y en general cada una de las instalaciones que reúne el presupuesto, como la electricidad, fontanería y saneamiento, etc.

La unidad de obra engloba las actividades elementales en las que se descomponen los trabajos hasta un nivel de detalle suficiente para ser evaluados. Debe incluir la mano de obra necesaria, los materiales y la maquinaria o utillajes que se requieran. Además se agrega un porcentaje denominado "costes directos complementarios" en el que se engloban de forma

aproximada todos aquellos pequeños costes de difícil obtención o que su determinación resulta antieconómica, como por ejemplo, el gasto eléctrico de una determinada máquina.

La mano de obra, los materiales, la maquinaria y los costes directos complementarios conforman la descomposición económica de la unidad de obra, existiendo unos precios por unidad de magnitud en la que se mide la unidad de obra.

El precio obtenido así de la unidad de obra es un precio unitario. Para obtener el presupuesto se debe aplicar a la medición. La medición engloba la cantidad total de la magnitud apropiada que en la obra proyectada vamos a tener de una determinada unidad de obra. Normalmente se corresponde con unidades de peso, volumen, superficie o longitud que se obtienen de los planos del proyecto (Ramírez de Arellano, 2006) aplicando conocimientos básicos de geometría. El presupuesto de una actividad específica se obtiene por la multiplicación del valor de la unidad de obra por la medición.

El alumno tiene que llegar a esta asignatura con unos buenos conocimientos de geometría que le permitan calcular esas magnitudes. Igualmente es necesario conocer el sistema internacional de unidades teniendo soltura en la conversión entre múltiplos y submúltiplos.

3. Conceptos que intervienen en el documento.

La base de datos de precios nos proporciona precios unitarios para cada unidad de obra que aparece en el presupuesto. Cuantas más unidades de obra incluya, más completa será la base de datos y más operaciones podremos reseñar en el presupuesto. En la Comunidad Valenciana, el Instituto Valenciano de la Edificación (IVE) publica cada año una base de datos de precios dirigida al sector de la construcción (IVE, 2017). Se elabora en base a cuestionarios estadísticos entre los agentes sectoriales. Esta base de datos se encuentra accesible desde Internet en la dirección <http://www.five.es/basedatos/Visualizador/Base16/index.htm> y también se puede adquirir para incorporar a cualquier software comercial de elaboración de presupuestos. Los proyectos públicos que se licitan a través de los distintos organismos de la Generalidad Valenciana se nutren obligatoriamente de estos precios. Es por tanto una buena referencia y es la que se utiliza para el ejercicio de prácticas informáticas que realizarán los alumnos.

La unidad de obra en la base de datos nos proporciona los elementos descompuestos con sus unidades de medida por magnitud de unidad de obra, sus rendimientos y sus precios unitarios. De los datos proporcionados solo interesan las columnas rendimiento y precio pues los demás datos son calculados a partir de éstos. El presupuesto se construye trasladando a nuestro software los datos proporcionados por la base que figuran en dichas columnas.

Los elementos que componen la unidad de obra: mano de obra, maquinaria y materiales tienen un rendimiento intrínseco exclusivo de esa unidad. Ese rendimiento es función del tiempo en los dos primeros conceptos. Obviamente, no todas las personas realizan un mismo trabajo en el mismo tiempo, pero si analizamos la actividad, veremos que existe una distribución normal en los tiempos de ejecución, de la que podemos extraer una media y ese valor nos servirá para poder realizar el cálculo. No obstante, el valor del rendimiento de los trabajadores no se suele calcular estadísticamente porque viene dado en la propia base de datos de precios como luego veremos. El rendimiento del material lo determina el fabricante. Por ejemplo, el fabricante nos dirá cuántos litros de pintura se requieren para el pintado de un metro cuadrado de superficie. En términos generales también es un dato que se extrae de la base de datos de precios con la que trabajamos.

El rendimiento, aunque normalmente lo medimos introduciendo el tiempo en el denominador, en la unidad de obra siempre vamos a trabajar con el valor inverso, es decir, introduciendo el tiempo en el numerador. Lo hacemos así porque los valores unitarios de la mano de obra y de la maquinaria siempre se expresan en importe por hora. La mano de obra se paga a tanto

la hora y la maquinaria igualmente se paga a tanto la hora. En el caso de la maquinaria hay que explicar que siempre se tratará como si fuera un alquiler, puesto que aun siendo propia, la maquinaria tendrá un coste por hora (Urías, 2005). Por último, los materiales suelen tener rendimiento unitario aunque no siempre es así. En el caso del hormigón puede existir retracción y tener un rendimiento superior a la unidad. Por el contrario si el material fuera expansivo su rendimiento sería inferior a la unidad. De esta manera al multiplicar el rendimiento por el precio unitario obtenemos el coste de la mano de obra y de la maquinaria en la unidad de obra. En la Tabla 1 se observa cómo se aplican estos valores y cómo se cancela la unidad de tiempo o la unidad de material, quedando simplemente un coste en euros por magnitud de la unidad de obra.

En la base de datos de precios, todos los elementos que intervienen, tanto capítulos, subcapítulos, unidades de obra y descompuestos tienen una codificación. Esta codificación es única y como indica Valderrama (2007), debería ser un estándar para todas las bases de precios. Tiene utilidad cuando se trabaja con muchos datos y permite llegar con facilidad al concepto, sobre todo cuando se trabaja con un software de elaboración de presupuestos.

Tabla 1. Ejemplo de tratamiento de valores y unidades en un descompuesto de Unidad de Obra (UO) cuya magnitud es un volumen

| Concepto | Rendimiento | Precio unitario | Importe |
|--------------|---|---------------------------------|-------------------------------------|
| Mano de obra | X_1 hora/m ³ | Y_1 €/hora | $X_1 \cdot Y_1$ €/m ³ UO |
| Maquinaria | X_2 hora/m ³ | Y_2 €/hora | $X_2 \cdot Y_2$ €/m ³ UO |
| Materiales | X_3 m ³ material/m ³ UO | Y_3 €/m ³ material | $X_3 \cdot Y_3$ €/m ³ UO |

Nota: El contenido de la columna Importe es un valor calculado.

Otro de los conceptos a considerar es el relativo a los costes directos complementarios. Este añadido proviene de los pequeños costes asociados a la unidad de obra. Incluye costes de energía y pequeños materiales cuya evaluación no compensaría y que es preferible estimar. Permite también asumir pequeñas desviaciones. En todo caso siempre son costes asociados a la unidad de obra y por tanto directamente imputables a la misma.

Los costes indirectos por el contrario no se pueden imputar directamente la unidad de obra ya que son imputables a la obra en su conjunto. Son pequeños costes que genera la obra pero cuya medición resulta antieconómica. En general si el coste indirecto es medible, lo correcto es generar una nueva unidad de obra para esa fuente de coste, convirtiendo así el coste indirecto en directo.

Los costes directos en los que se incluyen todas las unidades de obra y los indirectos constituyen el Presupuesto de Ejecución Material de la obra que se conoce por sus siglas PEM. Básicamente es el coste que para la empresa constructora tendría la ejecución de la obra sin considerar el beneficio ni otros gastos estructurales de la empresa. No es por tanto un presupuesto de ejecución real.

Para que el presupuesto sea completo debemos añadir los costes estructurales de la empresa y su beneficio esperado. En este punto es necesario referirse al Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el *Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas* (BOE, 2001) en el Reino de España. En el artículo 131 del reglamento que por su interés se transcribe a continuación, se definen los conceptos de PEM, presupuesto base de licitación, gastos generales y beneficio industrial.

Artículo 131. Presupuesto de ejecución material y presupuesto base de licitación.

Se denominará presupuesto de ejecución material el resultado obtenido por la suma de los productos del número de cada unidad de obra por su precio unitario y de las partidas alzadas.

El presupuesto base de licitación se obtendrá incrementando el de ejecución material en los siguientes conceptos:

1. Gastos generales de estructura que inciden sobre el contrato, cifrados en los siguientes porcentajes aplicados sobre el presupuesto de ejecución material:
 - a. Del 13 al 17 por 100, a fijar por cada Departamento ministerial, a la vista de las circunstancias concurrentes, en concepto de gastos generales de la empresa, gastos financieros, cargas fiscales, Impuesto sobre el Valor Añadido excluido, tasas de la Administración legalmente establecidas, que inciden sobre el costo de las obras y demás derivados de las obligaciones del contrato. Se excluirán asimismo los impuestos que graven la renta de las personas físicas o jurídicas.
 - b. El 6 por 100 en concepto de beneficio industrial del contratista.

Estos porcentajes podrán ser modificados con carácter general por acuerdo de la Comisión Delegada del Gobierno para Asuntos Económicos cuando por variación de los supuestos actuales se considere necesario.

2. El Impuesto sobre el Valor Añadido que grave la ejecución de la obra, cuyo tipo se aplicará sobre la suma del presupuesto de ejecución material y los gastos generales de estructura reseñados en el apartado 1.

Estas definiciones que se publican en este reglamento son válidas para todos los contratos con las Administraciones Públicas. No obstante, también se trasladan de forma general al ámbito privado.

Esto quiere decir que la Administración Pública considera que los costes estructurales de una empresa constructora, es decir, todos aquellos que tienen que ver con sus servicios centrales, delegaciones, almacenes de maquinaria y materiales, vehículos y personal no adscrito a alguna obra en concreto, no deben superar el 13% del PEM en su imputación de contabilidad analítica sobre la obra pública que se está ejecutando (normalmente se toma el valor mínimo 13 % del intervalo que permite el reglamento).

El concepto de beneficio industrial constituye la ganancia que la empresa obtendrá por ejecutar la obra. En el caso de una obra pública se considera que esa ganancia debe ser un 6% del PEM. Si la empresa constructora desea obtener un beneficio mayor, deberá reducir internamente sus gastos generales por debajo del 13% o actuar sobre las unidades de obra para rebajar tiempos, mano de obra o costes de materiales).

A continuación solo resta añadir el impuesto sobre el valor añadido (IVA) que en el momento de la redacción de este escrito supone un 21%. El IVA se añade sobre la suma del PEM más los gastos generales y el beneficio industrial. El valor que se obtiene es lo que el mencionado Artículo 131 ha definido como presupuesto base de licitación.

Figura 1. Ejemplo de unidad de obra extraído de base de datos del IVE 2016 (IVE, 2017)

Base de Precios IVE 2016 Ambito: Valencia

► .Raiz ► EC Cimientos y elementos de contención ► ECH Hormigones, armados y encofrados ► ECHH Suministro y vertido hormigón ► ECHH.3\$ Suministro y vertido de hormigón p/zapatas y riostras

Suministro y vertido de hormigón p/zapatas y riostras

| HORMIGÓN | RESISTENCIA (N/mm2) | TAMAÑO MAX (mm) | CONSISTENCIA | AMBIENTE | EXPOSICIÓN | VERTIDO |
|---|-------------------------------------|-------------------------------------|---|--------------------------------------|-------------------------------------|---|
| a <input type="radio"/> masa | <input type="radio"/> 20 | <input type="radio"/> 40 | <input checked="" type="radio"/> plástica | <input type="radio"/> I | <input checked="" type="radio"/> s/ | <input checked="" type="radio"/> camión |
| b <input checked="" type="radio"/> armado | <input checked="" type="radio"/> 25 | <input checked="" type="radio"/> 20 | <input type="radio"/> blanda | <input checked="" type="radio"/> IIa | <input type="radio"/> Qa | <input type="radio"/> cubilote |
| c <input type="radio"/> 30 | <input type="radio"/> 12 | <input type="radio"/> fluida | <input type="radio"/> IIb | <input type="radio"/> Qb | <input type="radio"/> bomba | |
| d <input type="radio"/> 35 | | | <input type="radio"/> IIIa | <input type="radio"/> Qc | | |
| e <input type="radio"/> 40 | | | <input type="radio"/> IIIb | | | |
| f | | | <input type="radio"/> IIIc | | | |
| g | | | <input type="radio"/> IV | | | |

armado
 25
 20
 plástica
 IIa
 s/
 camión

ECHH.3bbbabaa - m3 - Suministro y vertido HA-25/P/20/IIa p/zapatas-riostras 77,33

Suministro y vertido de hormigón HA-25/P/20/IIa preparado en central para hormigonado de zapatas, vigas centradoras y riostras, incluido el vertido directo desde camión, vibrado y curado del hormigón según EHE-08, DB SE-C del CTE y NTE-CS.

| Código | U.M. | Descripción | Rdto. | Precio | Importe |
|------------|------|----------------------------------|-------|--------|---------|
| MOOA.8a | h | Oficial 1ª construcción | 0,100 | 17,74 | 1,77 |
| MOOA11a | h | Peón especializado construcción | 0,400 | 15,41 | 6,16 |
| MMMH.5c | h | Vibrador gasolina aguja ø30-50mm | 0,070 | 1,42 | 0,10 |
| PBPC.3abaa | m3 | H 25 plástica TM 20 IIa | 1,050 | 64,55 | 67,78 |
| % | | Costes Directos Complementarios | 0,020 | 75,81 | 1,52 |

4. Ejercicio de aplicación.

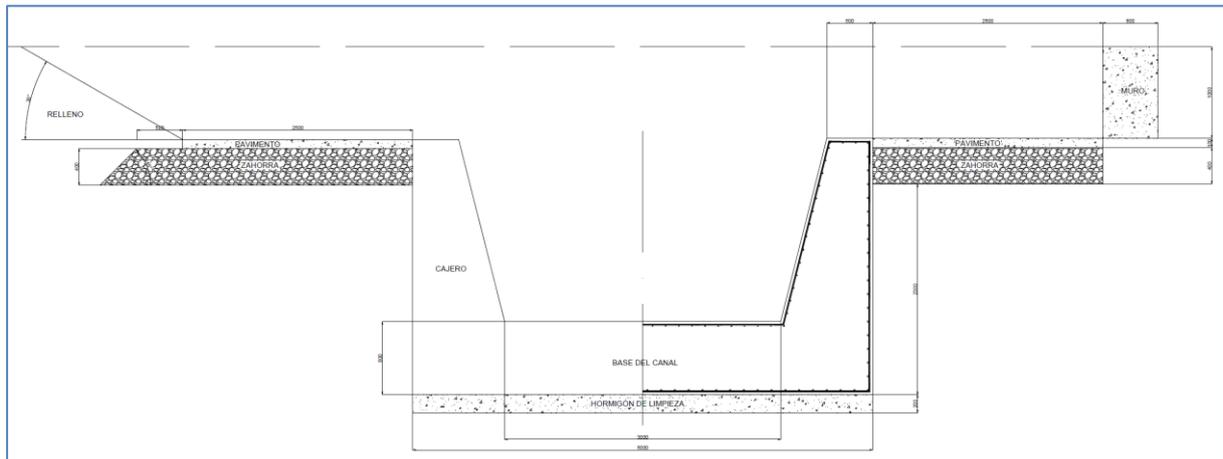
La enseñanza de esta materia se ha diseñado como se explica a continuación. El alumno recibe en clase la formación teórica necesaria para conocer cómo se realiza un presupuesto de un proyecto y manejar los conceptos que se utilizan como los rendimientos y los precios unitarios. El alumno dispone de un libro de la asignatura donde puede seguir las explicaciones del profesor. A continuación se realiza en clase un ejercicio con la idea de afianzar los conceptos y entender su aplicación práctica.

Posteriormente el alumno acude a una práctica informática de 6 horas de duración dividida en dos sesiones de tres horas. El enunciado del ejercicio que se va a realizar en la práctica se ha dejado en la Intranet de la asignatura para que el alumno pueda disponer de él de forma anticipada. El enunciado del ejercicio se compone de un texto con todas las explicaciones necesarias para poder realizar la práctica seleccionando de la base de datos las unidades de obra necesarias. Las explicaciones son guiadas para evitar en la medida de lo posible la dispersión en los resultados. También se les facilita un plano acotado de la obra a ejecutar para que puedan tomar las mediciones. En la primera sesión los alumnos se distribuyen por grupos de hasta cuatro personas. El ejercicio se varía ligeramente para que cada grupo obtenga resultados distintos. Así, se deja parametrizada una de las cotas de la obra y a cada grupo se le asigna un número que le permita definir el dato paramétrico. Por ejemplo, uno de los ejercicios que se ha manejado es la elaboración del presupuesto de un encauzamiento de hormigón (Figura 2). La longitud del encauzamiento se varía en función del número de grupo asignado. De esta forma cada grupo realiza un ejercicio diferente y se evita la interferencia de unos grupos con otros.

Al inicio de la práctica el profesor recuerda los conceptos que se van a manejar. Después se asegura de que todos los alumnos disponen del enunciado del ejercicio. El profesor les

muestra la base de datos sobre la que trabajar y les enseña a configurar y manejar el software de apoyo. En el tiempo restante, los alumnos se deben preocupar de obtener todas las mediciones necesarias. Pueden hacer las mediciones a mano o apoyándose en una hoja de cálculo. El software también dispone de una herramienta de apoyo en el cálculo de mediciones que se puede utilizar. Para la obtención de las mediciones no necesitan la base de datos.

Figura 2. Ejemplo de ejercicio práctico de presupuesto a resolver mediante la práctica.



En el ejercicio informático que se propone, se utiliza el software de presupuestos Menfis (Professional Software, 2010) de la marca comercial Prosoft. Se trata de un software para ordenadores con sistema operativo de Microsoft. Esta mercantil además colabora con el IVE, entidad de carácter público que se ha mencionado anteriormente, y utiliza los mismos iconos y estructura de datos lo que simplifica el entorno de trabajo. La versión demo del software permite la inclusión de hasta 100 conceptos. Esta limitación es generosa y permite la realización del ejercicio propuesto. Los alumnos pueden trabajar en casa con esa versión. Se les proporciona también en el enunciado, un enlace para descargarla. El programa dispone en su web de vídeo tutoriales para su manejo y dispone de un canal oficial de YouTube (<https://www.youtube.com/user/prosoft1987>) con otros vídeos formativos.

Como alternativa se puede utilizar el software Arquímedes (CYPE, n.d.) que dispone de una versión para uso en horario no laboral y por tanto accesible para estudiantes. Esta herramienta también dispone de un manual "online" al que se puede acceder de modo completamente gratuito.

Durante la segunda sesión de la práctica el alumno debe utilizar en primer lugar la base de datos facilitada. De la base de datos debe obtener las unidades de obra que son necesarias para la realización de la obra. Se trata de una obra pequeña pero real. Cada una de las operaciones se refleja en una unidad de obra. Para ajustarnos al tiempo, el número de unidades de obra no debe ser superior a 15. El alumno conoce la cifra de unidades de obra totales y el enunciado proporciona indicaciones en cada operación para evitar que el alumno se equivoque.

Figura 3. Ejemplo de utilización del programa Menfis en el ejercicio para el cálculo del presupuesto

| Tipo | Código | Resumen | Precio | Rendimiento | Importe | % | Info |
|------|-----------|-----------------------------------|--------|-------------|---------|--------|------|
| | MOOA.8a | Oficial 1ª construcción | 17,74 | 0,230 | 4,08 | 4.4 % | |
| | MOOA12a | Peón ordinario construcción | 14,82 | 0,460 | 6,82 | 7.4 % | |
| | MOOA10a | Ayudante construcción | 15,41 | 0,460 | 7,09 | 7.7 % | |
| | MMMG13a | Camion grua 6T | 44,69 | 0,130 | 5,81 | 6.3 % | |
| | MMMH.5c | Vibrador gasolina aguja ø30-50mm | 1,42 | 0,100 | 0,14 | 0.2 % | |
| | PBPC15cba | Hormigón de limpieza HM-20/P/20/I | 57,95 | 1,150 | 66,64 | 72.1 % | |
| % | % | Costes Directos Complementarios | 90,58 | 0,020 | 1,81 | 2.0 % | |

Las operaciones tienen que ver con obra civil y en la mayoría de los casos el alumno no conoce el vocabulario técnico lo que le supone un esfuerzo adicional. Sí tienen cierta información previa que han adquirido. En segundo curso tienen una asignatura obligatoria de Ciencia de Materiales, en tercero tienen Estructuras y es cuarto curso donde cursan Tecnología de la Construcción. El trabajo del profesor va dirigido a explicar las operaciones que se realizan para mantener el ritmo de trabajo.

Los alumnos van introduciendo los conceptos en el programa (Figura 3). Lo pueden hacer con más facilidad si se dispone de dicha base en un archivo general de intercambio. El formato de intercambio estándar de bases de datos de construcción, abreviado como FIEBDC, es el formato estándar que han adoptado tanto los creadores de bases de datos de construcción como los de los programas de mediciones y presupuestos para compartir datos entre los distintos programas y de esta forma tener interoperabilidad entre los usuarios que elijan distintas opciones. Las especificaciones del formato FIEBDC se encuentra en la web: <http://www.fiebdc.org>.

Al usar un software de presupuestos, una vez introducido un concepto (un material, una mano de obra o maquinaria) con su código, texto y precio para una unidad de obra, cuando vuelva a aparecer en otra unidad de obra bastará introducir el código para que el concepto sea reconocido. Si un concepto cambia de precio, lo hará en todas las unidades de obra en las que ese concepto aparezca.

5. La evaluación de la práctica.

La asignatura de proyectos se refuerza con cuatro prácticas informáticas. Las prácticas informáticas tienen un peso conjunto del 20% de la calificación final de la asignatura. En particular, la práctica informática asociada al tema Presupuestos en la asignatura de proyectos tiene un peso del 8% de la nota final pues al distribuirse en dos sesiones y teniendo mayor

contenido, el peso ponderado resulta el doble que el resto de las prácticas que se resuelven en una única sesión.

Las prácticas de aula también se evalúan y tienen un peso conjunto del 6% de la calificación final de la asignatura. El resto de la nota proviene de los exámenes donde se evalúa tanto la teoría como la práctica mediante la resolución de cuestiones o problemas.

Aparte de que se pueda evaluar el conocimiento de la presupuestación en el examen de la asignatura, ésta no es comparable a la elaboración de una práctica de seis horas. La elaboración de la práctica le va a aportar al alumno un conocimiento mejorado y una destreza que no es posible ofrecer en una clase de teoría. El hecho de saber que la práctica lleva aparejada una evaluación, estimula el esfuerzo del alumno para demostrar unos mejores resultados.

El alumno presenta una memoria con el trabajo realizado. Se evalúa el acierto en la selección de las unidades de obra en la base de datos. Se evalúa el resultado obtenido en el apartado mediciones y la aplicación del coste de unidad de obra a la medición. Para facilitar el trabajo de corrección se les entrega una hoja de cálculo protegida donde el grupo incluye sus datos, los códigos de unidad de obra, las mediciones y los presupuestos.

La asignatura Proyectos de GITI pertenece a la materia "PRODUCCIÓN INDUSTRIAL, PROYECTOS Y MEDIO AMBIENTE" y dado que las competencias que adquieren los alumnos se definen por Materia, las tablas siguientes (Tabla 2 y Tabla 3) incorporan las competencias específicas y transversales para dicha materia. En la última columna de ambas tablas se describe el nivel de desarrollo que para cada una de las competencias, tanto específicas como transversales, se desarrolla con la realización de esta práctica.

Tabla 2. Competencias Específicas de la Materia PRODUCCIÓN INDUSTRIAL, PROYECTOS Y MEDIO AMBIENTE

| Competencia | ¿Se trabaja en la asignatura proyectos? | Nivel de desarrollo con la práctica de presupuestos |
|--|---|---|
| Conocimientos y capacidades para gestionar proyectos. Conocer la estructura organizativa y las funciones de una oficina de proyectos. | SÍ | Medio |
| Transmitir conocimientos, habilidades, destrezas, procedimientos, resultados, opiniones o informes técnicos de forma efectiva en el ámbito de las tecnologías industriales a un público tanto especializado como no especializado. | SÍ | Alto |
| Asesorar y realizar actividades que impliquen la realización de cálculos, estudios, informes, planes de actuación y otros trabajos análogos en el ámbito industrial. | SÍ | Alto |
| Analizar los procesos, equipos, instalaciones y servicios objeto de estudio en el ámbito industrial, manejando la documentación técnica y reglamentaciones necesarias. | SÍ | Alto |
| Aplicar la legislación necesaria en el ámbito de las tecnologías Industriales, teniendo en cuenta los reglamentos y normas de obligado cumplimiento. | SÍ | Medio |

| Competencia | ¿Se trabaja en la asignatura proyectos? | Nivel de desarrollo con la práctica de presupuestos |
|---|---|---|
| Tomar decisiones y razonar de forma crítica. | Sí | Alto |
| Desarrollar la creatividad. | Sí | Medio |
| Gestionar la información procedente de diversas fuentes y, en su caso, las herramientas informáticas de búsqueda y clasificación de recursos bibliográficos o de información mono o multimedia. | Sí | Alto |
| Comprender la responsabilidad ética que es necesario tener en cuenta en el desarrollo de la actividad profesional. | Sí | Bajo |

Tabla 3. Competencias transversales de la Materia PRODUCCIÓN INDUSTRIAL, PROYECTOS Y MEDIO AMBIENTE

| Competencia | ¿Se trabaja en la asignatura proyectos? | Nivel de desarrollo con la práctica de presupuestos |
|--|---|---|
| (02) Aplicación y pensamiento práctico | Sí | Alto |
| (05) Diseño y proyecto | Sí | Alto |
| (07) Responsabilidad ética, medioambiental y profesional | Sí | Bajo |
| (12) Planificación y gestión del tiempo | Sí | Medio |
| (13) Instrumental específica | Sí | Alto |

6. Conclusiones

La formación en materia de presupuestos para proyectos de ingeniería o arquitectura requiere enfrentarse a casos reales porque son los que se van a presentar en la vida profesional del alumno. Esto se logra mediante prácticas con ejercicios que engloben unidades de obra.

El manejar presupuestos reales permite también al alumno comprender parte importante de la labor del ingeniero industrial y reconocer órdenes de magnitud que son imprescindibles en la detección de posibles errores.

El conocimiento de la geometría resulta indispensable para el cálculo de las mediciones. Los alumnos se deben enfrentar al cálculo de superficies y volúmenes que no son regulares y que deben obtener de forma rápida y sencilla. La práctica refuerza y asienta sus conocimientos previos y les da utilidad.

El alumno debe comprender perfectamente el concepto de unidad de obra y cómo ésta se descompone. Debe saber dividir el trabajo en unidades medibles. El proceso atomizador del presupuesto se refuerza mediante el uso de bases de datos reales con precios reales tal y como se hace en las oficinas de ingeniería y en los departamentos de estudios de las empresas constructoras.

El conocimiento de una herramienta informática de presupuestos que incluye la agregación sistemática de unidades de obra les permitirá enfrentarse a presupuestos de mayor envergadura como los que seguramente encontraran en su futura vida profesional. Supone también una ventaja formativa que les facilitará la incorporación al mundo laboral.

Con la metodología de enseñanza aquí descrita en el ámbito particular del documento presupuesto se da cumplimiento a los objetivos establecidos en la Guía Docente de la asignatura y se contribuye en buena medida a alcanzar las competencias previstas en la materia.

7. Referencias bibliográficas.

- CYPE Ingenieros, S.A. (n.d.). Arquímedes. El programa versátil para presupuestos y mediciones. [Internet]. [consultado 14 abril 2017.]. Disponible en <http://arquimedes.cype.es/>
- BOE, (2001). España. Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas. Boletín Oficial del Estado, 26 de octubre de 2011, núm. 257, pp. 39252-39371.
- IVE (2017). Base de precios 2016 [Internet]. [consultado 14 abril 2017.] Disponible en: <http://www.five.es/basedatos/Visualizador/Base16/index.htm>
- Jansa, J.M. (1975). Cómo presupuestar una obra: costes, rentabilidad, planificación... Editores Técnicos Asociados. Barcelona.
- Montes M.V. (2007). Nuevo modelo de presupuestación de obras basado en procesos productivos. Tesis doctoral no publicada. Universidad de Sevilla, Sevilla, España.
- Professional Software S.A. (2010). Menfis 8.1.12. Help documentation.
- Ramírez de Arellano, F. (2006). Presupuestación de Obras. Universidad de Sevilla. Sevilla.
- AENOR (2014). UNE 157001:2014. Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico.
- Urías L.A. (2005). Rendimiento en la Construcción. Edificación. Editorial Uni-Son. Universidad de Sonora. México.
- Valderrama F. (2007). Mediciones y presupuestos: y otros A4 del proyecto según el CTE. P. 93. Editorial Reverté.