

## **El trabajo en equipo, como estimulador del aprendizaje en la asignatura de calidad. Ejemplo de ejecución de una zapata de hormigón armado**

**Juan María Espinosa Pascual, Ricardo del Olmo Martínez, M<sup>a</sup> del Rosario González Dieste, Miguel A. Camino López y Rosa Sánchez Saíz**

Área de Organización de Empresas. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Burgos. Calle Villadiego s/n (Milanera), 09001 Burgos. jespinos@ubu.es, rdelolmo@ubu.es, mrgonzalez@ubu.es, macamino@ubu.es, rsanchez@ubu.es

**Palabras clave:** calidad, construcción, motivación, aprendizaje

### **1. Introducción**

Esta comunicación sólo desea, sin querer ser pretenciosa, exponer los resultados que se obtienen con una asignatura optativa, es decir, sin excesivo peso dentro del plan de estudios.

Consideramos que los conocimientos relativos a la Calidad – y sobre todo en una carrera técnica y de construcción – son difíciles de transmitir por parte del profesor y, por parte del alumno no son fáciles de asimilar, ya que en sí el concepto, puede hacer referencia a todo por el hecho también en sí, de ser una filosofía.

La dificultad de la que hablamos nos lleva a explicar la calidad del producto a través de la calidad de la gestión, por tanto, si gestionamos (administramos – planificamos, organizamos, ejecutamos, controlamos – más mejoramos(1)) correctamente las actividades de la empresa obtenemos directa o indirectamente la calidad de producto deseada.

### **2. Condiciones para el desarrollo del trabajo en equipo**

En nuestro caso, pensamos que un buen método de evaluación de los alumnos además del examen, es el trabajo en grupo, muy propio de la asignatura. Dicho trabajo en grupo tiene los siguientes requisitos:

- Se propone una unidad de obra.
- La nota es igual para todos los componentes del grupo.
- El grupo puede expulsar a algún componente si lo considera necesario
- Tiene que haber una exposición oral en clase
- Se entrega en formato de disco y papel, etc.
- Se recopilan todos los trabajos en un CD.
- Parte de la nota la ponen el resto de compañeros.

### **3. Aspectos evaluados en el trabajo**

No cabe duda que los aspectos a evaluar son más formales que los contenidos, es decir, durante la exposición en clase del trabajo, el alumno debe de vender su labor, por tanto, una clara exposición, un buen formato en las transparencias (o power), las fotografías y las

maquetas ayudan más que el contenido. Al no ser la asignatura de Gestión de Calidad una materia técnica de construcción, los contenidos técnicos del trabajo, no tienen porque ser sumamente valorados

El resumen del trabajo, debe proporcionar un procedimiento de la unidad de obra tratada. De hecho todos los trabajos deben mantener el mismo guión:

- 1.- Objeto. En este punto se define la unidad de obra.
- 2.- Alcance. Individualización de la unidad de obra, en cuanto a tamaño, dimensiones, materiales, etc; para la obra.
- 3.- Método. En este apartado se deben comentar los pasos a realizar para la ejecución de la unidad de obra. Además se tienen que describir los recursos materiales, humanos y herramientas y/o maquinaria necesarios. Por último se deben contemplar los controles a realizar en cada uno de los pasos con la frecuencia o veces a realizar los controles y con los criterios de aceptación y de rechazo.

En este apartado también los alumnos pueden aportar problemas, desviaciones o patologías que pueden producirse durante y en momentos posteriores a la ejecución de la unidad de obra.

- 4.- Gantt. Una vez definido el alcance y el método el alumno debe planificar la unidad de obra. El alcance influye en el tiempo de elaboración de la unidad de obra, no es lo mismo realizar un pilar que 20 pilares. De otra parte el método, proporciona al alumno el tiempo y solapamiento o no, de los diversos pasos y controles que debe llevar a cabo para ejecutar la unidad de obra.
- 5.- Otro aspecto que se le señala al alumno es la búsqueda de indicadores de gestión de la unidad de obra. Ya que lo que se pretende, sin conseguirlo, es la posible relación que pueda haber entre ellos.
- 6.- El último punto, como es habitual, es que indiquen la bibliografía o las fuentes, de dónde han obtenido la información. Incluyendo las visitas a obra si no existe problemas de confiabilidad.

#### **4. Aplicación: Ejecución de una zapata de hormigón armado**

Desarrollamos este punto, a través de varios trabajos, realizados por los alumnos matriculados en la asignatura de Gestión de Calidad de 3º de A.T. de la E.P.S de Burgos en el curso 2003-2004.

##### **4.1. Objeto**

Existen varios tipos de cimentaciones clasificadas de la siguiente manera:

1. PROFUNDAS:
  - Pilotes
2. SUPERFICIALES:

- Losa
- Zapatas

El tipo de cimentación que hemos escogido para estudiar es el de **zapatas**.

Una zapata es un elemento estructural de cimentación con la función de transmitir cargas del edificio al terreno.

La volumetría de la zapata puede ser variada pero básicamente consiste en un bloque de forma cúbica de hormigón en masa con tan solo armado inferior para evitar las flexiones.

La zapata tiene empotrado el pilar de la planta formando un nudo semirígido.

Según la posición del eje del pilar respecto al centro de gravedad de la superficie de la zapata estas se pueden clasificar en:

- Zapatas centradas: Son aquellas en las cuales el eje del pilar coincide con el centro de gravedad de la zapata.
- Zapatas de medianería: Aparecen cuando se disponen soportes en las lindes del terreno donde se va a construir el edificio.
- Zapatas de esquina: Este tipo de zapatas aparecen en los edificios, bien en las esquinas en que concurren dos medianerías o también donde concurre una medianería y una fachada en límite de vía pública.

## 4.2. Alcance

Como ejemplo: zapata aislada encargada de transmitir al terreno la carga de un Molino o Aerogenerador Eólico. Para ello hemos tomado datos reales de un Parque Eólico situado en el término municipal de la Localidad Burgalesa de Villamiel y Villaruelo.

Estas zapatas tienen una base de 110 metros cuadrados y una altura mínima de 2.35 metros. Los Molinos que sustentan pueden llegar a tener una altura de más de 100 m.

### 4.2.1. Normativa aplicable

- ♦ Antigüedad - vigencia:
  - Instrucción del hormigón estructural – EHE.
  - Aprobada por el Real Decreto 2661/1998 de 11 de Diciembre.
  - Entró en vigor por el Real Decreto el 1 de Julio de 1.999
- ♦ Revisiones:
  - Primera Edición Diciembre 1.998
  - Segunda Edición Enero 1.999
- ♦ Comentarios:
  - La primera instrucción fue aprobada el 3 de Febrero de 1.939.
  - Esta instrucción se fue actualizando en años posteriores, siendo sustituida por otras sobre el mismo tema.

A la entrada en vigor de este Real Decreto quedan derogados :

- ◆ El Real Decreto 824/1988, de 15 de Julio, por el que se aprueba la “Instrucción para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón en masa o armado (EH-88)”.

### **Normas orientativas (Cumplimiento No Obligatorio)**

- ◆ Antigüedad - vigencia
  - Norma tecnológica de la edificación NTE –CS2.
  - Cimentaciones superficiales – zapatas. Orden del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, 4 de Diciembre de 1.986 B.O.E. 16 de Diciembre de 1.986.
- ◆ Revisiones
  - Desde 1.986 ha habido 8 publicaciones.
  - Última revisión en 1.996
- ◆ Comentarios
  - Las soluciones de esta NTE se han obtenido según las hipótesis de la EH – 82 en lo concerniente al hormigón y según los criterios de la MV-101, en lo referente al suelo.
  - La Norma Tecnológica de la edificación anterior a esta es la NTE-CSC. Cimentaciones. Superficiales. Corridas.
  - Orden del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo de 4 de Octubre de 1.984, B.O.E. de 15 de Octubre de 1.984.
  - El Real Decreto 1039/1.991, de 20 de Junio, por el que se aprueba la “ Instrucción para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón en masa o armado (EH-91).
  - El Real Decreto 805/1.993, de 28 Mayo, por el que se aprueba la “Instrucción para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón pretensado (EP-93).

### **4.3. Método. Actividades a desarrollar en la unidad de obra.**

#### *1.- Estudio geotécnico*

Estudio de las condiciones del terreno en las cuales se nos especifican las características físicas y químicas del terreno enfocadas a definir el tipo de cimentación y las características del hormigón a emplear indicando la necesidad de aditivos.

El estudio geotécnico contempla:

- a.- Visitas de campo
- b.- Calicatas
- c.- Sondeos
- d.- Ensayos in situ (determinan la dureza y deformación del terreno)
- e.- Ensayos en laboratorio (plasticidad, granulometría, densidad, humedad, etc.)

## *2.- Accesos*

Se preparan los accesos a obra una vez que se determina su ejecución.

## *3.- Desbroce del terreno*

Con medios mecánicos, incluso carga y transporte a vertedero de las materias obtenidas.

## *4.- Replanteo*

El replanteo nos sirve para marcar, con cal, sobre el terreno donde deberían ir colocadas las zapatas para después proceder a la excavación.

El replanteo se debe realizar con ayuda de unas camillas, unas cuerdas, unas puntas y la cal ya mencionada. Las camillas, las puntas y las cuerdas nos señalan la posición de la zapata y de los pilares que llevarían dichas zapatas.

## *5.- Excavación*

Se realizará de forma que no altere las características mecánicas del suelo. Una vez alcanzado el firme elegido y antes de hormigonar, se nivelará y limpiará el fondo.

La terminación de la excavación en el fondo y paredes del pozo zanja, se realizará inmediatamente antes de hormigonar.

En caso contrario se dejará la cota provisional del fondo 15 cm por encima de la definitiva para la cimentación, hasta el momento en que se vaya a hormigonar.

Si tenemos zapatas a diferente nivel, ésta se realizará de forma que no se produzca deslizamiento de las tierras entre los dos niveles. Si existen edificaciones próximas, se podrá excavar sin necesidad de precauciones especiales según el tipo de terreno I o II.

## *6.- Encofrar*

Normalmente no será necesario encofrar la zapatas, ya que el terreno sirve directamente de encofrado. Se encofrará cuando el terreno no aguante y se desmorone, en ese caso se hará una excavación más grande con el fin de que el operario pueda realizar el encofrado directamente. La primera operación es realizar el replanteo del pilar, para que coincida con el centro del cimiento; se utilizarán costeros colocados en forma de aspa, para no tener que cortarlos y puedan ser reutilizados. Conviene sujetar los arranques del pilar, para que no se desplacen durante el vertido y el vibrado del hormigón, para lo cual se colocarán dos tablonces encima de los costeros coincidiendo con dos caras contiguas del pilar, a los cuales se amarrarán los arranques del pilar.

## *7.- Hormigón de limpieza*

El hormigón de limpieza, también denominado pobre, es un hormigón en masa de resistencia media (HM-120, HM-150), que se utiliza en cimentación para aislar o impermeabilizar a la cimentación; bien sea a base de zapatas, losas, etc; del terreno destinado al contacto con la misma.

Con esta separación del terreno con la cimentación, conseguimos evitar el contacto entre los dos elementos que podrían dar lugar a lesiones en la cimentación como una corrosión en las armaduras o una penetración de impurezas del terreno, produciendo fisuras y grietas en el hormigón armado.

Para conseguir esta impermeabilización, se dispondrá una capa de 10 a 15 cms del hormigón en masa en el fondo de la zanja o excavación de la cimentación. Es por ello por lo que se excava siempre 15 cms más de la verdadera profundidad de la cimentación.

Cuidaremos de verter el hormigón en masa sobre la zanja nada más excavada ésta, impidiendo que por el paso de los días, ésta se vea modificada por los desprendimientos de las paredes.

Cuidaremos también que una vez hormigonado, la superficie de piso quede en un plano totalmente horizontal, para evitar que las dimensiones de las caras de la cimentación se vean modificadas, y ésta pierda efectos sobre las futuras cargas que van a estar aplicadas a ella.

#### *8.- Armadura*

Se colocarán encima de unos separadores, piedras que pesen y que no sean porosas. Su colocación, doblado diámetro, separación de barras, longitudes de anclaje y solape, etc... se realizará según las indicaciones de la norma EHE.

Recomendaciones:

a.- Las armaduras de las zapatas se colocarán y se atarán antes de su colocación, bien en taller o en la obra, dependiendo del tamaño y posibilidad del transporte.

b.- Salvo indicación específica en los planos, la armadura del emparrillado de zapatas correspondiente a la longitud más larga en planta se colocará debajo.

c.- Se colocarán tres estribos en la armadura de espera del pilar, que aunque no son necesarios para impedir el pandeo del pilar, ya impedido por el hormigón, tienen como misión rigidizar la armadura de espera para mantenerla vertical y en su posición durante el hormigonado de la zapata. En el caso de zapatas de medianería y esquina estos estribos si que tienen la misión de impedir el pandeo de las armaduras y deben de ser del mismo diámetro y mantener la misma separación que el resto del pilar.

d.- La posición y verticalidad de las esperas (sobre todo cuando son de gran longitud o incluyen un tramo del pilar), deberán ser garantizadas.

#### *9.- Hormigonado*

Deberá ser uniforme, sin que tenga juntas. No se tirará el hormigón desde una altura superior a un metro. La puesta en obra, vertido compactación y curado del hormigón se hará según las indicaciones de la EHE.

#### *10- Vibrado*

La función del vibrado es la de reducir las coqueas y conseguir que el hormigón asiente llegando a los lugares con mayor dificultad a la hora de acceder a ellos.

## 11.- Curado y secado

Durante el fraguado y primer periodo del endurecimiento del hormigón deberá asegurarse el mantenimiento de la humedad del mismo mediante un adecuado curado. Este se prolongará durante el plazo necesario en función del tipo y clase de cemento, de la temperatura y grado de humedad de ambiente, etc. El curado podrá realizarse manteniendo húmedas la superficie de elementos de hormigón mediante riego directo que no produzca deslavado. Este podrá sustituirse por la protección de las superficies con recubrimientos plásticos u otros tratamientos adecuados.

En caso de una zapata encofrada, habrá que desencofrar, compactar, rellenar y apisonar esta.

### CONTROLES DEL TERRENO DE CIMENTACION

<b>CONTROLES A REALIZAR</b>	<b>NUMERO DE CONTROLES Y FORMA</b>	<b>CONDICIONES DE RECHAZO</b>
Contraste de terrenos atravesados.	Uno por cada 10 zapatas. Visual.	No coincidentes en descripción y potencia con lo previsto.
Grado de compacidad del fondo.	Uno por cada 10 zapatas. Ensayos.	Suelos arenosos: Índice de compacidad < 0,5. Suelos arcillosos: $\gamma < 95\% \gamma$ proctor.
Inexistencia de nivel freático.	Uno por cada zapata. Visual.	En caso de existir y no estar prevista.
Inexistencia de defectos (cavernas, fallas, etc.)	Una por cada zapata, clavando varilla metálica, hasta profundidad igual al lado menor.	En caso de existir cualquier tipo de defecto (caverna, falla, etcétera).
Nivelación y ligera compactación del fondo.	Uno por cada 10 zapatas. Visual.	Desniveles superiores al 2%, o no haber afirmado el fondo mediante compactación.
Resistencia del firme.	Uno por cada zapata. Penetrómetro de bolsillo.	Inferior al 95% de la prevista.
Resistencia. de la pared si existen esfuerzos horizontales.	Uno por cada zapata. Penetrómetro de bolsillo.	Inferior al 95% de la prevista.
Cargas y asientos admisibles.	Uno por cada 5.000 m <sup>2</sup> . Ensayo de placa de carga.	Menores y mayores en un 10%, respectivamente, de los especificados en proyecto.

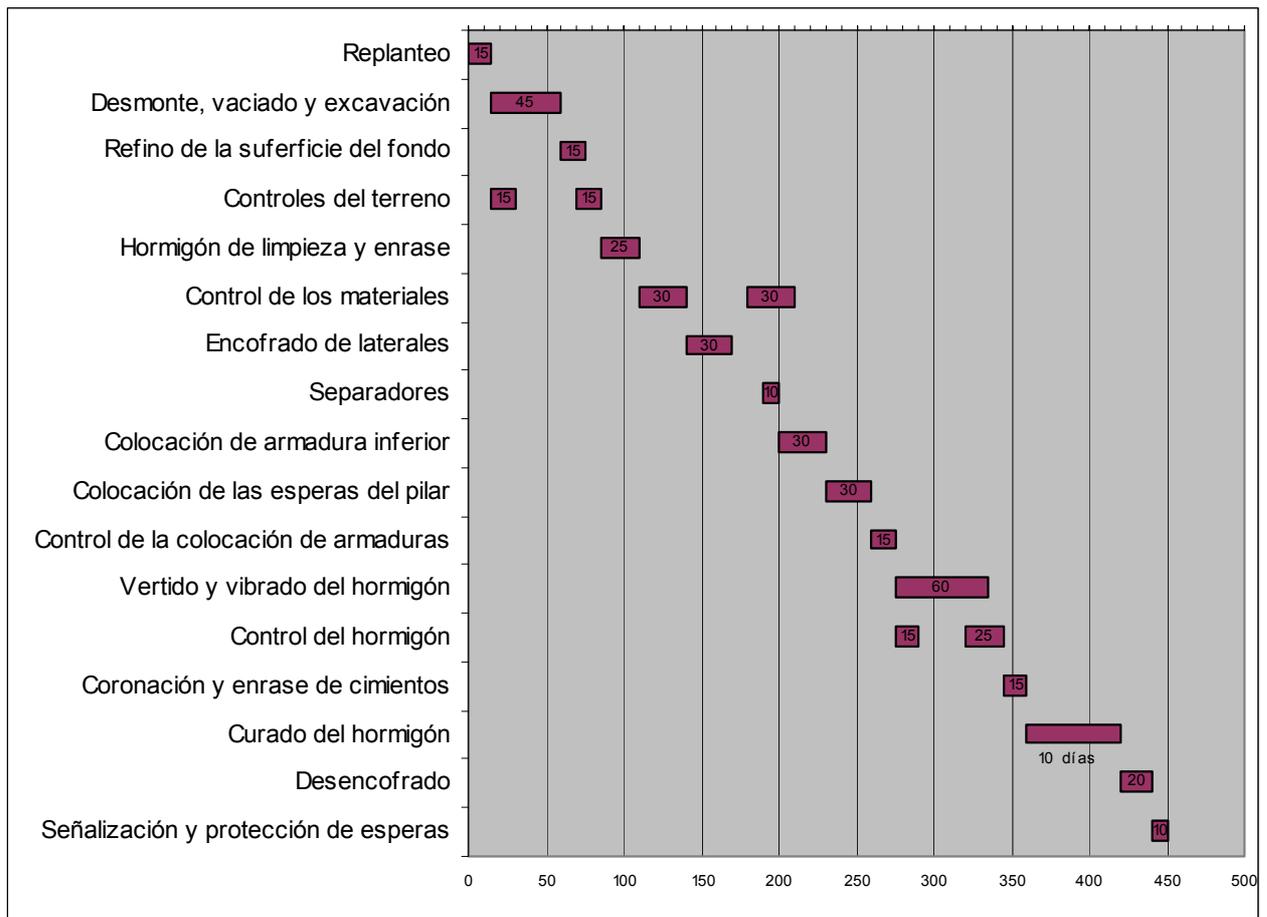
## CONTROLES DE LOS MATERIALES

Resistencias mecánicas del hormigón y del hierro.	Ensayos con probetas de hormigón y de hierro, según Instrucción.	No correctos.
Armaduras (tipo, estado, etcétera).	Uno en general. Control visual y comprobación de medidas.	Tipos diferentes de los especificados y estado defectuoso
Tipo de cemento (importante en terrenos agresivos).	Uno en general.	Distinto del especificado.

## CONTROLES DE LA EJECUCIÓN

Replanteo.	Comprobación de cotas entre ejes de zapatas contiguas.	Desviación del 2% del ancho de la zapata.
Excavación colindante a medianerías.	Uno por zapata colindante.	Si no se entiba la excavación, y se recalza debidamente la cimentación medianera.
Dimensiones.	Uno cada cinco zapatas. Medidas.	Errores superiores a 2% de las especificaciones en proyecto (según NTE 2,5 0/00).
Cota de fondo.	Uno cada cinco zapatas. Medidas.	Errores superiores al 5% de las especificadas en proyecto (según NTE 2,5 0/00).
Existencia de solera de hormigón de limpieza proyectada.	Uno por zapata. Visual.	No existencia de solera.
Colocación del hormigón de limpieza en terrenos arcillosos.	Uno por zapata. Visual.	En terrenos arcillosos con tiempo seco, si transcurre más de una hora, entre la compactación del terreno y el hormigonado de limpieza.
Disposición de las armaduras.	Uno por cada 10 zapatas. Visual.	Omisión de barras, malas conexiones o solapes inferiores a un 10% de los especificados.
Hormigonado de zapatas.	Uno por cada 10 zapatas. Visual y ensayo de consistencia.	La consistencia no coincide con la especificada, defectos de puesta en obra y vibrado.
Hormigonado de zapatas de gran volumen, por tongadas, sin interrupciones.	Uno por cada 10 zapatas. Visual.	En caso de no hormigonarla toda a la vez, vertiendo una tongada sobre otra ya endurecida.
Condiciones de agua presentes y futuras.	Uno por cada edificio. Investigación y corroboración.	Si no se aíslan e impermeabilizan las conducciones en el solar.

#### 4.4. Gantt



#### Referencias

Espinosa, J. y otros (2003). Diferentes clasificaciones de las causas de no conformidades en las obras de construcción. Edificación y Obra Civil. *Actas de las VI Congreso de Ingeniería de Organización. Valladolid*. Vol. I, pp. 92-93.

Alumnos matriculados en la asignatura de Gestión de la Calidad de 3º de A.T. de la Escuela Politécnica Superior de Burgos, curso 2003-2004.