



Confección, transporte y puesta en obra de hormigón blanco

0.- DESCRIPCIÓN GENERAL	3	
1.- CAMPO DE APLICACIÓN	3	
2.- OBJETIVO	3	
3.- CONSIDERACIONES PREVIAS	3	
3.1- Tipo de ambiente	3	
3.2- Resistencia característica del hormigón	4	
3.3- Consistencia según Abrams	4	
3.4.- Tamaño máximo del árido	4	
4.- PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN	4	
4.1- Diseño de la mezcla	4	
4.2- Mezcla de los componentes	5	
4.3- Transporte	5	
4.3.1- Transporte intermitente.....	5	
4.3.2- transporte continuo.....	5	
4.4- Puesta en obra	6	
4.5- Compactación	7	
4.6- Curado	7	
4.7- Desencofrado	8	
5.- INFORMACIÓN DE LOS PRODUCTOS EMPLEADOS	9	
5.1- Criterios de selección de aditivos para el hormigón	9	
5.2- Criterios para la elección de líquidos de curado	9	
5.3- Criterios de selección de los agentes desmoldeantes	10	
6.- RECOMENDACIONES ESPECIALES	10	
7.- ENSAYOS DE CONTROL DE EJECUCIÓN	11	
7.1- Consistencia según UNE-EN 12350-2	11	
7.2- Resistencia a compresión según UNE-EN 12390-3	11	
7.3- Impermeabilidad según UNE-EN 12390- 8	11	
7.4- Determinación del contenido de aire según UNE-EN 12350-7	11	
7.5- Resistencia a flexotracción según UNE-EN 12390-5	11	
7.6.- Cemento blanco según UNE 80305:2001	1.	11

0.- DESCRIPCIÓN GENERAL

En el presente Pliego de Condiciones se pretende dar una visión general sobre los pasos necesarios para la confección y puesta en obra del hormigón blanco empleando para ello las indicaciones de la instrucción **EHE-08**.

1.- CAMPO DE APLICACIÓN

Este procedimiento es aplicable a la confección de hormigón blanco hasta resistencias inferiores a 50 N/mm². Para la obtención de hormigones de características especiales deberán consultarse los Pliegos de prescripciones específicos.

2.- OBJETIVO

Fabricación, puesta en obra y curado de hormigón blanco de resistencias inferiores a 50 N/mm².

3.- CONSIDERACIONES PREVIAS

Para la fabricación de hormigón es preciso disponer de los siguientes datos de partida que deberán ser suministrados por el usuario del mismo.

3.1.- Tipo de ambiente.

Deberá clasificarse el ambiente en que se encuentra la estructura afectada dentro de los grupos señalados en la **EHE-08**, en el **artículo 8.2.3**, "*Clases específicas de exposición ambiental en relación con otros procesos de degradación distintos de la corrosión*". En función de las características del ambiente se requiere un contenido mínimo de cemento y una relación agua/cemento máxima.

Comentarios:

Un elemento estructural estará sometido a un ambiente definido por la combinación de una serie de clases de exposición.

*La determinación de los parámetros establecidos en **EHE-08 Tabla 8.2.3.b** se llevará a cabo de acuerdo con los métodos definidos por las normas **UNE 7234:71; 7131:58; 7130:58** y por el **Artículo 27** de la **EHE-08**.*

3.2.- Resistencia característica del hormigón.

La resistencia de proyecto del hormigón no será inferior en hormigones en masa a 20 N/mm^2 y 25 N/mm^2 en hormigón armado o pretensado. Se seguirán las prescripciones del valor mínimo de la resistencia según el **Artículo 31.4** de la **EHE-08**.

Comentarios:

*Se deben hacer un número determinado de probetas, dependiendo de que el control sea reducido, normal o intenso (según **Artículo 92** de la **EHE-08**) para asegurar la resistencia determinada en el proyecto.*

3.3.- Consistencia según Abrams.

Se tomará la consistencia medida según el ensayo **UNE-EN 12350-2**.

Comentarios:

*Se recomienda la utilización de hormigón fluido (cono 10-15 cm) frente al hormigón blando (cono 6-9 cm) ya que los aditivos superplastificantes (gama **GLENIUM**) permiten preparar hormigones de consistencia fluida con mayores prestaciones tanto en resistencia como en durabilidad y además facilitan la ejecución en obra. Es posible especificar hormigón fluido (HA-25/F) para edificación y obra civil con propiedades superiores al hormigón blando (HA-25/B).*

3.4.- Tamaño máximo del árido.

Definido en el **Artículo 28.3** de la Instrucción **EHE-08**.

Comentarios:

El tamaño de los áridos influye en la capacidad del hormigón para rellenar correctamente moldes y armaduras. Si bien en principio es conveniente, para obtener una mayor resistencia, utilizar árido de tamaño mayor posible (ya que presenta menor demanda de agua), éste vendrá limitado por la distancia entre armaduras (se calcula el tamaño máximo de árido como el 25% de la distancia entre armaduras).

En el caso del hormigón bombeable el uso granulométrico utilizado sigue la ACI 304.

Se recomienda para éstas obras áridos de color blanco.

4.- PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN

4.1.- Diseño de la mezcla.

El hormigón se diseñará considerando la naturaleza del propio hormigón (masa, armado o pretensado), su resistencia de proyecto, la consistencia deseada y el tipo de ambiente de exposición, siguiendo el **Artículo**

31 de la **EHE-08**. Se ajustará la curva granulométrica de los áridos según el método patrón deseado (Fuller, Bolomey,...) tomando para ello las curvas granulométricas de cada una de las fracciones individuales de que se disponga y siguiendo el **Artículo 28.4** de la **EHE-08**.

Se definirá la relación agua/cemento y la cantidad mínima de cemento a partir del tipo de cemento a emplear, de la resistencia necesaria y del tipo de ambiente y de ello se llegará a la dosificación de cemento, aplicando alguno de los métodos de diseño de dosificaciones.

Comentarios:

En la fabricación de hormigones con cementos blancos hay que cuidar mucho la calidad y limpieza de los áridos por el poder contaminante a que pueden dar lugar; esto es muy importante en el caso en que los áridos hayan de quedar vistos en cuyo caso se impone una selección muy cuidada de los mismos en cuanto a su color y textura. La relación agua/cemento debe ser siempre constante y la mínima posible; de esta forma se logra la máxima blancura y homogeneidad. Con la introducción de aditivos es posible bajar la relación agua/cemento con el consiguiente aumento de las resistencias. Se recomienda consultar el aditivo con Servio Técnico de BASF, para la recomendación de un aditivo que no influya en la coloración del hormigón.

4.2.- Mezcla de los componentes.

La mezcla de los componentes podrá realizarse en planta amasadora o bien en la propia cuba del camión en caso de plantas dosificadoras. En el caso de mezclado en camión, deberá respetarse un tiempo mínimo para el mezclado correcto de todos los componentes. También es posible realizarla en mezcladoras de menor volumen en caso de que las cantidades de hormigón a fabricar sean reducidas. Se seguirán las prescripciones del **Artículo 71** de la **EHE-08**.

Comentarios:

*La mezcla tiene que ser homogénea y perfectamente amasada y tiene que satisfacer los requisitos del **Artículo 71.2.4** de la **EHE-08**.*

4.3.- Transporte.

4.3.1.- Transporte intermitente.

El transporte intermitente se realiza por medio de carretillas, cubas, dúmpers, camiones, blondines, etc. Se escogerá el método adecuado en función de las necesidades concretas de la obra, protegiendo el hormigón de la lluvia, el calor, el viento y las vibraciones para evitar alteraciones en la homogeneidad.

4.3.2.- Transporte continuo.

Se usará para obtener altos rendimientos de hormigonado, empleando las cintas transportadoras, el bombeo neumático o mecánico. También está especialmente indicado cuando los métodos de transporte tienen un difícil acceso hasta el lugar de colocación.

El transporte del hormigón se realizará siguiendo el **Artículo 71.4.4** de la **EHE-08**.

4.4.- Puesta en obra.

En ningún caso se tolerará la colocación en obra de masas con indicios de fraguado.

Un buen proceso de colocación del hormigón debe evitar que se produzca una pérdida de homogeneidad y conseguir que la masa llene perfectamente todas las esquinas y rincones del encofrado y recubra bien las armaduras en toda su superficie.

Anteriormente al vertido se debe comprobar si las presiones que origina la velocidad de hormigonado son resistidas por el sistema de encofrados, así como prever las juntas de hormigonado dejando esperas embebidas si fuese necesario.

El sistema de puesta en obra más sencillo consiste en verter el hormigón desde el dispositivo de transporte (cuba, cubilote, etc.) hasta el encofrado, molde o lugar donde se haya de colocar. Se deben tomar todas las medidas para evitar la caída libre del hormigón desde una altura superior a los dos metros, a fin de impedir que se rompa la homogeneidad de la mezcla al caer más rápidamente el árido grueso que el resto de los componentes y evitar daños a los encofrados.

No se colocarán en obra capas o tongadas de hormigón cuyo espesor sea superior al que permita una compactación completa de la masa. Como regla general, este espesor estará comprendido entre 30-60 cm, en función de los métodos de compactación y forma del encofrado.

El vertido de grandes montones y su posterior distribución por medio de vibradores no es recomendable, ya que produce notable disgregación de la masa.

Se tendrá especial cuidado en evitar el desplazamiento de las armaduras durante la puesta en obra, manteniendo el recubrimiento mínimo establecido para cada caso particular.

La correcta puesta en obra seguirá las prescripciones del **Artículo 71.5** de la **EHE-08**.

Comentarios:

En ningún caso se añadirá agua al hormigón para la recuperación de cono ya que la adición de agua tiene como consecuencia una disminución de resistencias así como fisuraciones. Se recomienda añadir más aditivo al llegar a la obra.

*El hormigón blanco requiere el uso de un aditivo reductor de agua de alta actividad/superplastificante que no coloree el hormigón, de los muchos existente en la gama **GLENIUM**, a menudo combinado con un aditivo de*

acción específica retardante tipo **BETTORETARD** (debido a que el cemento blanco tiene un mayor contenido en C_3A que el cemento gris por lo que es un cemento más rápido y con mayor calor de hidratación).

4.5.- Compactación.

Se realizará la compactación del hormigón con objeto de conseguir la máxima homogeneidad en la distribución de los componentes del hormigón así como conseguir la máxima compacidad posible, ya que de ello depende la resistencia del hormigón y la permeabilidad, y con ello la durabilidad y la protección contra la corrosión de las armaduras. El método de compactación a seguir será función de la consistencia. A la vez, se adaptará en lo posible a las condiciones particulares de cada caso, considerando, por ejemplo, el tipo de elemento estructural.

Tabla 71.2 de la EHE-08

Consistencia	Tipo de compactación
Seca	Vibrado energético
Plástica	Vibrado normal
Blanda	Vibrado normal o picado con barra
Fluida	Picado con barra o vibrado ligero

En el caso de vibradores de molde o encofrado deberá verificarse que el tipo de vibración de éstos sea la adecuada.

La compactación se realizará siguiendo el **Artículo 71.5.2** de la **EHE-08**.

Comentarios:

La utilización de un hormigón fluido, frente a un blando reduce sustancialmente el tiempo de vibrado para su compactación, y como consecuencia, se mejoran las condiciones de trabajo además de dar una mayor garantía de calidad.

4.6.- Curado.

Es el conjunto de operaciones necesarias para evitar la evaporación o la pérdida de agua de amasado del hormigón. Deberá realizarse manteniendo húmedas las superficies de los elementos hormigonados desde el primer momento de su colocación y prolongado aproximadamente unos 7 días, dependiendo de las características del ambiente y del tipo, clase y cantidad de cemento.

El curado mediante agua debe seguir las exigencias del **Artículo 27** de la **EHE-08** referente a la calidad del agua empleada.

Los procedimientos de curado se describen en el **Artículo 71.6** de la **EHE-08**.

Comentarios:

*Para el curado podrán emplearse agentes filmógenos como por ejemplo **MASTERKURE** (ver la tabla 5.2 para elegir entre los diversos tipos de curadores). La extensión del líquido de curado se realizará mediante pulverizador o rodillo procurando dejar una película fina y continua.*

4.7.- Desencofrado.

Los diferentes moldes o encofrados se retirarán sin producir sacudidas ni choques en la estructura y siempre que el hormigón haya alcanzado la resistencia necesaria para soportar con seguridad y sin deformaciones los esfuerzos a que se verá sometido. Podrán realizarse ensayos de información para determinar la posibilidad o no de desmoldar, por ejemplo con el esclerómetro.

El **Artículo 74** de la **EHE-08** describe las operaciones de desmoldeo.

Comentarios:

*Para facilitar la tarea de desencofrado se recomienda el uso de productos antiadherentes que serán aplicados al molde antes de verter el hormigón, por ejemplo, los desencofrantes **RHEOFINISH**.*

En el caso de hormigón visto es muy recomendable utilizar hormigón autocompactante ya que, al compactar mejor, se reduce la aparición de coqueas y se mejoran los acabados de un hormigón que será visto.

5.- INFORMACIÓN DE LOS PRODUCTOS EMPLEADOS

Para completar la información sobre los productos citados en el presente procedimiento será necesario consultar las Fichas Técnicas y las Hojas de Datos de Seguridad de los mismos.

5.1.- Criterios de selección de aditivos para el hormigón.

Aditivo	Tipo de hormigón	Propiedades
2. GLENIUM	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Resistencias superiores a 25-30 MPa. ▪ Consistencias fluidas o líquidas ▪ HAC 	<ul style="list-style-type: none"> • Superplastificante/reductor de agua de alta actividad/acelerador de endurecimiento. Según UNE-EN 934-2:2002 (T3.1; 3.2 y 7).

Los siguientes GLENIUM son aptos para el uso con hormigón blanco, otros productos de la gama pueden ser también utilizados con ensayos previos. En cualquier caso, para la elección definitiva del aditivo se recomienda consultar al Dpto. Técnico de BASF.

- ✓ Glenium SKY 562
- ✓ Glenium SKY 677
- ✓ Glenium ACE 324
- ✓ Glenium ACE 325
- ✓ Glenium ACE 425
- ✓ Glenium ACE 43

5.2.- Criterios para la elección de líquidos de curado.

Aditivo	3. Base del aditivo	4. Aplicación
5. MASTERKURE 220	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Emulsión de resinas en agua. ▪ Exento de disolventes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Hormigón visto. • Acabado transparente. • Posibilidad tratamientos posteriores sin ser necesaria su eliminación.

5.3.- Criterio de selección de los agentes desmoldeantes.

Aditivo	Tipo de encofrado	Base del producto.	Calidad del acabado
RHEOFINISH 217	Metálicos, madera, poliméricos.	Aceites vegetales en emulsión acuosa.	Alta. Apto para hormigón blanco.

6.- RECOMENDACIONES ESPECIALES

- En ningún caso debe añadirse agua al hormigón a su llegada a obra o en caso de pérdida de consistencia.
- Controlar el rango de dosificación de los aditivos empleados, sin que excedan el máximo ni el mínimo recomendado en cada caso.
- En la colocación mediante vertido directo del hormigón evitar la caída directa desde alturas superiores a los dos metros.
- Al hormigonar sobre una junta fría se debe eliminar la lechada de cemento existente con chorreado de arena o agua a presión, y aplicar puente de unión, con el fin de asegurar una buena adherencia con el soporte reciente.
- Compactar con vibrado de abajo hasta arriba, hasta ver aparecer una humectación brillante en superficie.
- Respetar en cualquier caso los tiempos de curado recomendados.

7.- ENSAYOS DE CONTROL DE EJECUCIÓN

Para el control de la correcta ejecución de los trabajos podrán tomarse muestras del hormigón (según norma **UNE-EN 12350-1** "Ensayos de hormigón fresco-Toma de muestras") para la realización de los siguientes ensayos:

7.1.- Consistencia según UNE-EN 12350-2.

7.2.- Resistencia a compresión según UNE-EN 12390-3.

7.3.- Impermeabilidad según UNE-EN 12390-8.

7.4.- Determinación del contenido de aire según UNE-EN 12350-7.

7.5.- Resistencia a flexión según UNE-EN 12390-5.

7.6.- Cemento blanco según UNE 80305:2001.