

## **DOCUMENTO N°2**

# **PLIEGO DE CONDICIONES**

## **CAPITULO 1.-GENERALIDADES.**

### **1.1.-Obras que comprende.**

Esta pliego se extiende a todas aquellas unidades que figuran en el presente proyecto, o aquellas obras que impongan el criterio de la Dirección Facultativa durante la ejecución de las obras.

Las obras que comprende el proyecto, están reflejadas claramente en los documentos y planos que acompañan a este Pliego y se ajustarán en cuanto a dimensiones, distribución a lo especificado en ambos.

### **1.2.-Contenidos del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.**

El presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares recoge el conjunto de características que han de cumplir los materiales empleados en la construcción en obra, así como los que han de regir la ejecución de toda clase de instalaciones y de las obras accesorias y dependientes. Es de rigor que aparte de cumplir con todas y cada una de las condiciones que se exigen en el presente Pliego, cumplirán en el Pliego General de Condiciones Varias de la Edificación.

### **1.3.-Comienzo de las obras.**

En un plazo de ocho días desde la firma del comienzo de ejecución de las obras, se procederá al Replanteo General en presencia del Contratista, o su representante, siendo de su cuenta el personal, material y útiles necesarios. Se levantará Acta de Replanteo que firmará el Jefe de Obras.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Director del comienzo de los trabajos, antes de transcurrir veinticuatro horas de su iniciación.

En general la determinación del orden de los trabajos será facultad potestativa de la contrata salvo aquellos casos que por cualquier circunstancia de orden técnico o facultativo, estime conveniente su variación al Ingeniero Director, pero las obras, una vez iniciadas, no podrán ser suspendidas hasta su definitiva terminación salvo en caso de fuerza mayor. Ni siquiera por diferencias sometidas a arbitraje.

### **1.4.-Duración de las obras.**

El plazo de ejecución señalado es de 2 semanas a contar desde la fecha en que se extienda el Acta de Replanteo debiendo ajustarse estrictamente a las fechas que se aprueben y los plazos parciales que se establezcan, entendiéndose este contrato celebrado por este tiempo prorrogado, si fuera preciso en caso de fuerza mayor, hasta la total terminación de las obras o hasta la rescisión del mismo.

El incumplimiento de esta cláusula será causa de rescisión del contrato. No podrá alegarse retraso en las obras por motivos no imputables al contratista, tales como falta o retraso en el suministro de los materiales de construcción o subcontratas. Se presentará por la contrata adjudicataria Pert o Gráfico de barras en el que se indique el ritmo de construcción de acuerdo al plazo señalado.

### **1.5.-Medición de las obras.**

Se realizará con arreglo lo prescrito en el sistema de medición que figura en el Capítulo correspondiente de este Pliego de Condiciones.

En los casos en que aparezcan en presupuesto unidades que no figuran en el referido capítulo, o que por sus características especiales no puedan considerarse suficientemente definidas, en una unidad de dicho capítulo, la medición se hará con arreglo a las condiciones técnicas particulares en la obra, en el caso de que éstas se hubiesen considerado necesarias.

#### **1.6.-Materiales.**

En todo lo referente a la adquisición, recepción y empleo de los materiales que se utilicen en la obra, el Constructor se atenderá a lo especificado en los capítulos correspondientes del presente Pliego de Condiciones.

Lo mismo ocurrirá en todo lo referente a los materiales no utilizables y a los materiales y apartados defectuosos.

#### **1.7.-Abastecimiento de Aguas.**

Durante el tiempo que duren las obras podrá, el Contratista, abastecerse de agua de la acometida provisional de la red principal, realizada a sus expensas.

#### **1.8.-Energía Eléctrica.**

Toda la energía eléctrica que se precisa para la ejecución de las obras, correrá a cargo del Contratista así como las acometidas.

#### **1.9.-Vallado.**

Será por cuenta del Contratista la ejecución de todos los trabajos que requiera el vallado, así como tasas y permisos debiendo proceder a su posterior demolición dejando los accesos en su primitivo estado.

## **CAPITULO 2.-CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.**

### **2.1.-Procedencia y calidades de los materiales.**

Todos los materiales que intervengan en estas obras, procederán de fábricas que merezcan plenas garantías, de primera calidad y siempre de las zonas en que mejor se produzcan. Cumplirán con las condiciones que para cada uno de ellos se especifica en los artículos que siguen, desechándose los que a juicio de la Dirección Facultativa, no los reúnen. Para lo cual y con la debida antelación por parte del Contratista se presentarán a la Dirección Facultativa cuantos materiales se vayan a emplear, para su reconocimiento y aprobación, sin la cual, no se autorizarán su colaboración y puesta en obra debiéndose demoler lo ejecutado con ellos.

Es por cuenta y cargo del Contratista cuantos trabajos y daños se ocasionen por el incumplimiento de esta norma. La Dirección Facultativa determinará los ensayos y análisis que se deben realizar en cada material, siendo por cuenta y cargo del Contratista los gastos que estos ocasionen, siempre y cuando no sobrepasen el valor del 1% del presupuesto total de contrata. El examen y aprobación de los materiales no supone recepción de ellos puesto que la responsabilidad del Contratista adjudicatario no termina hasta que se cumplan los plazos marcados por la Ley.

### **2.2.-Componentes del hormigón.**

#### **2.2.1.-Agua.**

El Contratista se deberá procurar todo el agua que sea necesaria para la construcción, que cumplirá las condiciones generales indicadas en el art. 27 de la Norma EHE. Podrá utilizarse toda el agua que sea potable o esté sancionada como aceptable por la práctica.

En caso de duda, se analizará el agua, sobre muestras tomadas según la UNE 7236. Si cumple las condiciones del siguiente cuadro, el agua es utilizable:

<u>CARACTERÍSTICAS</u>	<u>CONDICIÓN</u>	<u>NORMA DE ENSAYO</u>
Total de sustancias disueltas	15 g/l	UNE 7130
Sulfatos expresados en SO4	1 g/l	UNE 7131
Cloruros expresados en CL	6 g/l	UNE 7178
Para hormigón en masa	25 g/l	UNE
Hidratos de carbono	0 g/l	UNE 7132
Sustancia orgánica soluble en éter	15 g/l	UNE 7235
PH	5	UNE 7234

Si no cumple alguna, el agua es rechazable, salvo justificación especial que no altera, perjudicialmente, las propiedades al hormigón o mortero.

#### **2.2.2.-Áridos.**

Podrán emplearse las arenas o gravas existentes en yacimientos naturales y/o las procedentes de

rocas machacadas.

También se admitirán otros productos, como las escorias siderúrgicas, cuyo empleo esté sancionado por la práctica o que resulten aconsejables como consecuencia de estudios realizados en laboratorios. Las arenas y gravas cumplirán las condiciones indicadas en los art. 28 de la norma EHE y en especial las siguientes:

a) Contenidos de sustancias perjudiciales.

Si se utilizan áridos de base piedra natural, la cantidad de sustancias perjudiciales que pueden contener en cada fracción queda resumido en el siguiente cuadro:

<u>SUSTANCIA PERJUDICIAL</u> <u>( porcentaje en peso ).....</u>	<u>CONDICIÓN EN EL</u> <u>Árido fino/Árido grueso</u>		<u>NORMA DE</u> <u>ENSAYO</u>
Terrones de arcilla	1,0	0,25%	UNE 7133
Partículas blandas	-	5,00%	UNE 7134
Finos que pasan por el tamiz 0,063 UNE 7050	5,0%	1,00%	UNE 7135
Material que flota en un líquido de peso específico 2,0	0,5%	1,00%	UNE 7244
Compuesto de azufre en SO <sub>4</sub>	1,2%	1,20%	UNE 83211
Materia orgánica	(1)	-	UNE 7082
Sustancias potencialmente reactivas con los álcalis	(2)		UNE 83130

(1) El calor producido en el ensayo calorimétrico no será más oscuro que el del líquido patrón.

(2) Obtenidas las reducciones de la alcalinidad R, y la concentración S de SiO<sub>2</sub>, se cumplirá:

$$\begin{array}{l} \text{Si } R > 70 \quad \text{SiO}_2 \quad R \\ \text{Si } R < 70 \quad \text{SiO}_2 \quad 35+0,5R \end{array}$$

b) Limitación de tamaño.

Los áridos utilizados para la fabricación de hormigón, cumplirán las limitaciones indicadas en el artículo 28 de la norma EHE.

c) Comportamiento a la intemperie.

Se comprobará el comportamiento del árido a la intemperie mediante el ensayo descrito en la norma UNE 7136.

d) Recepción y apilado de los áridos.

En la primera entrega, y cada vez que cambien sensiblemente las características de los áridos recibidos, se hará una toma de muestras y se enviarán a laboratorio para determinar si cumplen las especificaciones particulares o, en su defecto, lo especificado en el presenta Pliego.

Los áridos deben almacenarse de modo que no puedan mezclarse entre sí, ni con tierras del suelo, para lo que se tomarán las medidas especiales.

Al descargar y al manipular los áridos hay que evitar que por la acción de la gravedad o del viento se produzcan separación por tamaño.

En caso de producirse accidentalmente, es preciso uniformarlos por mezcla para conservar homogénea la composición granulométrica original.

#### e) Forma de los granos.

El árido grueso podrá emplearse si el coeficiente de forma, determinado mediante la norma UNE 7238 es mayor de 0,15, en caso contrario será necesario realizar en laboratorio ensayos previos con el hormigón.

### **2.2.3.-Aditivos.**

El Constructor, para conseguir la modificación favorable de una o más propiedades en determinado tipo de hormigón, puede proponer el uso de un aditivo no especificado en las Especificaciones Técnicas de Obra, indicando la proporción y las condiciones del empleo. Para ello justificará experimentalmente que produce el efecto deseado, que la modificación que pueda producir en las restantes propiedades no es perturbadora y que su empleo no representa peligro para las armaduras, si existen; para emplearlo se requiere autorización escrita del Director de Obra.

Todo aditivo presentado bajo un nombre comercial establecerá su modo de empleo y evaluará sus efectos bajo las propiedades del hormigón mediante el Documento de Idoneidad Técnica. Su fabricación garantiza que lo escrito, se cumple

### **2.2.4.-Cementos.**

El cemento que ha de utilizarse para la ejecución de la estructura de hormigón armado es el P-350 que cumplirá las condiciones indicadas en el vigente Pliego de Condiciones para la recepción de conglomerantes Hidráulicos.

#### a) Recepción del cemento.

Cada entrega de cemento en obra vendrá acompañada del documento de garantía de la fábrica, en el que figurará su designación, por el que se garantiza que cumple las prescripciones relativas a la características físicas y mecánicas y a la composición química establecidas.

Es conveniente que al documento de garantía se agreguen otros con los resultados de los ensayos realizados en el laboratorio de la fabrica. Para comprobación de garantía, el Director de Obra puede ordenar toma de muestras y realización de ensayos.

En la recepción se comprobará que el cemento no llega excesivamente caliente. Si se trasvasa mecánicamente se recomienda que su temperatura no exceda de 70°C, si se descarga a mano, su temperatura no excederá de los 40°C,(o de la temperatura ambiental más de 5°C si esta resultara mayor ). De no cumplirse los límites citados, deberá comprobarse que el cemento no presenta tendencia a experimentar falso fraguado.

Cuando se recibe cemento ensacado, se comprobará que los sacos son los expedidos por la fábrica, cerrados y sin señales de haber sido abiertos.

#### b) Almacenamiento del cemento.

El cemento ensacado se almacenará en local ventilado, defendido de la intemperie y de la humedad del suelo y de las paredes. El cemento a granel se almacenará en silos o recipientes que lo aíslen totalmente de la humedad.

Si el periodo de almacenamiento de un cemento es superior a un mes, antes de su empleo se comprobará que sus características continúan siendo adecuadas, realizando ensayos de fraguado y de resistencia a flexotracción y a compresión a tres y siete días sobre muestras representativas que incluya terrones si se hubiesen formado.

### **2.3.-Aceros para armar.**

Se utilizarán barras de acero de alta resistencia B-400-S endurecido por deformación en frío, que cumplirá lo especificado en la norma UNE 36068/88 art. 31 de la Norma EHE y en especial las que a continuación se indican:

#### **2.3.1.-Características.**

Las barras corrugadas llevarán gravadas marcas de fábrica y tendrán garantizada por su fabricante las siguientes características, determinadas según las normas UNE 36068/94:

- a) Límite elástico aparente o convencional de deformación remanente a 0,2%, según caso. No inferior al establecido por el fabricante, que será no menor que 3600 kg/cm<sup>2</sup> mayor que 6000 kg/cm<sup>2</sup>.
- b) Resistencia a tracción, alargamiento de rotura y doblado no inferiores a los especificados en la norma UNE 36088.

#### **2.3.2.-Recepción de los aceros.**

Los rollos, madejas o mallas, o las armaduras elaboradas se entregarán en obra con un documento del suministrador, fábrica o almacenista que especifique el nombre del fabricante, el tipo del acero y el peso.

Cuando el Director de Obra lo juzgue preciso se realizarán ensayos de recepción, realizando la toma de muestras en presencia del suministrador y enviando las muestras a un laboratorio para determinar sus características.

Se exigirá: marca ( en la recepción de cada partida se comprobará la marca, si es acero especial), tolerancia en peso ( conviene cortar muestras en diferentes lugares para comprobar que se cumple con lo especificado en la norma UNE 36088)

La partida se rechazará si no cumple la tolerancia en el peso o por exceso.

#### **2.3.3.-Ensayos de recepción.**

Los ensayos de recepción se realizarán con arreglo a lo prescrito en la norma UNE 36088.

### **2.4.-Hormigón.**

El hormigón que se utilizará para la ejecución de las soleras de hormigón armado, será de resistencia características 30 N/mm<sup>2</sup> a los 28 días para el foso de vuelco y 40 N/mm<sup>2</sup> a los 28 días para los Box de escoria.

Las características del hormigón que se utiliza cumplirá las condiciones establecidas en el art. 30 de la norma EHE y en especial las siguientes:

#### **2.4.1.-Peso específico.**

2,5 T/m3.

#### **2.4.2.-Resistencia del hormigón a compresión.**

La resistencia del hormigón a compresión a los efectos de este Pliego de Condiciones se refiere a resultados de ensayos de rotura a compresión realizados sobre probetas cilíndricas de 15 cm. de diámetro y 30cm. de altura, de 28 días de edad, fabricadas y conservadas con arreglo al método de ensayos UNE 83309, y rotas por compresión según el método de ensayos UNE 83301.

#### **2.4.3.-Dosis mínima y máxima de cemento por m3 de hormigón.**

Para la fabricación del hormigón de 30 N/mm2 de resistencia característica, la dosis mínima de cemento será de 300 kg/m3 y cantidad máxima de cemento por m3 de hormigón no podrá exceder los 400kg/m3.

#### **2.4.4.-Relación cantidad de cemento módulo granulométrico del árido.**

El módulo granulométrico del árido podrá variar de acuerdo con el indicado en la presente tabla en el 5% de acuerdo con la dosificación utilizada.

CEMENTO EN Kg/m3	TAMAÑO MÁXIMO DEL ÁRIDO EN MM.						
	10	15	20	25	30	40	60
275	4,05	4,45	4,85	5,25	5,60	5,80	6,00
300	4,20	4,60	5,00	5,40	5,65	5,85	6,20
350	4,30	4,70	5,10	5,50	5,73	5,88	6,30
400	4,40	4,80	5,20	5,60	5,80	5,90	6,40

#### **2.4.5.-Consistencia del hormigón.**

En el hormigón utilizado en la ejecución de la estructura de hormigón armado será de consistencia plástica por lo que su asiento en el cono de Abrams estará comprendido entre los 3 y los 5 cm. es obligatorio que en la obra haya un cono de Abrams ajustado a la norma UNE 83313 y que, con la periodicidad que indique el Director de Obra, se compruebe que la consistencia del hormigón se mantiene dentro de los límites indicados, con objeto de asegurar que el contenido de agua del hormigón es el adecuado.

#### **2.5.-Hierro laminado.**

Los materiales ferrosos laminados, serán perfectamente homogéneos, y estarán exentos de sopladuras, impurezas, pajas y otros efectos de fabricación, su fractura presentará una textura fina y granulada, y la superficie exterior estará limpia y desprovista de defectos.

Los hierros perfilados, deberán estar perfectamente laminados, presentando superficies planas, perfectamente lisas y exentas de defectos; las aristas vivas, rectas y sin defectos con sus secciones extremas perpendiculares al eje y bien cortadas, no presentando tampoco rebabas ni menos aún falta de metas en los ángulos.

Serán desechados los que se desgarren o agrieten al curvarlos, plegarlos o perforarlos.



Los alambres de hierro y acero serán de diámetro uniforme por cualquier sección perpendicular al eje no admitiéndose variación en sus galgas.

El material perfilado deberá satisfacer las pruebas de tracción, plegado y punzonado en frío y en caliente.

Las soldaduras se harán mediante aparato eléctrico, con electrodos de penetración en cordones continuos y uniformes, debiéndose repasar o alisar con piedra de esmeril los empalmes y cordones según normas AE-95.

## **2.6.- Productos de Inyección adherentes**

En general, estos productos estarán constituidos por lechadas o morteros de cemento y sus componentes deberán cumplir las siguientes condiciones:

El cemento será Portland, del tipo CEM I. Para poder utilizar otros tipos de cementos será precisa una justificación especial.

El agua no tendrá un pH inferior a 7.

Cuando se utilicen áridos para la preparación del material de inyección, deberán estar constituidos por granos silíceos o calcáreos, exentos de iones ácidos y de partículas laminares tales como las de mica o pizarra.

Podrán utilizarse aditivos si se demuestra, mediante los oportunos ensayos, que su empleo mejora las características del producto de inyección, por ejemplo, aumentando la facilidad de su puesta en obra, reduciendo la tendencia a la decantación, sirviendo como aireante o para provocar una expansión controlada de la lechada. En cualquier caso, deberá tenerse en cuenta lo indicado en el segundo párrafo de 36.1.

La relación agua/cemento deberá ser la más baja posible compatible con la necesidad de obtener la fluidez precisa para poder realizar la inyección de forma adecuada.

La exudación del mortero o lechada de inyección, determinada según se indica en el "Método de ensayo para determinar la estabilidad de la inyección" descrito en el Anejo nº 6 de la presente Instrucción, no debe exceder del 2%, en volumen, transcurridas tres horas desde la preparación de la mezcla. En casos excepcionales podrá admitirse hasta un 4%, como máximo. Además, el agua exudada deberá reabsorberse pasadas veinticuatro horas.

La reducción de volumen de la mezcla no excederá del 3%, y la expansión volumétrica eventual será inferior al 10%. Estos valores se determinarán de acuerdo con lo indicado en el mismo "Método de ensayo para determinar la estabilidad de la inyección" citado en el párrafo anterior.

La resistencia a compresión, a 28 días, de la mezcla de inyección no será inferior a 30 N/mm<sup>2</sup>.

Aparte de las lechadas y morteros de cemento, podrán utilizarse otros materiales como productos de inyección adherentes, siempre que se justifique su adecuación mediante ensayos de suficiente garantía

### **CAPÍTULO 3.-EJECUCIÓN Y CONTROL DE LAS OBRAS.**

#### **3.1.-Movimiento de tierras.**

##### **3.1.1.-Replanteo. Niveles.**

###### **1) Replanteo preliminar.**

Una vez efectuada la adjudicación de la obra, la Dirección llevará a cabo sobre el terreno el replanteo previo de la misma y de sus distintas partes, en presencia del Contratista o de un representante del mismo.

###### **2) Ejes de zanjas y pozos.**

Se marcarán así mismo los ejes de las zanjas y pozos, que deberán quedar perfectamente determinados por puntos invariables durante la marcha de las obras.

###### **3) Línea de nivel.**

Se señalará finalmente una línea de nivel invariable que marcará el plano que se toma como referencia para las obras.

##### **3.1.2.-Ejecución de las obras.**

###### **Organización y seguridad de lo trabajos.**

El Contratista adaptará en la ejecución de los desmontes y vaciados, la organización que estime más conveniente y los métodos que juzgue oportunos. No obstante, si los procedimientos u organización fueran estimados viciosos por el Director, el Contratista vendrá obligado a sujetarse a las normas que verbalmente dicte éste, sea para contribuir a la mayor seguridad de los operarios o viandantes, sea para obtener mayor celeridad en los trabajos.

##### **3.1.3.-Disposiciones generales comunes a la excavación y extracción de tierras.**

Serán de cuenta del Contratista las entibaciones y acodalamientos que fueran necesarias para la sujeción de las tierras. En caso de ocurrir desprendimiento de tierras, para la ubicación sólo se tendrá en cuenta y serán abonables las dimensiones de excavación señaladas en los planos ordenadas directamente por el Director de la Obra.

Incumbe al Contratista el desagüe de las zanjas o terrenos en que por defectos de las lluvias o filtraciones, fuera necesario proceder el agotamiento, con el fin de ejecutar las obras en buenas condiciones.

#### **3.2.-Obras de hormigón.**

##### **Puesta en obra del hormigón.**

En el transporte, colocación y compactación del hormigón, se observarán las siguientes indicaciones:

###### **a) Transporte de hormigón.**

En el transporte, desde el lugar de fabricación al de colocación, se utilizarán, procedimientos adecuados para que el hormigón fresco llegue sin experimentar variaciones sensibles en las características que poseía recién amasado, es decir, sin presentar disgregación, intrusión de cuerpos extraños, cambios apreciables en el contenido de agua, etc. Especialmente se evitará que el hormigón se seque tanto que se dificulte la adecuada colocación y compactación.

Se limpiará perfectamente el material de transporte siempre que vaya a dejar de utilizarse más de una hora, y siempre que vaya a transportarse hormigón fabricado con un tipo diferente de cemento.

Si emplea el método de transporte por gravedad con canaleta, la máxima pendiente de éstas será del 60%.

Puede emplearse transporte continuo por aire comprimido mediante instalación que consta de compresor, depósito de aire comprimido, depósito regulador de hormigón con tolva y válvula de doble acción, manguera conectada al depósito y cazoleta de vertido.

#### b) Colocación del hormigón.

En el vertido y colocación del hormigón en las zanjas o en los encofrados se adaptarán las debidas precauciones para evitar la disgregación de la mezcla, incluso cuando estas operaciones se realicen de modo continuo mediante conducciones apropiadas.

La altura del vertido libre del hormigón no será superior a 1,50 m. Si es necesario verterlo desde mayor altura se adoptarán dispositivos apropiados: en tubos, tolvas, etc.

El hormigón se colocará en tongadas de espesor adecuado al tipo de compactación empleado, cuyo valor será aprobado por el Director de Obra a propuesta del Constructor.

El plazo transcurrido entre el amasado y la colocación será inferior a la del comienzo de fraguado del hormigón. A continuación se indican los plazos que deberán ser observados en función de la temperatura ambiente para cemento P-350

Mayor de 30.	30 min.
De 15 a 30.	45 min.
Menor de 15.	60 min.

#### c) Compactación del hormigón.

El procedimiento de compactación utilizado será el de vibrado que deberá cumplir las siguientes condiciones:

Para compactar el hormigón por el vibrado puede utilizarse vibradores de superficie, vibradores de penetración o vibrados de encofrado.

Los vibradores de superficie, utilizables para la ejecución de elementos con encofrado con una sola cara, como losas, se aplicarán corriéndolos de tal modo que la superficie vaya quedando uniformemente húmeda con una velocidad de 0,8 a 1,5m. minuto, según la potencia del vibrador y la consistencia del hormigón.

Los vibradores de penetración deben sumergirse, rápidamente y profundamente, en la masa, mantenerse de 5 a 15 segundos y retirarse con lentitud y a la velocidad constante. Se introducirá la punta del vibrador hasta que penetre algo en la tongada anteriormente compactada, manteniendo el aparato vertical o ligeramente inclinado. La distancia entre puntos de inmersión será la adecuada para producir en la superficie del hormigón una humectación brillante de 0,5m.

El vibrador no deberá tocar las armaduras, ya que el vibrado de éstas reduce notablemente su adherencia al hormigón.

Si se emplearan vibradores de encofrado, es preciso proyectar adecuadamente el tipo de encofrado. Los vibradores se sujetarán firmemente y se distribuirán en forma adecuada para que su efecto se extienda a toda la masa.

### **3.2.1.-Ejecución de las obras de hormigón.**

#### **1) Armaduras.**

##### **a) Preparación.**

Se realizarán de acuerdo con los planos que figuran en este proyecto, procurando preparar en el exterior de la obra al máximo posible de elementos completos para poderlos colocar posteriormente con rapidez y realizar el vertido del hormigón lo antes posible.

##### **b) Doblado.**

Las armaduras se doblarán en frío y a velocidad moderada, preferentemente por medios mecánicos. Únicamente en barras de acero ordinario, de diámetro inferior a 25mm., se admite el doblado en caliente sin que se alcance al calentar la temperatura del rojo cereza oscura ( 800°C ) y dejando luego enfriar lentamente las barras calentadas.

De acuerdo con la norma UNE 36088, se efectuará el ensayo de doblado simple a 180°C de temperatura, sobre un mandril cuyo diámetro viene determinado por el tipo de acero y el diámetro de la barra. El ensayo se considera satisfactorio si durante el mismo no han aparecido grietas o pelos en la zona curva de la barra.

El Director de Obra puede, si lo considera conveniente, exigir el ensayo de doblado-desdoblado a 90° efectuando sobre un mandril de diámetro doble que en el caso de doblado simple, especialmente si el proceso de ejecución obliga a dejar armaduras en espera por la necesidad, en este caso de doblar y desdoblar barras.

Los estribos pueden doblarse sobre mandril de diámetro no menor que el especificado para el ensayo de plegado en el correspondiente acero.

Los ganchos y patillas de anclaje se conformarán sobre mandril de diámetro 5 o mayor en acero 2400 kg/cm<sup>2</sup> y de diámetro 7 o mayor en los superiores.

##### **c) Anclaje de barras corrugadas.**

Cada de las barras de la armadura tendrá su anclaje gancho, patilla o prolongación, con sus dimensiones, definidos en los planos de obra, no podido ser modificado por el Constructor sin autorización del Director de Obra, y siempre de acuerdo con el prescrito en el artículo 66 de la norma EHE.

##### **d) Empalme de armaduras.**

Los empalmes de armaduras se realizarán de acuerdo con las disposiciones y dimensiones indicadas en el artículo 66 de la norma EHE.

Respecto a los empalmes por soldaduras, podrán realizarse si el tipo de acero lo permite y siguiendo las especificaciones de su fabricante, que se habrán basado en ensayos realizados en un laboratorio oficial, por uno de los 3 métodos siguientes:

Con solapo de barra y soldaduras de ángulo, si las barras son de diámetro no superior a 25mm.

e) Montaje de las armaduras.

*Distancias entre barras de armaduras pasivas*

La disposición de las armaduras pasivas debe ser tal que permita un correcto hormigonado de la pieza de manera que todas las barras o grupos de barras queden perfectamente envueltas por el hormigón, teniendo en cuenta, en su caso, las limitaciones que pueda imponer el empleo de vibradores internos.

Cuando las barras se coloquen en capas horizontales separadas, las barras de cada capa deberán situarse verticalmente una sobre otra, de manera que el espacio entre las columnas de barras resultantes permita el paso de un vibrador interno.

Las prescripciones que siguen son aplicables a las obras ordinarias hormigonadas in situ. Cuando se trate de obras provisionales, o en los casos especiales de ejecución particularmente cuidada (por ejemplo, elementos prefabricados), se podrán disminuir las distancias mínimas que se indican en los apartados siguientes previa justificación especial.

*Distancias entre armaduras activas*

La separación de los conductos o de los tendones de pretensado será tal que permita la adecuada colocación y compactación del hormigón, y garantice una correcta adherencia entre los tendones o las vainas y el hormigón.

Antes de autorizar el hormigonado, y una vez colocadas y, en su caso, tesas las armaduras, se comprobará si su posición, así como la de las vainas, anclajes y demás elementos, concuerdan con la indicada en los planos, y si las sujeciones son las adecuadas para garantizar su invariabilidad durante el hormigonado y vibrado. Si fuera preciso, se efectuarán las oportunas rectificaciones.

f) Colocación de armaduras.

Deberá atenderse a lo especificado en el artículo 66 de la EHE y en especial:

Las armaduras estarán limpias, sin traza de pinturas, grasa u otra sustancia perjudicial. No es perjudicial el óxido firmemente adherido que no se desprende con el cepillo de alambre.

Se colocarán las armaduras en los encofrados sobre calzos de mortero u otro material apropiado, para mantenerlas a distancias debidas de los paramentos del encofrado, fijándolas a éstos de modo que no puedan moverse durante el vertido y compactado del hormigón.

Las distancias de las barras a los parámetros cumplirán las siguientes condiciones:

Distancia mínima: el mayor de los siguientes valores:

- El diámetro de la barra.
- 1 cm. en elementos protegidos.
- 2 cm. en los elementos expuestos a la intemperie, condensación o al agua; y en la parte curva de las barras.

Distancia mínima: 4 cm. Si se precisa mayor espesor se dispondrá de una malla de 2 cm. del paramento.

Deberá comprobarse que las armaduras utilizadas son las indicadas en el proyecto, o que en caso

de necesario cambio, que éste ha sido debidamente realizado y autorizado.

Deben disponer elementos de fijación y separación fuertes, ya que los procedimientos de vertido y colocación de masas importantes pueden deteriorar la forma y posición iniciales.

En los casos de muros que hayan de recibir forjados, piezas o elementos a través de armaduras, o que incorporen huecos, conviene extremar las precauciones de replanteo para evitar errores de importancia, aunque siempre debe contarse con tolerancias apreciables de posición que puedan tener +30 mm. En muros in situ.

#### g) Revisión de las armaduras.

El Director de Obra comprobará las armaduras durante el doblado, montaje y colocación, verificando que tiene la forma, disposición, colocación y diámetros consignados en los planos de estructura y que se han cumplido el resto de las prescripciones, siendo precisa su conformidad escrita para proceder al hormigonado de los elementos verificados.

#### 2) Juntas de hormigonado.

Para evitar los efectos de la retracción han de disponerse juntas de hormigonado a distancias inferiores a 10 m. y siempre que se dejen transcurrir 48 horas entre dos hormigonados contiguos. La protección y cuidado prolongado de superficies, especialmente en tiempo seco, ha de efectuarse, con el fin de disminuir la retracción del hormigón en las primeras edades.

Cuando haya necesidad de disponer juntas de hormigonado no previstas en los planos, se situarán tales juntas en dirección más normal posible a la de las tensiones de compresión, y allí donde su efecto sea menos perjudicial, alejándolas, con dicho fin a las zonas en las que la armadura esté sometida a fuertes tracciones. Si el plano de una junta resulta mal orientado, se destruirá la parte de hormigón que sea necesario eliminar para dar a la superficie la dirección apropiada.

Antes de reanudar el hormigonado se limpiará la junta de toda suciedad o árido que haya quedado suelto, y se retirará la capa superficial de mortero, dejando los áridos al descubierto; para ello se aconseja utilizar cepillos de alambre o chorros de arena si el hormigón se encuentra endurecido, pudiendo emplearse también en este último caso, un chorro de agua y aire. Expresamente se prohíbe el empleo de productos corrosivos en la limpieza de juntas.

Realizada la operación de limpieza, se humedecerá la superficie de la junta, sin llegar a encharcarla, antes de verter el nuevo hormigón.

#### 3) Encofrados.

##### a) Tipos de encofrados.

Los encofrados de elementos de hormigón que vayan a quedar revestidos, pueden realizarse en la forma y con los materiales que crea conveniente el Constructor, con las siguientes limitaciones:

El aislamiento térmico de los encofrados metálicos es muy pequeño, lo que debe tenerse en cuenta cuando se hormigone en tiempo frío, siendo conveniente para ello los de doble lámina con panel aislante interior.

El color oscuro en los encofrados metálicos es también un inconveniente, pues, expuestos al sol absorben gran cantidad de calor, que puede producir evaporación prematura del agua del hormigón, por lo que se prohíbe la utilización de este tipo de encofrado.

Para los elementos del hormigón que vayan a quedar vistos se seguirán estrictamente las

indicaciones del Director de Obra en cuanto a forma, disposiciones, material de encofrado y el tipo de desencofrantes permitidos.

#### b) Preparación de encofrados.

Se seguirán las prescripciones señaladas para estos elementos en el artículo 65 de la Instrucción EHE y en particular:

Las juntas de los encofrados deben ser lo más estancas posibles.

Si reutilizan encofrados se limpiarán con cepillos de alambres para eliminar el mortero que haya quedado adherido a la superficie.

Se recomienda el empleo de desencofrantes adecuados, en los posibles aplicados antes de colocar la armadura, para que ésta no se engrase y perjudique su adherencia con el hormigón.

Antes del vertido se realizará una limpieza a fondo, en especial en los rincones y lugares profundos de los elementos de los elementos desprendido como clavos, virutas, serrín, etc., recomendándose el empleo de chorro de agua, aire o vapor. Para ello, en los encofrados estrechos o profundos deben dejarse ventanas adecuadas, que se cerrarán herméticamente antes del hormigonado.

Un aspecto importante es asegurar los ajustes de los encofrados para evitar movimientos ascensoriales durante el hormigonado.

Los encofrados laterales de paramentos vistos deben asegurar una gran inmovilidad, no debiendo admitir flechas superiores a 1/300 de la distancia libre entre elementos estructurales, adoptando si es preciso, la oportuna contra flecha.

Es obligatorio tener preparados dispositivos de ajuste y corrección ( gatos, cuñas, puntales ajustables, etc. ), que permitan corregir movimientos apreciables que se presenten durante el hormigonado.

#### c) Resistencia y rigidez.

Los encofrados y las uniones entre sus distintos elementos tendrán resistencia suficiente para soportar las acciones que sobre ellos vayan a producirse durante el vertido y la compactación del hormigón; y la rigidez precisa para resistirlas de modo que las deformaciones producidas sean tales que los elementos de hormigón, una vez endurecidos, cumplan las tolerancias de ejecución en obra siguiente:

CONCEPTOS	TOLERANCIA
<u>Espesores en metros:</u>	<u>mm</u>
Hasta 0,10	2
De 0,11 a 0,20	3
De 0,21 a 0,40	4
De 0,41 a 0,60	6
De 0,61 a 1,00	8
De 1,00 y mayor	10

#### Dimensiones horizontales o verticales entre ejes:

Parciales	20mm.
Totales	40mm.

#### d) Condiciones de paramento.

Los encofrados tendrán estanqueidad suficiente para impedir pérdidas apreciables de lechada de cemento dado el sistema de compactación previsto.

Los paramentos interiores del encofrado estarán limpios al hormigonar. En los encofrados de pilares y muros se dispondrán junto al fondo aberturas que pueden cerrarse después de efectuada la limpieza de los fondos.

Los encofrados de madera se humedecerán antes de hormigonar, para evitar que absorben agua del hormigón. Las tablas están dispuestas de modo que el entumecimiento por aumento de la humedad pueda producirse sin que se originen deformaciones anormales.

#### e) Condiciones para el desencofrado.

Los encofrados se construirán de modo que puedan desmontarse fácilmente sin peligro para la construcción, apoyando los puntales, cimbras y otros elementos de sostenimiento sobre cuñas, tornillos, cajas de arena u otros sistemas que faciliten el desencofrado.

Los puntales se montarán sobre tablonos de plano, por intermedio de doble cuña, que se aprieten golpeándolas alternativamente en dirección perpendicular al tablón, para no desplomar el puntal.

Para evitar la adherencia del hormigón a los parámetros del encofrado puedan estos cubrirse con un líquido desencofrante si se trata de hormigón que vaya a quedar recubierto. Los desencofrantes producen en general mancha con el transcurso del tiempo, por ello, si el hormigón va a quedar visto, no se emplearán sin autorización del Director de Obra.

#### 4) Hormigonado en tiempo frío.

Se seguirán las prescripciones señaladas en el artículo 72 de la norma EHE prestando especial cuidado a las siguientes:

En las obras situadas en localidades en que la temperatura mínima puede ser de 0°C o inferior, será preceptivo tener en obra un termómetro con dispositivo para registrar la mínima temperatura nocturna.

Si la temperatura al comenzar la jornada de trabajo es de 4°C o inferior, o si desciende a este valor dentro de la jornada de trabajo, es previsible que baje a 0°C, o menos, dentro de las 48 horas siguientes y no se hormigonará, a menos que se adopten las precauciones para tiempo frío.

Estas precauciones consisten en: calentar el agua de amasado a 40°C, proteger las superficies del hormigón con arpillera o mantas que retrasen su enfriamiento, prolongar el curado del hormigón y aumentar los plazos de desencofrado.

Si la temperatura durante la jornada de trabajo llega a 0°C, se suspenderán los trabajos a menos que se utilice un aditivo anticongelante, si el Director de Obra lo autoriza.

#### 5) Curado del hormigón.

Se seguirán las prescripciones señaladas en el artículo 74 de la norma EHE y además las siguientes:

El plazo de curado mínimo será de siete días, durante de los cuales se mantendrán húmedas las superficies del hormigón, regándolas directamente, o después de cubrirlas como un material como arpillera paja etc.; que mantenga la humedad y evite la evaporación, lo que se recomienda especialmente si el hormigón está expuesto al sol.

Con autorización del Ingeniero Director, pueden emplearse procedimientos de curado por recubrimiento con pinturas que eviten la evaporación, o técnicas especiales de curado al vapor, etc.



### **3.2.3.-Control de componentes.**

#### **1) Agua.**

Si no tienen antecedentes, hay que enviar una muestra de 2 litros al laboratorio con suficiente antelación respecto al comienzo de la obra, bastando en general con dos semanas

Siempre que varíe el origen de suministro del agua debe enviarse una muestra para ensayo si no hay antecedentes respecto a la nueva agua que se utiliza. Debe prestarse atención al caso en que el agua proceda de pozos cuyo nivel freático varía a lo largo del año, ya que suelen cambiar sus características. Lo mismo sucede con aquellos ríos cuyas aportaciones experimentan variaciones notables.

Es obligatorio que el recipiente en que se recoja la muestra esté totalmente limpio.

El no cumplimiento de lo indicado en el artículo 27 de la norma EHE , indica que el agua no será considerada apta para amasar hormigón.

#### **2) Control de los áridos.**

Los áridos deberán poseer las características indicadas anteriormente y reunir las condiciones que figuran en el artículo 28 de la norma EHE.

Este control no es necesario si se tienen antecedentes de los áridos en cuestión, es decir, si ya han sido utilizados sin problemas de hormigones anteriores.

Si no se tienen antecedentes, hay que enviar una muestra de 15 litros de arena y 50 litros de grava al laboratorio, con suficiente antelación con respecto al comienzo de las obras ( tres semanas).

Cuando el Director de Obra ordene que el laboratorio realice también ensayos de dosificación de áridos, la muestra tiene que ser mayor (unos 200 litros de arena y 400 litros de grava).

Una vez aprobados los áridos, no es necesario ensayarlos a lo largo de la obra si no varía el origen de suministro.

Si varía el origen de suministro, como es el caso de canteras con diferentes vetas, deben repetirse los ensayos a lo largo de la obra, de modo que al final de la misma, se hayan realizado tres por lo menos.

Conviene conservar muestras de los áridos ( en especial de la arena ), hasta un año después de finalizar la obra. Bastan las mismas cantidades indicadas como necesarias para los ensayos de aptitud quedando a la discreción del Director de Obra.

En cualquier caso, el no cumplimiento del artículo 28 de la norma EH-91 es condición suficiente para calificar el árido como no apto para fabricar el hormigón. Si se hubiera hormigonado algún elemento de hormigón áridos en tal circunstancia, deberán adoptarse las medidas que consideren oportuno el Director de Obra con el fin de garantizar que, en tales elementos, no se han formado oquedades o coqueras de importancia que puedan hacer peligrar la sección correspondiente.

#### **3) Control de los aditivos.**

Antes de comenzar la obra deberá comprobarse el efecto que el aditivo en cuestión produce en el hormigón, como la sensibilidad de éste a la dosis de aditivo. Para ello debe pedirse al laboratorio que efectúe series comparativas de probetas, con distintas dosis, midiendo como parámetro precisamente el que es modificado por el aditivo ( por ejemplo: principio y fin de fraguado, para los aceleradores y

retardadores; contenido en aire ocluido, para los aireantes; etc. ), así como la resistencia del hormigón, en todos los casos.

Una vez aprobado el aditivo, no es necesario ensayarlo a lo largo de la obra, siempre que la fábrica garantice las características del mismo.

#### 4) Control de acero.

Además de lo indicado en el apartado referente a los aceros para armar, se ha de prestar especial cuidado en los siguientes controles correspondientes a un nivel de control normal:

Exigir para cada partido de acero que llegue a obra un certificado del fabricante garantizando sus características, así como el certificado de homologación de adherencia.

Tomar dos probetas por cada diámetro y partida de 20 toneladas, realizando sobre ellas: la comprobación de las características geométricas de sus saltos están comprendidos dentro de los límites que establece el certificado de homologación de adherencia; y los ensayos de doblado simple y doblado-desdoblado.

En dos ocasiones al menos durante la obra, enviar al laboratorio una probeta por cada diámetro empleado, para efectuar el ensayo de tracción.

Un resultado negativo en cualquiera de las determinaciones, confirmado por el oportuno contraensayo, debe originar el rechazo de la partida correspondiente.

Si se efectúan soldaduras, hay que controlar la aptitud al soldeo de acero.

El ensayo se realiza una sola vez, sobre diámetros máximos y mínimos que se vayan a soldar. De cada diámetro deben enviarse al laboratorio 6 probetas, tres para el ensayo de tracción y tres para el doblado simple.

### **3.2.4.-Control de calidad del hormigón.**

El coeficiente de minoración del hormigón utilizado a efectos de cálculo, en la obra objeto de este proyecto, ha sido de 1,5 que corresponde aun control a nivel normal. A continuación se indican los controles que deben realizarse.

#### 1) Control de hormigón fresco.

Su objetivo es asegurar que la colocación en obra podrá efectuarse correctamente y que la dosificación se mantiene sensiblemente constante. deben controlarse dos características: el asiento con cono de Abrams y el tamaño máximo del árido.

El ensayo de asiento en cono de Abrams, es obligatorio hacerlo dos o tres veces al día, como ensayo de rutina, realizándolo a pie de tajo de colocación y no a la salida de hormigonera. La consistencia del hormigón será plástica, admitiéndose una tolerancia de + - 1 cm. respecto a lo indicado en el apartado 2. El ensayo de tamaño máximo del árido se efectúa por tamizado del hormigón fresco bajo un chorro de agua. Debe realizarse al menos una vez por semana. Se admite una tolerancia del 6% en paso del árido grueso ( tamaño superior 5 mm. ).

#### 2) Ensayos de control de calidad del hormigón anteriores a la terminación de la obra.

##### a) Ensayos previos del hormigón.

Se realizarán en laboratorio antes de comenzar las obras para establecer la dosificación que haya de emplearse, si el Director de Obra lo estima conveniente.

No es necesario hacerlos si posee experiencia anterior de los mismos materiales o si se emplea hormigón preparado.

Si se realizan deben hacerse de acuerdo con lo indicado en el artículo 86 de la Instrucción EHE.

El límite mínimo de la realización entre la resistencia características  $f_{ck}$  que se ha de obtener en obra y la resistencia media  $f_{cm}$  que debe obtenerse en los ensayos previos de laboratorio para unas condiciones previstas para la ejecución de las obras buenas es el siguiente:

$$f_{cm} = 1,35 f_{ck} + 15 \text{ Kp/cm}^2.$$

#### b) Ensayos característicos.

Una vez establecida la dosificación en laboratorio, hay que comprobar que con esa dosificación y los medios reales de la obra se alcanza la resistencia característica pedida en proyecto. Para ello se efectúan los llamados ensayos característicos, amasando el hormigón con la maquinaria de obra, antes del comienzo de ésta.

No es necesario hacerlos si posee experiencia anterior con los mismos materiales y medios de obra o si se emplea hormigón preparado de acuerdo con el Director de Obra.

Si se realizan, deben hacerse de acuerdo con lo indicado en el artículo 87 de la norma EHE.

#### c) Ensayos de control de la resistencia del hormigón.

El nivel de control es el definido como normal en el art. 95 de la Instrucción EHE.

Se efectuarán por planta 3 lotes de control a menos que el Director de Obra indique lo contrario.

Deben agruparse en un solo lote aquellos elementos afines que se hormigonan de forma continuada en el tiempo; siendo el tamaño de la muestra de 6 probetas. Las probetas que se toman para constituir la muestra deben proceder de diferentes amasados, con objeto de recorrer el número máximo posible de éstas.

Lo anterior se refiere al caso de control efectuado por personas u organizaciones ajenas al Constructor, que no están en obra de forma continuada. Si se trata de un control efectuado por el propio Constructor, la información deberá de ser más continua debiendo entonces tomarse, al menos, una probeta cada día de hormigonado y no menos de una probeta por cada:

-20m<sup>3</sup> ó 20 amasadas, en los casos de muestra normal, siendo operante el menor de los dos valores indicados.

Al final de la obra se habrán realizado, al menos, tantos ensayos como quincenas haya durado el hormigonado.

Siendo  $x_1 < x_2 < \dots < x_6$  los seis resultados obtenidos en el ensayo, la resistencia característica estimada vale:

$$\begin{array}{ll} f_{est} = x_1 + x_2 - x_3 & 0,89 x_1 \text{ ( en general )} \\ f_{est} = x_1 + x_2 - x_3 & 0,95 x_1 \text{ ( hormigón fabricado en central permanente )} \end{array}$$

Si resultase  $f_{est} < f_{ck}$ , deben aplicarse criterios de aceptación o rechazo siguientes de acuerdo

con el artículo 88 de la instrucción EHE.

Si resultase  $f_{est} > 0,9 f_{ck}$  el lote se aceptará sin ulteriores comprobaciones, pero se impondrá una penalización económica en el abono se trabajará un porcentaje igual al triple al porcentaje de disminución experimentado por la resistencia. De esta manera, en el caso límite de ser  $f_{est} = 0,9 f_{ck}$  se descontará un 30% del precio del hormigón.

Si resultara  $f_{est} < 0,9 f_{ck}$  se procederá a realizar, a costa del Constructor, una serie de ensayos de información para estimar con mayor precisión la resistencia del hormigón en litigio.

Una vez conocida ésta, se determinará el descenso de coeficiente de seguridad de los elementos afectados, y a la vista del mismo se tomará la decisión de aceptar, reforzar o demoler:

- Hasta un 15% de descenso de seguridad puede aceptarse.
- Más de un 30% de descenso de seguridad no debe aceptarse.
- Entre el 15% y el 30% de descenso de seguridad será el Director de Obra el que decida.

En cualquier caso, siempre que la resistencia estimada resulte inferior a la especificada en el proyecto, el constructor tiene derecho a realizar a su costa una extracción de probetas de testigos, en aquellos lugares que indique el Director de Obra. En este supuesto base de juicio se traslado de las probetas enmoldadas a las probetas testigos, pudiendo resultar por tanto una aceptación completa del lote, sin penalización económica.

#### d) Ensayos de información.

Solo son preceptivos en los casos previstos por la Instrucción EHE en el art. 70.

En caso de realizarse, además de lo indicado en el art. 89 de la citada instrucción, deberá el Director de Obra tener presente los siguientes puntos referentes a la extracción de probetas de testigo:

- 1°.- La resistencia del hormigón es más pequeña en las zonas superiores de las piezas que en las inferiores, supuesto un hormigón vertical. Las diferencias pueden llegar a ser del orden del 20%. Conviene por ello muestrear en el tercio superior de soportes, muros, etc.
- 2°.- Para que sea representativo, el testigo debe tener un diámetro superior al triple del tamaño máximo del árido y superior a 7cm.
- 3°.- Al extraer un testigo de una pieza que trabaja a compresión, su capacidad resistente disminuye en la proporción de las áreas, siempre que el testigo caiga en el eje del elemento y que su sección no supere el 30% de la de éste. al rellenar posteriormente el hueco con hormigón, el elemento recupera toda su resistencia.
- 4°.- Si el testigo es cilíndrico, de diámetro igual a su altura, su resistencia equivale a la resistencia del hormigón en la probeta cúbica, es decir, un 25% superior aproximadamente, la resistencia en probeta cilíndrica normalizada 15 x 30.
- 5°.- Una vez determinadas las resistencias de los testigos en probeta cilíndrica 15 x 30, estas resistencias deben crecer en un 10% a efectos de la aplicación del criterio de aceptación-rechazo correspondiente. Esta subida se efectúa para tener en cuenta dos factores:
  - Por un lado, que la resistencia en probeta enmoldada suele ser algo superior a la de probeta testigo.
  - Por otro lado, que las probetas testigo estiman la resistencia real de un modo más preciso que las enmoldadas, por lo que el criterio de aceptación aplicable puede ser más tolerante.

6°.- El número mínimo recomendado de probetas testigo varía con el tamaño del lote. desde un punto de vista estadístico, el número más adecuado es de 10, tomadas en distintas zonas. Este número puede rebajarse a 6 para lotes de tamaño medio. Con menos de 6, los criterios estadísticos son poco precisos.

7°.- Si lo que se trata de investigar es un elemento determinado, su resistencia puede identificarse con la media aritmética de la de los testigos extraídos de él, pudiendo ser éstos menores de un número ( 3, 2 o incluso 1, si no es posible extraer más ).

### 3) Ensayos posteriores a la terminación de la obra.

Si la obra ha sido correctamente ejecutada y los ensayos de control durante su ejecución han dado resultados satisfactorios, no es necesario proceder a ningún tipo de pruebas sobre la obra terminada.

En los casos en que determinadas circunstancias aconsejen al Director de Obra la realización de prueba de cargas, queda a su discreción su ejecución, con el fin de proporcionar una comprobación adicional.

### **3.2.5.-Control de la ejecución del hormigón.**

#### 1) Condiciones de ejecución del hormigón.

Condiciones buenas que implican cemento bien conservado, con frecuentes comprobaciones de su calidad. Áridos cuidadosamente metidos en volumen, procurando corregir los volúmenes de arena utilizados de acuerdo con el entumecimiento de ésta. reajuste de la cantidad de agua vertida en la hormigonera siempre que varíe notoriamente la humedad de los áridos. Vigilancia a pie de obra con utillaje mínimo necesario para realizar las comprobaciones oportunas.

#### 2) Nivel de control intermedio.

Mediante visitas periódicas relativamente frecuentes, observando de forma sistemática conjuntos de operaciones de los indicados a continuación, según las indicaciones del Director de Obra.

## **FASES DE CONTROL DE EJECUCIÓN-OPERACIONES QUE SE CONTROLAN ARTICULO 95, EHE.**

### a) Previo al hormigonado.

Revisión de los planos del proyecto y de obra-replanteo, excavaciones y cimentaciones (ubicación; dimensiones; formas; drenaje; preparación de superficies). Maquinarias y herramientas adecuadas.-Andamios, cimbras y apeos.- Encofrados ( ubicación; alineación; posibles asientos; estabilidad; aberturas de inspección; preparación de superficies; limpieza ).- Doblado y colocación de armaduras ( diámetro; longitud; codos; anclajes; número de barras; distancia mínima entre barras; recubrimientos; calzos; solapos; sujeción; limpieza ).- Colocación de elementos auxiliares embebidos en el hormigón.- Aberturas no incluidas en los planos.- Condiciones del almacenamiento de los materiales.- Tamaño máximo del árido. Humedad de los áridos.- Temperatura del cemento, de los áridos y del agua.- Temperatura y humedad de los encofrados.- Previsiones para la protección contra el sol, la lluvia o el tiempo frío.

### b) Durante el hormigonado.

Condiciones de trabajo ( tiempo atmosférico; iluminación para trabajos nocturnos; protecciones ).- Dosificación.- Transporte del hormigón ( segregación; desecación; tiempo límite ).- Vertido y colocación del hormigón ( uniformidad; continuidad; preparación de superficie de contacto; caída libre; segregación; espesor de las tongadas; nidos de grava; hormigonado bajo la lluvia ).- Compactación (uniformidad; excesos ).- Consistencia del hormigón.- Contenido del aire ocluido.- Juntas de hormigonado ( ubicación; preparación de superficies ).-Juntas de dilatación ( material de juntas; ubicación; alineación; estabilidad; libertad de movimiento futuro).- Hormigonado en tiempo frío, caluroso o en época de lluvia.

### c) Posterior al hormigonado.

Acabado de superficies ( combas; coqueas; reparación de defectos ).- Curado.- Protección contra acciones mecánicas ( impactos; sobrecargas; deterioro de superficies ).- Desencofrado, descimbramientos y reapuntamiento.- Posición, dimensiones y acabado de la estructura.- Deformaciones.

## 3) Tolerancia de ejecución.

De acuerdo con Anejo 10 de la instrucción EHE.

### a) Tolerancias de ferralla.

Preparación de barras:

Colocación de barras:

-En sección transversal, el 3% de la dimensión de la pieza paralela al desplazamiento de la barra sin rebasar 25mm. Cuando el desplazamiento no afecta al canto útil ni a la correcta ejecución, se admite tolerancia doble.

-En dirección longitudinal, se admite variación + - 50mm.

-En recubrimientos y separación entre barras contiguas, se puede admitir hasta un 20% del valor teórico.

-Para armaduras transversales ( cercos, armaduras de reparto, etc. ) se admite un desplazamiento igual al diámetro de la barra ( siempre que no sea éste mayor que la tolerancia expresada ). Para caso de exigencia de mayor desplazamiento, la determinación corresponde al Director de la Obra.

### b) Tolerancias en secciones de hormigón.

Sección transversal de soportes, vigas, placas y muros:

- 5mm. y + 10mm. para dimensión 50cm.

Para dimensión > 50 cm. el 1% por defecto y el 2% por exceso.

Para los huecos pasantes en forjados, muros, etc. y tanto para las dimensiones como para su situación + - 5mm.

c) Acabado de superficies.

Su máxima irregularidad medida sobre regla de 2.00m. o escantillón curvo equivalente, no debe exceder de 5mm. para superficies vistas y 20mm. para superficies ocultas.

**-Caso de empleo en obra de hormigón preparado.**

En principio, el constructor es libre para confeccionar en obra el hormigón o adquirirlo ya confeccionado ya a una empresa de hormigón preparado, pero debe contar para ello con la autorización del Director de la Obra. El encargo de hormigón preparado puede hacerse de dos maneras:

-Por dosificación. En este caso debe especificarse en el pedido el contenido de cemento por metro cúbico. El tamaño máximo del árido y la consistencia deseada, medida en cono de Abrams.

-Por resistencia. En este caso debe especificarse la resistencia característica deseada, y como en el caso anterior el tamaño máximo del árido y la consistencia.

El hormigón que vaya a utilizarse con fines estructurales debe ser encargado siempre según el segundo método, es decir, por resistencia. En tal caso, el suministrador, garantiza los tres parámetros indicados en el encargo.

Las relaciones suministrador-utilizador de hormigón preparado vienen reguladas por la Instrucción para la fabricación y suministro de hormigón preparado, EHPRE-72, publicado por el Ministerio de Obras Públicas ( Orden de Presidencia del Gobierno de 5 de mayo de 1.972 ), de obligado cumplimiento de todas las obras de territorio nacional.

El control de calidad del hormigón preparado se efectúa de igual manera que en el caso de hormigón hecho de obra pero presenta algunas variantes que se indican a continuación:

1°. -No es necesario en este caso efectuar los ensayos previos ni los característicos.

2°. -Los ensayos de control se efectuarán a nivel normal o intenso, pero no a nivel reducido.

3°. -Las probetas para los ensayos de control deben tomarse a pie de camión y dentro del plazo que figura en el albarán de suministro.

4°. -En vez de tomar dos probetas por camión y obtener la media, como se hace en el caso general, basta con tomar una probeta por camión ya que el suministrador garantiza la uniformidad dentro de cada amasado.

5°. -Si se tienen dudas a cerca de dicha uniformidad, ésta se comprobará aplicando el criterio establecido al efecto por la Instrucción EHPRE-72, que consiste en tomar dos muestras del mismo camión 1/4 y a los 3/4 de la descarga y hacer sobre muestras de mismo camión de los seis ensayos indicados en el cuadro que figura a continuación. Si las diferencias entre valores obtenidos para las dos muestras en, por lo menos, cuatro de los seis ensayos, cumplen respectivamente con los límites señalados en el citado cuadro, se calificará la masada de

“uniforme”. Caso contrario, la amasada no es uniforme.

Hay que tener presente que, en el caso de empleo de hormigón, aparece una nueva figura -el suministrador del hormigón- separada del Constructor, por lo que la calidad final del hormigón de la estructura depende ahora de dos personas diferentes cuyas responsabilidades deben quedar bien separadas. En rigor, el Constructor debería controlar por su parte el hormigón que recibe, responsabilizándose él del producto final colocado, ya que la puesta en obra está en su cargo. Pero siendo así que los resultados de los ensayos no se tiene hasta varias semanas de colocado el hormigón, esta separación de responsabilidades no es tan clara en la práctica, por lo que el Director de Obra deberá actuar con su buen criterio.

Diferencia máxima tolerada entre los resultados de los ensayos de dos muestras tomadas en momentos diferentes de la descarga del hormigón.

### **ENSAYO.**

*Peso del hormigón por m <sup>3</sup>	16 kg.
*Contenido del aire en porcentaje respecto al volumen de hormigón.	1,0%.
*Si el asiento medio es de 0 a 2 cm.	1cm.
*Si el asiento medio es de 3 a 5 cm.	2cm.
*Si el asiento medio es de 6 a 9 cm.	3cm.
*Si el asiento medio es de 10 a 15 cm.	4cm.
*Si el asiento medio es mayor o igual a 16 cm.	6cm.
*Contenido de árido grueso en porcentaje respecto al peso de la muestra tomada.	6,0%.
*Módulo granulométrico del árido grueso.	0,5.
*Resistencia a compresión a 7 días expresada la resistencia de cada muestra como porcentaje de la media de todas las probetas de las 2 muestras.	7,5%.

### **-Uniones soldadas.**

Las uniones soldadas se ejecutarán por los siguientes procedimientos de soldeo autorizados:

- 1°. -Soldero eléctrico manual por arco descubierto, con electrodo posible revestido.
- 2°. -Soldero eléctrico, semiautomático o automático, con arco en atmósfera gaseosa, con alambre-electrodo fusible.
- 3°. -Soldero eléctrico, automático, por arco sumergido, con alambre electrodo fusible desnudo.
- 4°. -Soldero eléctrico por resistencia.

El Director de la Obra exigirá que los trabajos de soldeo sean realizados por operarios especializados, de acuerdo con la norma UNE-EN 287-1/92.

En los planos de taller se definirán las soldaduras fijando las siguientes características: dimensión de preparación de los bordes, disposición de la soldadura y preparación, dimensiones de las gargantas, longitud eficaz, y en uniones discontinuas la separación entre los ejes de la soldadura.

La ejecución de las soldaduras, tanto en taller como en la obra, cumplirán las normas vigentes. El Director de la Obra ordenará el levantamiento y nueva ejecución de las soldaduras que presenten defectos, ya sean visibles o reveladas por un medio de control, tales como falta de penetración, grietas, inclusiones, escorias u otros cuerpos, oclusiones gaseosas, mordeduras, picaduras o desbordamiento, etc.

### **-Montaje en obra.**



El Constructor presentará al Director de la Obra para su aprobación, un programa de montaje basado en las Especificaciones Técnicas de Obra, detallando los extremos siguientes:

- a) Descripción de la ejecución de fases y tiempos de montajes de los elementos de cada fase.
- b) Descripción del equipo que se empleará en el montaje de cada fase.
- c) Elementos de sujeción provisional.
- d) Personal preciso en cada fase.
- e) Elementos de seguridad y protección del personal.
- f) Comprobación de los replanteos, nivelaciones, alineaciones y aplomos.

Antes de proceder al montaje se comprobará que los materiales y/o elementos preparados en el taller, no han sufrido desperfectos durante el transporte, almacenamiento y manipulación en obra.

Se rechazarán las piezas que hayan sufrido desperfectos que no puedan ser corregidos o se presume que su corrección puede afectar a la resistencia o estabilidad de la estructura.

Los elementos que se asegurarán provisionalmente por procedimientos que resistan a los esfuerzos que puedan producirse en las operaciones de montaje.

No se procederá al soldeo definitivo hasta que se haya comprobado que los elementos de cada unión coinciden con su posición definitiva.

Los elementos auxiliares se resistirán cuando se pueda prescindir de ellos estáticamente.

El Director de la Obra exigirá que el montaje se ajuste con exactitud a lo especificado en los planos de estructura y dentro de los límites de tolerancia en ellos expresados.

**-Normativa vigente.**

Instrucción de Hormigón Estructural EHE.

Instrucciones para la fabricación y suministro de hormigón preparado EH-PRE-72.

Orden de la presidencia de gobierno de 10 de mayo de 1973 ( B.O.E. 1973-05-18 ).

Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la Recepción del Cemento ( B.O.E. 28-06-1975).

## **NORMAS UNE QUE AFECTAN A CEMENTOS Y HORMIGONES.**

### **CEMENTOS.**

41	126	Compatibilidad de uso de cementos en las mezclas.
41	153	Conglomerantes hidráulicos. Definiciones.
41	154	Cemento Portland. Clasificación y características.
41	155	Cemento Portland resistente a las aguas selenitosas (cemento PAS) Clasificación y características.
41	156	Cemento Portland Siderúrgico. Clasificación y características.
41	157	Cemento Portland de alto horno. Clasificación y características.

### **ENSAYOS.**

7	050	Cedazos y tamiz de ensayo.
7	108	Preparación de las muestras de clínker y de cemento para su obtención al microscopio.
7	105	Determinación del residuo insoluble en los cementos puzolánicos, puzolanas, y tipo Zumaya.
7	144	Determinación de la finura de los cementos con el permeabilímetro Blaine.

### **EJECUCIÓN DE HORMIGONES.**

7	102	Determinación de un índice de consistencia de los hormigones frescos, por el método de la mesa de sacudidas.
7	103	Determinación de un índice de consistencia de los hormigones frescos por el método del cono de Abrams.
7	104	Determinación de un índice de consistencia de los hormigones frescos por el método de Iribarren.
7	141	Determinación del contenido de aire en el hormigón fresco por el método de presión.
7	142	Determinación de la exudación de agua en el hormigón.
41	002	Clases más usuales de hormigones hidráulicos.
41	116	Fabricación de probetas de hormigón para el ensayo de rotura a la compresión.
41	117	Conservación y rotura de las probetas de hormigón para el ensayo de la compresión.
41	118	Tomas de muestra del hormigón fresco.
41	119	Obtención de las probetas testigos de las piezas de hormigón, para ensayo de compresión.
41	120	Conservación y ensayo a la compresión de las probetas testigos de las piezas de hormigón.
41	121	Condiciones que deben cumplir las aguas para el

### **HORMIGÓN ARMADO.**

41	114	Barras lisas para el hormigón armado.
41	115	Barras corrugadas para el hormigón armado.

### **NORMAS UNE QUE AFECTAN AL AGUA DEL AMASADO.**

7	130	Determinación del contenido total de sustancias solubles en agua para amasado de hormigones.
7	131	Determinación del contenido total de sulfatos en el agua de amasado para morteros y hormigones.
7	132	Determinación cualitativa de hidratos de carbono en aguas de amasado para morteros y hormigones.
7	178	Determinación de los cloruros contenidos en el agua utilizada para la fabricación de

morteros y hormigones.

#### **NORMAS QUE AFECTAN A LOS ÁRIDOS.**

7	082	Determinación aproximada de la materia orgánica en arenas para hormigones y morteros.
7	083	Determinación del peso específico y de la absorción en gravas y arenas.
7	084	Determinación de la humedad superficial de grava y arenas.
7	088	Determinación de la compacidad de los áridos para morteros y hormigones.
7	133	Determinación de terrones de arcilla en áridos para la fabricación de morteros y hormigones.
7	134	Determinación de partículas blandas en áridos gruesos para hormigones.
7	135	Determinación de finos en áridos frente disoluciones de sulfato sódicos o magnésicos.
7	137	Ensayo químico para determinar la radioactividad de los áridos utilizados en la fabricación de hormigones con los alcalisis del cemento.
7	139	Análisis granulométrico de áridos.
7	140	Determinación de los pesos específicos y absorción de agua en áridos finos.
41	062	Áridos para morteros de fábricas.
41	110	Toma de muestras de los áridos empleados en la fabricación de hormigones.
41	111	Áridos finos para hormigones.
41	112	Áridos gruesos para hormigones.

#### **NORMAS UNE QUE AFECTAN A LOS ADITIVOS.**

41	100	Productos de adición para la fabricación de hormigones aeroduros.
41	113	Cloruro clacilo utilizado como producto de adición en los hormigones.
24	135	El cloruro cálcico en el hormigón. Propiedades.