

Artículo quinto.—Se autoriza a los Ministerios de Industria y de Comercio a dictar, en el ámbito de sus respectivas competencias, las disposiciones necesarias para el desarrollo de lo dispuesto en el presente Real Decreto.

DISPOSICION DEROGATORIA

Queda derogado el Real Decreto noventa y siete/mil novecientos setenta y siete, de trece de enero, en lo que se oponga a lo establecido en la presente disposición.

Dado en Madrid a diecisiete de junio de mil novecientos setenta y siete.

JUAN CARLOS

El Ministro de la Presidencia del Gobierno,  
ALFONSO OSORIO GARCIA

**15732** REAL DECRETO 1676/1977, de 17 de junio, por el que se prorrogan por cuatro años las funciones encomendadas al Instituto de Técnicas Educativas de Universidades Laborales por la disposición transitoria tercera del Decreto 2061/1972, de 21 de julio.

El Decreto dos mil sesenta y uno/mil novecientos setenta y dos, de veintinueve de julio, por el que se integran las Universidades Laborales en el régimen académico de la Ley General de Educación, determinaba en su disposición transitoria tercera que, a los efectos de perfeccionamiento del profesorado de Universidades Laborales, previstos en el artículo séptimo, número tres, de dicho Decreto, el Instituto de Técnicas Educativas de Universidades Laborales desarrollaría las funciones encomendadas a los Institutos de Ciencias de la Educación por la legislación vigente, durante un plazo de cuatro años.

Dicho Instituto ha venido desarrollando durante dicho período una intensa labor de perfeccionamiento del profesorado de Universidades Laborales, así como en las otras funciones que tiene encomendadas. No obstante, y habida cuenta de la amplitud de los programas de perfeccionamiento, la continua evolución y avance de las técnicas educativas y la creación de nuevos Centros y ampliación de los existentes, lo que supone el desarrollo de las plantillas de profesores, son muchas las acciones pendientes de cara al perfeccionamiento del profesorado y a la investigación de técnicas, particularmente en el campo de la Formación Profesional, de la Formación de Adultos y de la Aplicación de Ordenadores a la Enseñanza.

En su virtud, a propuesta de los Ministros de Educación y Ciencia y de Trabajo, y previa deliberación del Consejo de Ministros en su reunión del día diecisiete de junio de mil novecientos setenta y siete,

DISPONGO:

Artículo único.—A los efectos previstos en el artículo séptimo, número tres, del Decreto dos mil sesenta y uno/mil novecientos setenta y dos, y durante un plazo de cuatro años, el Instituto de Técnicas Educativas de Universidades Laborales desarrollará las funciones encomendadas a los Institutos de Ciencias de la Educación por la legislación vigente.

Dado en Madrid a diecisiete de junio de mil novecientos setenta y siete.

JUAN CARLOS

El Ministro de la Presidencia del Gobierno,  
ALFONSO OSORIO GARCIA

**14406** INSTRUCCION para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón pretensado, aprobada por Decreto (Continuación.) creto 1408/1977, de 18 de febrero. (Continuación.)

Así se puede aceptar la normalidad de su distribución y, en función de las condiciones previstas para la ejecución, establecer valores del coeficiente de variación.

Establecida de esta manera la función de distribución, el cuantil del 5 por 100 queda fijado por:

$$f_{cm} (1 - 1,64 \delta)$$

debiendo ser:

$$f_{ck} \leq f_{cm} (1 - 1,64 \delta)$$

La expresión anterior justifica plenamente el contenido del articulado, en el que se pide que la resistencia media de laboratorio supere el valor exigido en el proyecto,  $f_{ck}$ , con margen suficiente.

Una razonable estimación en el valor del coeficiente de dispersión permitirá cuantificar adecuadamente la diferencia entre ambos parámetros.

A título puramente informativo se incluyen las siguientes fórmulas que relacionan una y otra resistencia; fórmulas que, a falta de otros datos, pueden utilizarse en los estudios previos como una primera aproximación.

Condiciones previstas para la fabricación del hormigón	Valor aproximado de la resistencia media $f_{cm}$ necesaria en laboratorio
Buenas ... ..	$f_{cm} = 1,35 f_{ck} + 15 \text{ kp/cm}^2$
Muy buenas ... ..	$f_{cm} = 1,20 f_{ck} + 10 \text{ kp/cm}^2$

Las condiciones previstas para la fabricación del hormigón deben entenderse con arreglo a las indicaciones que siguen, en las que se ha descartado la de condiciones medias, contemplada en la Instrucción para el proyecto y ejecución de obras de hormigón en masa o armado, por no ser adecuadas en obras de hormigón pretensado.

**Condiciones buenas:** Cemento bien conservado, con frecuentes comprobaciones de su calidad. Aridos cuidadosamente medidos en volumen, procurando corregir los volúmenes de arena utilizados de acuerdo con el entumecimiento de ésta. Reajuste de la cantidad del 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.

**Condiciones muy buenas:** Control estricto de la calidad del cemento y de la relación agua/cemento. Aridos medidos en peso, determinando periódicamente su granulometría y humedad. Laboratorio a pie de obra con el personal e instalaciones necesarias en cada caso. Constante atención a todos los detalles (posible descorrección de básculas, cambio de partida de cemento, etc.).

La información suministrada por los ensayos previos de laboratorio es muy importante para la buena marcha posterior de los trabajos, por lo que conviene que los resultados los conozca el director de la obra. En particular, la confección de mayor número de probetas para romperlas a 3, 7 y 90 días permitirá tener un conocimiento de la curva de endurecimiento del hormigón, que puede resultar muy útil, tanto para tener información de partes concretas de la obra antes de 28 días como para prever el comportamiento del hormigón a mayores edades.

ARTICULO 65. ENSAYOS CARACTERISTICOS DEL HORMIGON

Salvo en el caso de emplear hormigón preparado o de que se posea experiencia previa con los mismos materiales y medios de ejecución, estos ensayos son preceptivos en todos los casos y tienen por objeto comprobar, en general antes del comienzo del hormigonado, que la resistencia característica real del hormigón que se va a colocar en la obra no es inferior a la de proyecto.

Los ensayos se llevarán a cabo sobre probetas procedentes de seis masas diferentes de hormigón, por cada tipo que haya de emplearse, enmoldando tres probetas por masa; las cuales se ejecutarán, conservarán y romperán según los métodos de ensayo UNE 7240 y UNE 7242.

Con los resultados de las roturas se calculará el valor medio correspondiente a cada amasada, obteniéndose la serie de seis resultados medios:

$$x_1 \leq x_2 \leq \dots \leq x_6$$

El ensayo característico se considerará favorable si se verifica:

$$x_1 + x_2 - x_3 \geq f_{ck}$$

en cuyo caso se aceptará la dosificación y proceso de ejecución correspondientes.

COMENTARIOS

Estos ensayos tienen por objeto garantizar, antes del proceso de hormigonado, la idoneidad de la dosificación que se vaya a

utilizar y del proceso de fabricación que se piensa emplear, para conseguir hormigones de la resistencia prevista en el proyecto.

Como puede comprobarse, el criterio de aceptación es análogo al que se empleará en los ensayos de control a nivel intenso, empleándose tres probetas para definir la resistencia de cada amasada. Esta prescripción tiene por objeto eliminar la posibilidad de un rechazo de dosificación o proceso de fabricación, como consecuencia de un error en la medida de la resistencia de una sola probeta, como consecuencia de deficiente ejecución, conservación, transporte o del mismo proceso de rotura. Se entiende que el valor medio de una serie de tres probetas representa, con más propiedad que un solo valor, la calidad de la amasada, compensando en parte las desviaciones introducidas al confeccionar las probetas.

El mayor costo del ensayo queda compensado por la repercusión económica del mismo sobre el costo de la obra.

Por otra parte, resulta útil ensayar varias dosificaciones iniciales, pues si se prepara una sola y no se alcanza con ella la debida resistencia hay que comenzar de nuevo, con el consiguiente retraso para la obra.

De acuerdo con el método de ensayo UNE 7240, las probetas se conservarán en obra, sumergidas en agua o en cámara húmeda, a temperatura no superior a 20° C. Para conseguirlo, lo más cómodo es disponer un depósito cubierto, construido de material no metálico. Siendo así que cuanto menor es la temperatura del agua de conservación, más baja resulta la resistencia de las probetas; es siempre ventajoso disponer un termostato de resistencia (aparato sencillo y económico), o recurrir a cualquier otro sistema, para no bajar mucho del límite máximo admitido de 20° C; y, desde luego, es imprescindible comprobar con frecuencia la temperatura mediante un termómetro.

ARTICULO 66. ENSAYOS DE CONTROL DEL HORMIGON

66.1. Generalidades

Estos ensayos son preceptivos en todos los casos y tienen por objeto comprobar, a lo largo de la ejecución, que la resistencia característica del hormigón de la obra es igual o superior a la de proyecto.

El control podrá realizarse en dos modalidades:

- Control total (control al 100 por 100), cuando se conozca la resistencia de todas las amasadas.
- Control estadístico del hormigón, cuando sólo se conozca la resistencia de una fracción de las amasadas que se controlan. En este caso, en función del valor adoptado para  $\gamma_c$  y de acuerdo con el artículo 41, se establecen dos niveles de control estadístico de la calidad del hormigón:
  - control estadístico a nivel normal;
  - control estadístico a nivel intenso.

En ambas modalidades los ensayos se realizan sobre probetas ejecutadas en obra y conservadas y rotas según UNE 7240 y UNE 7242.

COMENTARIOS

El objeto de los ensayos de control es comprobar que las características de calidad del hormigón, curado en condiciones normales y a 28 días de edad, son las previstas en el proyecto.

Con independencia de los ensayos de control se realizarán los de información (artículo 67, a) que prescriba el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o indique el director de la obra, para conocer a una edad, y tras un proceso de curado análogo al de los elementos de que se trata, que el hormigón tiene la resistencia adecuada, especialmente en el momento del tesado.

Desde el punto de vista de la aceptación del lote objeto del control, los ensayos determinantes son los que se prescriben en 66.2 y 66.3 o, en su caso, los derivados de 66.4.

66.2. Control total (control al 100 por 100)

Esta modalidad de control es de aplicación a cualquier obra y cualesquiera que sean los valores adoptados para  $\gamma_c$ , de conformidad con el artículo 41 de esta Instrucción.

El control se realiza determinando la resistencia de todas las amasadas componentes de la parte de obra sometida a control y calculando, a partir de sus resultados, el valor de la resistencia característica real, según 35.1.

Para que el conjunto de amasadas sometidas a control sea aceptable es preciso que:

$$f_{c \text{ real}} \geq f_{ck}$$

COMENTARIOS

En la mayoría de las obras este tipo de control no deberá utilizarse, por el elevado número de probetas que implica confeccionar, conservar y romper la complejidad de todo orden que supone para la obra y el elevado costo del control.

Sin embargo, en algunos casos especiales, como elementos aislados de mucha responsabilidad, en cuya composición entra un número pequeño de amasadas u otros similares, puede resultar de gran interés el conocimiento exacto de  $f_{c \text{ real}}$ , para basar en él las decisiones de aceptación o rechazo, con eliminación total del posible error inherente a toda estimación. En previsión de estos casos especiales, pero sin exclusión de cualquier otro, se da entrada de forma fehaciente en la Instrucción a este tipo de control.

Conforme se ha definido en el artículo 35, el valor de la resistencia característica real corresponde al cuantil del 5 por 100 en la función de distribución de la población, objeto del control. Su obtención se reduce a determinar el valor de la resistencia de la amasada, que es superada en el 95 por 100 de los casos o que, a lo sumo, es igualada en el 5 por 100 de ellos.

En general, para poblaciones formadas por N amasadas, el valor de  $f_{c \text{ real}}$  corresponde a la resistencia de la amasada, que, una vez ordenadas las N determinaciones de menor a mayor, ocupa el lugar  $n = 0,05 N$ , redondeándose «n» por exceso.

Cuando el número de amasadas que se vayan a controlar sea igual o menor que 20,  $f_{c \text{ real}}$  será el valor de la resistencia de la amasada más baja encontrada en la serie.

66.3. Control estadístico del hormigón

66.3.1. Ensayos de control a nivel normal

Esta modalidad de control es de aplicación a obras en cuyo proyecto se haya adoptado para  $\gamma_c$  un valor  $\gamma_c \geq 1,5$ , en correspondencia con el artículo 41.

A efectos del control se divide la obra en partes sucesivas, inferiores cada una al menor de los límites señalados en el cuadro 66.3.1.a.

CUADRO 66.3.1.a

Límite superior	Tipo de elementos estructurales		
	Lineales	Superficiales	Grandes macizos
Volumen ... ..	100 m <sup>3</sup>	200 m <sup>3</sup>	500 m <sup>3</sup>
Superficie ... ..	500 m <sup>2</sup>	500 m <sup>2</sup>	—
Número de amasadas ... ..	100	100	100
Tiempo de hormigonado ... ..	2 semanas	2 semanas	1 semana
Número de plantas ... ..	1	1	—

El control tiene por objeto determinar si el hormigón componente de cada una de las partes es aceptable con arreglo a los criterios de esta Instrucción.

El control se realiza mediante determinaciones de resistencia de amasadas, según el artículo 11, en número  $N > 3$  y frecuencia que fijará el director de la obra, de no estar previstos en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, tomadas al azar entre las componentes de la obra sometida a control. En todo caso, el contratista podrá utilizar un número de determinaciones superior al mencionado anteriormente, siendo a su costa el sobrecosto del ensayo.

Ordenados los resultados de las determinaciones de resistencia de las N amasadas controladas en la forma:

$$x_1 \leq x_2 \leq \dots \leq x_m \leq \dots \leq x_N$$

se define como resistencia característica estimada, en este nivel, la que cumple las siguientes expresiones:

$$\text{Si } N < 6 : f_{est} = K_N \cdot x_1$$

$$\text{Si } N \geq 6 : f_{est} = K_N \cdot x_1 \leq 2 \cdot \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_{m-1}}{m-1} - x_m$$

siendo:

$K_N$  = coeficiente dado en el cuadro 66.3.1.b, en función de N y del tipo de instalación en que se fabrique el hormigón;

$x_1$  = resistencia de la amasada de menor resistencia;

$m = N/2$  si N es par;

$m = \frac{N-1}{2}$  si N es impar.

CUADRO 66.3.1.b

Valores de  $K_N$

N	Hormigones fabricados en central automática, con control sistemático muy cuidadoso de todas las operaciones	Otros casos
3	0,91	0,80
4	0,93	0,84
5	0,94	0,87
6	0,95	0,89
7	0,96	0,91
8	0,97	0,93
10	0,98	0,96
12	0,99	0,98
14	1,00	1,00
16	1,01	1,02
18	1,02	1,04

Para que la parte de obra sometida a control sea aceptable es necesario que se verifique:

$$f_{est} \geq f_{ck}$$

COMENTARIOS

Se consideran en este nivel los casos frecuentes en que las determinaciones de resistencia de las amasadas componentes de la parte de obra sometida a control no responden a criterios sistemáticos, en su número ni en su frecuencia. Es posible, por lo tanto, que puedan introducirse errores en la fabricación del hormigón, de trascendencia para su resistencia, no fácil ni inmediatamente detectables. Para reducir en lo posible tales efectos se establece que  $\gamma_c$  sea igual o superior a 1,5.

En realidad, en este nivel, la función para determinar la resistencia característica estimada sería  $f_{est} = K_N \cdot x_1$ , con los significados establecidos para  $K_N$  y  $x_1$ . Tal función exige conocer el coeficiente de variación  $\delta$  de la población para poder aplicarse con toda corrección, puesto que  $K_N$  es función de tal coeficiente de variación y del número N. Sin embargo, como para que la estimación de  $\delta$  tenga una fiabilidad aceptable es necesario que se controle un número de amasadas N superior al que habitualmente se emplea, y como, por otra parte, a partir de  $N = 6$  las diferencias entre los valores  $K_N$ , para el mismo valor de N y diferentes coeficientes de variación es inferior al 5 por 100, se ha preferido ligar los valores de  $K_N$  al tipo de instalación en que se fabrica el hormigón, desligándolo del cálculo de  $\delta$  mediante la aceptación previa de la hipótesis de que los hormigones fabricados en «central automática con control sistemático de todas las operaciones» tienen un coeficiente de variación del orden de 0,10, englobando en «otros casos» las que presentan un  $\delta = 0,20$ .

Con lo anterior, en los casos de  $N \geq 6$ , la discrepancia producida en  $f_{est}$  por una errónea estimación de  $\delta$  será prácticamente insignificante, habiéndose aceptado la posibilidad de emplear una segunda función de estimación, dependiente únicamente de los valores muestrales y prevista, en principio, para el control a nivel intenso, a fin de paliar aún más los posibles casos en que la diferencia en cuestión, aún pequeña, pudiera tener importancia.

Los casos en que  $N < 6$  son los que presentan más dificultad, puesto que ni es posible estimar  $\delta$  con precisión, ni introducir un segundo estimador de comparación; en ellos, evidentemente, una errónea estimación previa de su coeficiente de variación puede tener repercusiones a la hora de la aceptación. Cuando la realización de los ensayos de una manera sistemática sea posible se recomienda comenzar la serie de ensayos con valores de  $N \geq 6$ , continuando con la misma extensión de la muestra durante el control de las cuatro o cinco primeras partes de obra; con la totalidad de los valores muestrales obtenidos puede entonces calcularse el coeficiente de variación de la población con suficiente garantía y, una vez cerciorados del caso de que se trata a efectos de la elección de  $K_N$ , reducir el valor de N en el control de las sucesivas partes de la obra.

66.3.2. Ensayos de control a nivel intenso

Esta modalidad de control es de aplicación a obras en cuyo proyecto se haya adoptado para  $\gamma_c$  un valor  $\gamma_c < 1,5$ , en correspondencia con el artículo 41 de esta Instrucción.

A los efectos del control se dividirá la obra en partes, con arreglo a los criterios del cuadro 66.3.1.a, siendo el objeto del control determinar si el hormigón componente de cada una de las partes es aceptable con arreglo al contenido de esta Instrucción.

El control de cada parte se realiza sobre un número N de determinaciones de resistencia de otras tantas amasadas, tomadas al azar, entre las componentes de la parte controlada. Los valores de N se establecerán de acuerdo con la sistemática que se define en este artículo.

En general, obtenidas las resistencias de N amasadas y ordenadas de menor a mayor en la forma:

$$x_1 \leq x_2 \leq \dots \leq x_m \leq \dots \leq x_N$$

se define la resistencia característica estimada, de la parte de obra sometida a control, por:

$$f_{est} = 2 \cdot \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_{m-1}}{m-1} - x_m \leq K_N x_1$$

siendo:

$m = N/2$  o  $\frac{N-1}{2}$ , según sea N par o impar, respectivamente;

$K_N$  = parámetro definido en 66.3.1 para el caso de control a nivel normal, función del valor N y del tipo de instalación en que se fabrique el hormigón.

La parte de obra sometida a control será aceptable si se verifica que:

$$f_{est} \geq f_{ck}$$

La sistemática de la aplicación de este nivel de control a la totalidad de la obra será la siguiente:

Al comienzo del control se tomará  $N = 12$ ; cuando en cuatro lotes consecutivos con  $N = 12$  se haya obtenido aceptación ( $f_{est} \geq f_{ck}$ ), se tomará en los siguientes  $N = 6$ . Se volverá a tomar  $N = 12$  a partir del momento en que con  $N = 6$  se obtenga  $f_{est} < f_{ck}$ , volviéndose a tomar  $N = 6$  tan pronto como en cuatro lotes consecutivos se obtenga  $f_{est} \geq f_{ck}$ . Este proceso se repartirá tantas veces como sea preciso.

COMENTARIOS

Se basa el control a nivel intenso, como el control a nivel normal, en determinaciones de la resistencia de diversas amasadas, siéndole de aplicación lo comentado al respecto en el artículo anterior.

Se presupone la normalidad de la población, si bien, por tomar en consideración exclusivamente la mitad de los valores obtenidos, no se penalizan las desviaciones en más a partir del valor  $x_m + 1$ .

Con la limitación establecida,  $f_{est} \leq K_N \cdot x_1$ , se quiere eludir los posibles casos de polémica en que, por una desviación en más del valor  $x_m$ , pudiera resultar un ensayo, aceptable con el criterio establecido en el nivel normal y rechazable en éste.

Por último, el juego de decisiones sobre el número de determinaciones que deben realizarse, es decir, sobre la información general que se quiere conseguir, pretende obtener una información de extensión aceptable al comienzo de la obra y siem-

pre que esté en entredicho la calidad del hormigón que anteriormente se haya puesto en obra, mientras que permite reducir el número de probetas en los casos en que la fabricación se estabiliza alrededor de calidades aceptables.

#### 66.4. Decisiones derivadas del control de resistencia

Cuando en una parte de obra, sometida a cualquier nivel de control, sea  $f_{est} \geq f_{ck}$ , tal parte de obra se aceptará.

Si resultase  $f_{est} < f_{ck}$ , a falta de una explícita previsión del caso en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares de la obra y sin perjuicio de las sanciones contractuales previstas, se procederá como sigue:

- si  $f_{est} \geq 0,9 f_{ck}$  la obra se aceptará;
- si  $f_{est} < 0,9 f_{ck}$  se podrá proceder a realizar, a costa del constructor, los ensayos de información previstos en el artículo 67 o las pruebas de carga previstas en el artículo 76, a juicio del director de la obra; y según decisión de éste, a aceptarlas, a demolerlas o a reforzarlas.

En caso de haber optado por ensayos de información y resultar estos desfavorables podrá el director de obra ordenar las pruebas de carga antes de decidir si se acepta, refuerza o demuele.

#### COMENTARIOS

Antes de tomar la decisión de aceptar, reforzar o demoler, el director de obra deberá estimar la disminución de la seguridad, para lo cual podrá consultar con el proyectista y con organismos especializados; y tomará aquella decisión, incluso de ser positiva, sin la realización de los ensayos previstos en b).

En general, de una prueba de carga no se puede deducir que el margen de seguridad de la estructura en servicio es suficiente, salvo el caso en que la prueba se lleve hasta rotura (lo que es de aplicación, por ejemplo, en elementos prefabricados que se repiten). No obstante, la realización de una prueba de carga juiciosamente efectuada e interpretada puede aportar datos útiles que coadyuven a la toma de decisión final.

#### ARTICULO 67. ENSAYOS DE INFORMACION DEL HORMIGON

Estos ensayos sólo son preceptivos en los casos previstos por esta Instrucción en los artículos 25, 28 y 66 o cuando así lo indique el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. Su objeto es conocer la resistencia real del hormigón de una parte determinada de la obra, a una cierta edad y/o tras un curado en condiciones análogas a las de la obra.

Los ensayos de información pueden consistir en:

- La fabricación y rotura de probetas, en forma análoga a la indicada para los ensayos de control, pero conservando las probetas, no en agua, sino en unas condiciones que sean lo más parecidas posible a aquellas en las que se encuentre el hormigón cuya resistencia se busca.
- La rotura de probetas testigo extraídas del hormigón endurecido (método de ensayo UNE 7241 y UNE 7242). Esta forma de ensayo sólo podrá realizarse cuando dicha extracción sea posible sin afectar de un modo sensible a la capacidad de resistencia de la obra.
- Como complemento de los anteriores, el empleo de métodos no destructivos confiables, debidamente correlacionados con aquellos que merezcan la aprobación del director de obra.

Para la valoración de la resistencia en los ensayos a), b) y c) debe tenerse en cuenta que en soportes o elementos análogos, hormigonados verticalmente, la resistencia puede estar reducida en un 10 por 100, como se considera en el cálculo en 35.5.

#### COMENTARIOS

La realización de estos ensayos tiene interés a veces; por ejemplo: para conocer la resistencia alcanzada por un hormigón que ha sido afectado por la helada; para fijar el instante del tesado, desencofrado o descimbrado de una pieza; para conocer la capacidad de carga de una zona de la estructura; para decidir el momento de la apertura al tráfico de un pavimento, etc.

Respecto a la extracción de probetas testigo se llama la atención sobre el hecho de que para que sean representativas tales probetas deben poseer unas dimensiones mínimas determinadas, función del tamaño de los áridos. Esas dimensiones vienen establecidas en el método de ensayo de la UNE 7241.

En general, los resultados que dan los ensayos del tipo a) suelen quedar del lado de la seguridad, ya que el pequeño tamaño de las probetas y, por tanto, su menor inercia en todos aspectos actúa en sentido desfavorable, y el hormigón de dichas probetas suele resistir algo menos que el del elemento que ellas representan.

Existe una gran variedad de ensayos no destructivos (acústicos, esclerométricos, etc.), muchos de los cuales se encuentran todavía en evolución, por lo que se ha preferido no especificar ninguno de ellos en el articulado. El director de obra juzgará, en cada caso, sobre la idoneidad del método que se proponga, teniendo en cuenta que es condición necesaria para obtener resultados confiables el que la realización e interpretación, siempre delicadas, de estos ensayos esté a cargo de personal especializado.

En cualquier caso, la precaución de realizar ensayos no destructivos sobre probetas de la obra, en las fases de los ensayos previos, característicos o de control, permite establecer las correlaciones oportunas entre los valores dados por los ensayos destructivos y los no destructivos, que, en caso de tener que recurrir a los ensayos de información, pueden constituir un depósito de conocimientos de gran valor, especialmente al permitir, en cualquier momento, extender el campo de observación más allá de los elementos concretos de los que se hayan extraídos las probetas.

#### ARTICULO 68. CONTROL DE LA CALIDAD DEL ACERO

##### 68.1. Generalidades

En correspondencia con el valor adoptado para  $\gamma_s$ , de acuerdo con el artículo 41, se establecen los siguientes niveles para controlar la calidad del acero, tanto para las armaduras activas como para las pasivas:

- Control a nivel normal.
- Control a nivel intenso.

#### COMENTARIOS

##### 68.2. Control a nivel normal

Corresponde a  $\gamma_s = 1,15$ .

El control consiste en:

- Exigir, para cada partida que entre en obra, el certificado del fabricante que garantiza sus características, según los artículos 12 y 13.
- Tomar dos probetas por cada diámetro y partida de 20 t o fracción para armaduras pasivas y 10 t o fracción para armaduras activas, para sobre ellas:
  - Verificar que la sección equivalente cumple lo especificado en los artículos 12 y 13.
  - En caso de barras corrugadas verificar que las características geométricas de sus resaltos están comprendidas entre los límites admisibles establecidos en el certificado de homologación (artículo 12).
  - Según la clase de armadura, realizar los ensayos de doblado simple a 180° y doblado y desdoblado, según los artículos 12 y 13 y las UNE 36088, 36095, 36096, 36097 y 36098.
- Determinar, al menos, en dos ocasiones durante la realización de la obra el límite elástico, carga de rotura y alargamiento en rotura, como mínimo en una probeta por cada diámetro empleado, tanto para las armaduras activas como para las pasivas.
- En el caso de existir empalmes por soldadura en las armaduras pasivas, verificar, de acuerdo con lo especificado en 68.4, la aptitud para el soldeo en obra.

#### COMENTARIOS

En el caso en que los valores que consten en el certificado del fabricante, por el que garantiza las características del acero, según los artículos 12 y 13, no correspondan con los resultados obtenidos sobre las probetas tomadas en obra, la Dirección de ésta tomará las medidas que estime oportunas.

## 66.3. Control a nivel intenso

Corresponde a  $\gamma_c = 1,1$ .

El control consiste en:

- Exigir, para cada partida que entre en obra, el certificado del fabricante por el que garantiza las características mecánicas del material, según los artículos 12 y 13.
- Tomar dos probetas por cada diámetro y partida de 20 t o fracción para armaduras pasivas y 10 t o fracción para armaduras activas, para sobre ellas:
  - Verificar que la sección equivalente cumple lo especificado en 12.1 y 13.2.
  - En caso de barras corrugadas verificar que las características geométricas de sus resaltos están comprendidas entre los límites admisibles establecidos en el certificado de homologación (artículo 12).
  - Según la clase de armadura, realizar los ensayos de doblado simple a 180° y doblado desdoblado, según los artículos 12 y 13 y las UNE 36088, 36095, 36096, 36097 y 36098.
- Realizar ensayos periódicos y sistemáticos de comprobación de las características del material especificadas en los artículos 12 y 13 no menos de tres veces en el curso de la obra y con un mínimo de una comprobación por cada 50 t para las armaduras pasivas y cada 20 t para las armaduras activas. En cada comprobación se tomarán al menos dos probetas procedentes de cada diámetro y tipo utilizado.
- En el caso de existir empalmes por soldadura en las armaduras pasivas se verificará la aptitud para el soldeo en obra, según 66.4, al menos dos veces en el curso de la obra y para cada diámetro.

## COMENTARIOS

En el caso en que los valores que constan en el certificado del fabricante por el que garantiza las características del acero, según los artículos 12 y 13, no correspondan con los resultados obtenidos sobre las probetas tomadas en obra, la Dirección de ésta tomará las medidas que estime oportunas.

## 66.4. Ensayo de aptitud al soldeo en obra para armaduras pasivas

Este ensayo se realizará sobre los diámetros máximo y mínimo que se vayan a soldar.

De cada diámetro se tomarán seis probetas, realizándose con tres los ensayos de tracción y con las otras tres el de doblado simple, procediéndose de la siguiente manera:

## — Ensayo de tracción

De las tres probetas tomadas para este ensayo, una se probará soldada y las otras sin soldadura, determinando su carga total de rotura. El valor obtenido para la probeta soldada no presentará una disminución superior al 5 por 100 de la carga total de rotura media de las otras dos probetas, ni será inferior a la carga de rotura garantizada.

De la comparación de los diagramas fuerza-alargamiento correspondiente deberá resultar que, para cualquier alargamiento, la fuerza correspondientes a la barra soldada no será inferior al 95 por 100 del valor obtenido del diagrama de la barra testigo de diagrama inferior.

La base de medida del extensómetro ha de ser, como mínimo, tres veces la longitud de la oliva.

## — Ensayo de doblado simple

Se realizará sobre tres probetas soldadas, en la zona de afectación del calor (HAZ), sobre un mandril del diámetro  $D'$ , prescrito en 12.2 si se trata de barras lisas y en la Tabla 12.3.b en el caso de barras corrugadas.

## COMENTARIOS

## ARTICULO 66. CONTROL DE DISPOSITIVOS DE ANCLAJE Y EMPALME DE LAS ARMADURAS POSTESAS

Los dispositivos del anclaje y empalme de las armaduras postesas deberán recibirse en obra acompañados por un certificado expedido por un Laboratorio Oficial donde se acredite que cumplen las condiciones especificadas en el artículo 15.

Cumplido este requisito, el control en obra se limitará a una comprobación de las características aparentes, tales como dimensiones e intercambiabilidad de las piezas, ausencia de fisuras o rebabas que supongan defectos en el proceso de fabricación, etc. De forma especial debe observarse el estado de las superficies que cumplan la función de retención de los tendones (dentado, rosca, etc.) y de las que deben deslizar entre sí durante el proceso de penetración de la cuña.

El número de elementos sometidos a control será el mayor de los valores siguientes:

- Seis por cada partida recibida en obra.
- El 5 por 100 de los que hayan de cumplir una función similar en el pretensado de cada pieza o parte de obra.

Cuando las circunstancias hagan prever que la duración o condiciones de almacenamiento puedan haber afectado al estado de las superficies antes indicadas, deberá comprobarse nuevamente su estado antes de su utilización.

## COMENTARIOS

Se llama la atención sobre el hecho de que el certificado de ensayo pueda amparar el uso de los correspondientes dispositivos de anclaje y/o empalme en ciertas condiciones y no en otras, por ejemplo, bajo cargas estáticas y no dinámicas, hasta un valor determinado de la fuerza de pretensado, etc.

## ARTICULO 70. CONTROL DE LAS VAINAS Y ACCESORIOS PARA ARMADURAS DE PRETENSADO

Las vainas y accesorios deberán recibirse en obra acompañadas por un certificado del fabricante donde se garantice que cumplen las condiciones especificadas en el artículo 16 de esta Instrucción y de un catálogo o documento que indique las condiciones de utilización.

Cumplido este requisito, el control en obra se limitará a una comprobación de las características aparentes, tales como dimensiones, rigidez de las vainas, ausencia de abolladuras, ausencia de fisuras o perforaciones que hagan peligrar la estanquidad de éstas, etc.

En particular deberá comprobarse que al curvar las vainas, de acuerdo con los radios con que vayan a utilizarse en obra, no se produzcan deformaciones locales apreciables, ni roturas que puedan afectar a la estanquidad de las vainas.

Se recomienda asimismo comprobar la estanquidad y resistencia al aplastamiento y golpes de las vainas y piezas de unión, boquillas de inyección, trompetas de empalme, etc., en función de las condiciones en que hayan de ser utilizadas.

En cuanto a los separadores convendrá comprobar que no producirán acodamientos de las armaduras o dificultad importante al paso de la inyección.

En el caso de almacenamiento prolongado o en malas condiciones deberá observarse con cuidado si la oxidación de los elementos metálicos puede producir daños para la estanquidad o de cualquier otro tipo.

## COMENTARIOS

Dada la diversidad y heterogeneidad de elementos accesorios que se utilizan en la técnica del pretensado, no pueden darse normas concretas sobre su control, pero debe recordarse que pueden tener una gran influencia en el correcto funcionamiento del sistema de tesado y en la pieza final.

## ARTICULO 71. CONTROL DE LOS EQUIPOS DE TESADO

Los equipos de tesado deberán disponer, al menos, de dos instrumentos de medida (manómetros, dinamómetros, etc.) para poder comprobar los esfuerzos que se introduzcan en las armaduras activas.

Antes de comenzar las operaciones de tesado en cada obra se comprobará la correlación existente entre las lecturas de ambos instrumentos para diversos escalones de tensión.

El equipo de tesado deberá contrastarse en obra, mediante un dispositivo de tarado independiente de él, en los siguientes casos:

- Antes de utilizarlo por primera vez.
- Siempre que se observen anomalías entre las lecturas de los dos instrumentos propios del equipo.
- Cuando los alargamientos obtenidos en las armaduras discrepen de los previstos en cuantía superior a la especificada en el artículo 20.

- Cuando en el momento de tesar hayan transcurrido más de dos semanas desde la última contrastación.
- Cuando se hayan efectuado más de cien utilizaciones.
- Cuando el equipo haya sufrido algún golpe o esfuerzo anormal.

Los dispositivos de tarado deberán ser contrastados (al menos una vez al año) por un Laboratorio Oficial.

## COMENTARIOS

## ARTICULO 72. CONTROL DE LOS PRODUCTOS DE INYECCION

Los requisitos que habrán de cumplir los productos de inyección serán los que figuran en el artículo 17.

Si los materiales, cemento y agua utilizados en la preparación del producto de inyección son de distinto tipo o categoría que los empleados en la fabricación del hormigón de la obra, deberán ser necesariamente sometidos a los ensayos que se indican en el artículo 60.

En cuanto a la composición de los aditivos, antes de comenzar la obra se comprobará en todos los casos, mediante los oportunos ensayos de Laboratorio, la ausencia de cloruros, sulfuros, sulfitos, nitratos u otros compuestos químicos que puedan favorecer la corrosión de las armaduras. Asimismo se comprobará el efecto que el aditivo que se piensa emplear en la obra produce en las características de calidad de la lechada o mortero, de manera que se cumplan las especificaciones del artículo 17 y del 60.4 en lo referente a su composición, calidad, marcas y tipos admisibles en la obra, viscosidad, exudación, reducción de volumen, expansión, resistencia a compresión, resistencia a la helada, etc. Se habrán de tener en cuenta las condiciones particulares de la obra en cuanto a temperatura para prevenir, si fuese necesario, la necesidad de que el aditivo tenga propiedades aireantes.

## COMENTARIOS

## CAPITULO XV

## — Control de la ejecución

## ARTICULO 73. CONTROL DE LA EJECUCION

## 73.1. Generalidades

El control de la ejecución tiene por objeto garantizar el cumplimiento de las prescripciones generales del Capítulo III de esta Instrucción, más las específicas contenidas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Corresponde a la Dirección de la obra la responsabilidad de la realización del control de la ejecución, el cual se adecuará necesariamente al nivel correspondiente, en función del valor adoptado para  $\gamma_f$  en el proyecto, y de los daños previsibles en caso de accidentes, según el artículo 41.

Se consideran en el citado artículo 41 los siguientes dos niveles para la realización del control de la ejecución.

- Control de ejecución a nivel normal.
- Control de ejecución a nivel intenso.

## COMENTARIOS

Un hormigón que a la salida de hormigonera cumpla todas las especificaciones de calidad puede ver disminuidas las mismas si su transporte, colocación y curado no son correctos. Lo mismo puede decirse respecto al corte, doblado y colocación tanto de las armaduras activas como de las pasivas, y a la precisión con que se introduzcan en éstas las tensiones iniciales previstas en el proyecto. Ya se ha indicado que cualquier irregularidad en el trazado de las armaduras activas respecto a su correcta posición modifica la distribución de tensiones en la sección transversal de la pieza y puede engendrar sollicitaciones no previstas en los cálculos, susceptibles de dañar o fisurar el hormigón. Especial importancia adquiere, por los conocidos riesgos de corrosión bajo tensión, el mantenimiento de los recubrimientos mínimos exigidos y el que la inyección de los conductos en que van alojados los tendones se realice en la forma adecuada. Además, aun realizadas las operaciones anteriores con todo cuidado es preciso comprobar las luces y dimensiones de los elementos construidos, para poder garantizar que la calidad de la obra terminada es la exigida en el proyecto. Lo mismo puede decirse respecto al corte, doblado y colocación de barras.

Básicamente, el control de la ejecución está confiado a la inspección visual de las personas que lo ejercen, por lo que su buen sentido, conocimientos técnicos y experiencia práctica

son fundamentales para lograr el nivel de calidad previsto. No obstante lo anterior, es preciso sistematizar tales operaciones de control para conseguir una eficacia elevada en el mismo, pues no siempre los defectos que puedan presentarse se detectarán, como no se haya considerado previamente la posibilidad de su presencia.

En este sentido, la Instrucción establece dos niveles, en correspondencia con el coeficiente de mayoración de las sollicitaciones, que se pondrán en práctica estableciendo una sistemática de control más o menos intensa y continuada. A título orientativo se incluye la tabla 73.1, en que se detallan las principales operaciones que deben controlarse, en correspondencia con esta Instrucción y con el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

TABLA 73.1

*Operaciones objeto de control durante la ejecución*

En las operaciones que proceda se efectuará el control dimensional.

Fase de control de ejecución	Operaciones que se controlan
Previo al hormigonado	<p>Revisión de los planos de proyecto y de obra.</p> <p>Comprobación, en su caso, de hormigoneras, vibradores, maquinaria de transporte, dispositivos de tesado, equipos de inyección, máquinas de hormigonado continuo, aparatos de medida, moldes para las probetas, equipos de laboratorio, dispositivos de seguridad, medidas de seguridad, etc.</p> <p>Replanteo.</p> <p>Andamiajes y cimbras.</p> <p>Encofrado, moldes y bancadas de pretensado.</p> <p>Doblado de armaduras pasivas.</p> <p>Estado de vainas, anclajes, empalmes de armaduras y otros dispositivos.</p> <p>Colocación de armaduras pasivas, vainas, separadores, tendones, anclajes y sus elementos accesorios, empalmes, boquillas de inyección, tubos de purga, trompetas de empalme, etc.</p> <p>Tesado de armaduras pretesas.</p> <p>Previsión de juntas.</p> <p>Previsión de hormigonado en tiempo frío.</p> <p>Previsión de hormigonado en tiempo caluroso.</p> <p>Previsión de hormigonado bajo lluvia.</p>
Durante el hormigonado	<p>Fabricación, transporte y colocación del hormigón.</p> <p>Compactación del hormigón.</p> <p>Comprobación de inmovilidad de las armaduras y vainas.</p> <p>Juntas.</p> <p>Hormigonado en tiempo frío.</p> <p>Hormigonado en tiempo caluroso.</p> <p>Hormigonado bajo la lluvia.</p> <p>Curado.</p> <p>Descimbramiento, desencofrado y desmoldeo.</p> <p>Resistencia del hormigón antes del destesado de las armaduras pretesas o el tesado de las postesas.</p> <p>Programa de tesado y alargamiento de las armaduras activas postesas. Anclajes.</p> <p>Deslizamiento y fisuración en el momento del destesado de las armaduras pretesas y después del tesado y anclajes de las postesas.</p>
Posterior al hormigonado	

Fase de control de ejecución	Operaciones que se controlan
	Inyección de los conductos de pretensado y protección de los anclajes.
	Tolerancias en dimensiones, flechas y contraflechas, combas laterales, acabado de superficies, etcétera.
	Transporte y colocación de elementos prefabricados.
	Previsión de acciones mecánicas durante la ejecución.
	Reparación de defectos superficiales.

### 73.2. Control de ejecución a nivel normal

Se realiza mediante frecuentes y periódicas visitas de inspección de la obra, durante las cuales se comprueba sistemáticamente, y por rotación, un conjunto parcial de operaciones correspondientes a las prescripciones de 73.1, con objeto de cubrir la totalidad en dos o tres visitas. El control del tesado de las armaduras activas y el de la ejecución de la inyección se realizará según los artículos 74 y 75.

#### COMENTARIOS

### 73.3. Control de ejecución a nivel intenso

Se realiza mediante frecuentes, periódicas y detalladas visitas de inspección de la obra, disponiendo de un técnico facultativo permanentemente en la misma, que realiza comprobaciones continuadas y sistemáticas de la totalidad de las prescripciones de 73.1, 74 y 75.

#### COMENTARIOS

Se ha de tener en cuenta que la tabla 73.1 únicamente tiene el carácter orientativo de un memorándum, y que especialmente se han de cumplir las prescripciones contenidas tanto en el Capítulo III como en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares de la obra.

### ARTICULO 74. CONTROL DEL TESADO DE LAS ARMADURAS ACTIVAS

Antes de iniciarse el tesado deberá comprobarse:

- en el caso de armaduras postesas, que los tendones deslizen libremente en sus conductos o vainas;
- que la resistencia del hormigón ha alcanzado, como mínimo, el valor indicado en el proyecto para la transferencia de la fuerza de pretensado al hormigón. Para ello se efectuarán los ensayos de control de la resistencia del hormigón, indicados en el artículo 66, y, si éstos no fueran suficientes, los de información, prescritos en el artículo 67.

El control de la magnitud de la fuerza de pretensado introducida se realizará, de acuerdo con lo prescrito en el artículo 20, midiendo simultáneamente el esfuerzo ejercido por el gato y el correspondiente alargamiento experimentado por la armadura.

Para constancia de este control, los valores de las lecturas registradas con los oportunos aparatos de medida utilizados se anotarán en la correspondiente tabla de tesado.

En las primeras diez operaciones de tesado que se realicen en cada obra y con cada equipo o sistema de pretensado, se harán las mediciones precisas para conocer, cuando corresponda, la magnitud de los movimientos originados por la penetración de cuñas u otros fenómenos, con el objeto de poder efectuar las adecuadas correcciones en los valores de los esfuerzos o alargamientos que deban anotarse.

#### COMENTARIOS

En el caso de tendones de poca longitud, el valor del alargamiento puede ser poco significativo, por lo que el control se realizará preferentemente midiendo el esfuerzo ejercido por el gato.

### ARTICULO 75. CONTROL DE EJECUCION DE LA INYECCION

Las condiciones que habrá de cumplir la ejecución de la operación de inyección serán las indicadas en el artículo 31 de esta Instrucción.

Se controlará el plazo de tiempo transcurrido entre la terminación de la primera etapa de tesado y la realización de la inyección.

Se harán, con frecuencia diaria, los siguientes controles:

- Un control del tiempo de amasado.
- Un control de la relación agua/cemento.
- Un control de la cantidad de aditivo utilizada.
- Un control de la viscosidad con el cono Marsch en el momento de iniciar la inyección.
- Un control de la viscosidad a la salida de la lechada por el último tubo de purga.
- Registro de temperatura ambiente máxima y mínima los días que se realicen inyecciones y en los dos días sucesivos, especialmente en tiempo frío.
- Control de que antes de cerrar sucesivamente los distintos tubos de purga ha salido todo el aire del interior de la vaina.
- Un control de la presión de inyección.
- Un control de fugas.

Cada 10 días en que se efectúen operaciones de inyección y no menos de una vez se realizarán los siguientes controles:

- Resistencia de la lechada o mortero mediante la toma de tres probetas para romper a 28 días siguiendo el método de ensayo para determinar la resistencia mecánica de los cementos, descrito en el apartado 7.6.1 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la Recepción de los Cementos (RC-75).
- Exudación y reducción de volumen, de acuerdo con 17.2.

#### COMENTARIOS

En el caso de que los conductos sean de hormigón se controlará que, previamente a la inyección, se realiza la limpieza del conducto con agua y su evacuación mediante aire comprimido.

En los cables verticales se tendrá especial cuidado de evitar los peligros de la exudación siguiendo las recomendaciones del artículo 31.

### ARTICULO 76. PRUEBAS DE LA OBRA

#### 76.1. Generalidades

En el caso en que, debido al carácter particular de la obra, convenga comprobar que la misma reúne, una vez terminada, ciertas condiciones específicas, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares establecerá las pruebas oportunas que deban realizarse, indicando con toda precisión tanto la forma de llevar a cabo el ensayo como el modo de interpretar los resultados.

Aparte de lo anterior se realizarán pruebas de carga de la obra en los casos previstos en 76.2, debiendo respetarse en tales pruebas las disposiciones contenidas en 76.3 y 76.4.

#### COMENTARIOS

Los ensayos sobre probetas, cualquiera que sea la cualidad del hormigón que con ellos se pretenda medir, son un procedimiento cómodo, pero no totalmente representativo del comportamiento final del hormigón de la obra. Por otra parte, el comportamiento del hormigón frente a ciertos agentes, como, por ejemplo, su mayor o menor permeabilidad al agua, es una función de diversas variables, lo suficientemente compleja para que no sea posible reproducir cuantitativamente el fenómeno en laboratorio. Por ello resulta particularmente útil, en algunos casos, el recurrir a ensayos sobre la obra ya terminada.

En general es recomendable que la realización e interpretación de las pruebas de carga se encomienden a un centro especializado.

(Continuará.)

## MINISTERIO DE HACIENDA

**15733** ORDEN de 22 de junio de 1977 por la que se modifican los tipos de la desgravación fiscal a la exportación del arroz.

Ilustrísimo señor:

La aparición de excedentes en la producción nacional de arroz y la existencia de normas específicas que regulan las campañas arroceras (Decreto 1009/1975), en especial las que