

«Fallamos: Que desestimando el recurso interpuesto por la representación de la Empresa «Inmobiliaria Sandi, S. A.», debemos declarar y declaramos válida y subsistente, por estar ajustada a derecho, la resolución recurrida, dictada por el Ministro de la Vivienda el 17 de julio de 1967, notificada a ésta el 12 de agosto siguiente, a virtud de la cual, confirmando la multa de 30.000 pesetas que le había sido impuesta por la falta antes referida, ordenó la realización de las obras para corregir las humedades en los plazos y condiciones que expresó el informe técnico de 11 de diciembre de 1964, a que antes se ha hecho mención; sin imposición de costas.

Así por esta nuestra sentencia, que se publicará en el «Boletín Oficial del Estado» e insertará en la «Colección Legislativa», definitivamente juzgando, lo pronunciamos, mandamos y firmamos.—Valentín Silva.—José María Cordero.—Juan Becerril.—Luis Bermúdez.—Adolfo Suárez.—Rubricados.—

En su virtud, este Ministerio, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 103 y siguientes de la Ley Reguladora de la Jurisdicción Contencioso-Administrativa, ha dispuesto se cumpla en sus propios términos la expresada sentencia.

Lo que participo a V. I. para su conocimiento y efectos. Dios guarde a V. I. muchos años. Madrid, 23 de mayo de 1973.—P. D., el Subsecretario, Antonio de Leyva y Andía.

Ilmo. Sr. Director general del Instituto Nacional de la Vivienda.

*ORDEN de 25 de mayo de 1973 por la que se dispone el cumplimiento de la sentencia de 26 de febrero de 1973, dictada por la Sala Cuarta del Tribunal Supremo.*

Ilmo. Sr.: En el recurso contencioso-administrativo que pende ante la Sala en única instancia, entre el Colegio Oficial de Agentes de la Propiedad Inmobiliaria de Oviedo, recurrente, representado por el Procurador don Alejandro García Yuste, bajo la dirección del Letrado don Juan Díaz y la Administración General del Estado, demandada, y en su nombre el Representante de la misma: coadyuvada por don Eduardo Allen Allen, representado por el también Procurador don Juan Corujo y López-Villamil, bajo la dirección del Letrado don Juan Díaz y García de Juan, contra Resolución de la Dirección General de la Vivienda de 21 de marzo de 1967, sobre actividad publicitaria, se ha dictado el 26 de febrero de 1973 sentencia, cuya parte dispositiva dice:

«Fallamos: Que debemos declarar y declaramos la inadmisibilidad del presente recurso interpuesto por la representación del Colegio Oficial de Agentes de la Propiedad Inmobiliaria de Oviedo contra la resolución dictada por el Ministerio de la Vivienda de veintiuno de febrero de mil novecientos sesenta y siete, que al desestimar el recurso de alzada confirmó la dictada por la Junta Central de los Colegios Oficiales de Agentes de la Propiedad Inmobiliaria que declaró nulo por contrario a derecho el dictado por dicho Colegio el primero de julio de mil novecientos sesenta y seis en lo atinente a la actividad publicitaria de los Agentes del mismo, así como la totalidad de las sanciones impuestas al colegiado don Eduardo de Allen Allen, sin imposición de costas.

Así por esta nuestra sentencia, que se publicará en el «Boletín Oficial del Estado» e insertará en la «Colección Legislativa», lo pronunciamos, mandamos y firmamos.—Valentín Silva.—José María Cordero.—Juan Becerril.—Luis Bermúdez.—Adolfo Suárez.—Rubricados.—

En su virtud este Ministerio, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 103 y siguientes de la Ley reguladora de la Jurisdicción Contencioso-administrativa, ha dispuesto se cumpla en sus propios términos la expresada sentencia.

Lo que participo a V. I. para su conocimiento y efectos. Dios guarde a V. I. muchos años. Madrid, 25 de mayo de 1973.—P. D., el Subsecretario, Antonio de Leyva y Andía.

Ilmo. Sr. Subsecretario del Departamento.

*ORDEN de 4 de junio de 1973 por la que se adapta oficialmente para la Dirección de Obras del Ministerio de la Vivienda el Pliego de Condiciones Técnicas de la Dirección General de Arquitectura 1960. (Continuación.)*

## CAPITULO II

### HORMIGONES Y MORTEROS

Comprende este capítulo la ejecución de los hormigones y morteros, así como las construcciones, estructuras, elementos estructurales o elementos constructivos de cualquier clase realizados con ellos, sin o con armaduras, según el sistema constructivo.

## 2.1. MATERIALES

### 2.1.1. Cemento

El cemento será de la clase especificada en la Documentación Técnica de Obra, que habrá sido elegido de acuerdo con el Pliego de Condiciones Generales vigente, para la recepción de conglomerantes hidráulicos.

Si en algún caso faltase la especificación de la clase de cemento, el Arquitecto director de la obra decidirá el tipo, clase y categoría del cemento que se debe utilizar.

#### 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 las características físicas y mecánicas y a la composición química establecida.

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

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

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

#### ALMACENAMIENTO DEL CEMENTO

El cemento ensacado se almacenará en local ventilado, defendido de la intemperie y de la humedad del suelo y paredes. El cemento a granel se almacenará en silos o recipientes que lo aislen 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 ensayo de fraguado y el de resistencia a flexotracción y a compresión a tres y siete días sobre muestras representativas que incluya terrones si se hubiesen formado.

### 2.1.2. Cales

#### DEFINICIÓN

Con el nombre genérico de cales se conocen indistintamente dos productos:

Cal viva.—Es el material anhidro procedente de la calcinación de piedra caliza, que esta compuesto principalmente por óxido de calcio (CaO) capaz de apagarse mediante la acción del agua.

Cal apagada o hidratada.—Es el producto obtenido al añadir agua a la cal viva para hidratar sus óxidos, y está compuesto principalmente por hidróxido cálcico (Ca(OH)<sub>2</sub>).

Las cales a emplear pueden ser de dos tipos:

Cales aéreas.—Son aquellas cuyos morteros sólo fraguan en el aire.

Cales hidráulicas.—Son aquellas cuyos morteros fraguan también en medios húmedos.

Las cales que se utilicen para la confección de morteros cumplirán lo especificado en la norma UNE correspondiente.

Los fabricantes indicarán el tipo de cal que suministran.

#### CONDICIONES DE RECEPCIÓN

Las cales aéreas podrán recibirse en obra, vivas o apagadas.

En el primer caso, su presentación será en terrones, envasada en sacos adecuados para que no sufra alteración, en los que constará la razón social del fabricante, la designación del producto y el peso neto del mismo, o bien a granel, constando en cada partida las mismas indicaciones.

Las cales aéreas pueden suministrarse en polvo o en pasta.

En el caso de cal hidráulica deberá suministrarse apagada. Su presentación será en polvo, envasada en sacos o barriles adecuados para que no sufra alteración, en los que constará la razón social, la designación del producto y el peso neto del mismo.

La toma de muestras se hará en el momento de su recepción en obra, de acuerdo con las normas UNE correspondientes.

En el caso que la cal llegue viva a la obra, habrá de realizarse su apagado. El volumen de la cal apagada deberá aumentar el duplo o el triple del volumen de la cal viva. Es decir, con un rendimiento superior a dos (2).

#### CONSERVACIÓN EN OBRA

La cal viva recibida a granel se conservará a cubierto, sobre terreno preparado con un apisonado previo y extendida so-

bre una banqueta de quince a veinte (15 a 20) centímetros de espesor, formada por polvo de la misma cal, sobre la cual se aplicarán los terrones de cal, apretándolos a golpes para disminuir los huecos en lo posible y recubriendo esta pila con polvo de cal igual al anteriormente mencionado y en espesores de 15 centímetros como mínimo, bien apretado y alisado con pala, para tapar todas las oquedades de la pila, evitando la entrada de aire húmedo y, finalmente, recubriendo con sacos o esterillas la parte superior del montón o pila.

De no ser factible este procedimiento, se conservará apilando los terrones en un sitio que no tenga humedad alguna y resguardada de corrientes de aire, para evitar la renovación de este, que pondría en contacto con la cal nuevos contingentes de anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>).

La cal viva que se reciba en sacos o barriles se conservará dentro de sus envases en un sitio que no tenga humedad alguna y resguardada de corrientes de aire.

2.1.3. Yesos

Dentro del campo de la construcción se utilizarán los yesos y escayolas descritos en el Pliego General de Condiciones vigente.

CONDICIONES DE RECEPCIÓN

Estos productos se recibirán en obra secos, exentos de grumos y en envases adecuados para que no sufran alteración.

En cada envase deberán figurar los siguientes datos:

- a) Nombre del fabricante o marca comercial del producto.
- b) Especificación del producto contenido.
- c) Peso neto (con una tolerancia de ± 4 por 100).

También podrán figurar en el envase distintivos de calidad o mención a ensayos periódicos de control realizados por un laboratorio oficial.

Cada vez que el Aparejador lo juzgue conveniente, deberán verificarse los datos que figuran en el envase, mediante el correspondiente ensayo de las características químicas, físicas y mecánicas.

Los yesos y escayolas acogidos a un control periódico de calidad, realizado por un laboratorio oficial reconocido, podrán ser empleados directamente en obra, sin ser sometidos a ensayos de comprobación de calidad, mediante la conformidad otorgada por el laboratorio que controle dichos productos.

CONSERVACIÓN EN OBRA

El yeso recibido envasado se conservará bajo techo y en ambiente seco; queda prohibido exponer el yeso al sol, para evitar su fermentación, así como almacenarlo en ambientes húmedos, que disminuyen su dureza al transformar parte de sus sales en materias inertes.

2.1.4. Agua

En general, podrá utilizarse toda agua que sea potable o esté sancionada como aceptable por la práctica.

En caso de duda, se atañizará el agua, sobre muestra tomada según la norma UNE 7238. Si cumple las condiciones del siguiente cuadro, el agua es utilizable.

Características	Condición	Norma de ensayo
Total de sustancias disueltas	≤ 15 g/l	UNE 7130
Sulfatos, expresados en SO <sub>4</sub>	≤ 1 g/l	UNE 7131
Cloruros expresados en Cl	≤ 6 g/l	UNE 7178
Para hormigón en masa	≤ 25 g/l	
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 de que no altera, perjudicialmente, las propiedades exigibles al hormigón o mortero.

2.1.5. Áridos para hormigones

Se empleará la clase de arido especificada en las prescripciones del proyecto. 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 laboratorio.

Todo arido se clasificará en:

Arido fino: La fracción de arido que pasa por el tamiz 5 UNE 7050 (de 5 mm. de luz de malla).

Arido grueso: La fracción de arido que retiene el tamiz 5 UNE 7050.

El conjunto de la mezcla de áridos finos y gruesos se denomina arido total.

Cada tipo de arido total y sus dos fracciones cumplirán las condiciones de las especificaciones técnicas, respecto al contenido de sustancias perjudiciales, composición granulométrica, limitación del tamaño, forma de los granos y comportamiento a la intemperie. Si no se especifican condiciones, cumplirán las de las siguientes condiciones:

Contenido de sustancias perjudiciales.—Si se utilizan áridos de base piedra natural, la cantidad de sustancias perjudiciales que puede contener en cada fracción queda resumida en el siguiente cuadro.

Sustancia perjudicial (Porcentaje en peso)	Condición en el		Norma de ensayo
	Arido fino	Arido grueso	
Terrones de arcilla	≤ 1,0 %	≤ 0,25 %	UNE 7133
Partículas blandas	—	≤ 5,00 %	UNE 7134
Finos que pasan por el tamiz 0,08 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
Compuestos de azufre en SO <sub>2</sub>	≤ 1,2 %	≤ 1,20 %	UNE 7245
Materia orgánica	(1)	—	UNE 7082
Sustancias potencialmente reactivas con los álcalis	(2)	(2)	UNE 7137

(1) El calor producido en el ensayo calorimétrico no será más de 90 que el del líquido patrón.  
(2) Obtenidas la reducción de alcalinidad R, y la concentración S de SiO<sub>2</sub>, se cumplirá:

$$\text{si } R \geq 70 \quad S < R$$

$$\text{si } R < 70 \quad S < 33 + 0,5 R$$

Si se utilizan escorias siderúrgicas como arido fino o como arido grueso, se comprobará además que no contienen silicatos inestables ni compuestos ferrosos. Esta comprobación se realizará con los métodos de la norma UNE 7234.

COMPORTAMIENTO A LA INTemperIE

(Estabilidad de volumen)

Pérdida de peso	Condición en el		Norma de ensayo
	Arido fino	Arido grueso	
Con SO <sub>3</sub> Na	≤ 10 %	≤ 12 %	UNE 7136
Con SO <sub>3</sub> Mg	≤ 15 %	≤ 18 %	UNE 7136

Composición granulométrica.—La composición granulométrica de cada arido se determinará por cribado, según la norma UNE 7139, con la serie normal de diez tamices: 0,16 - 0,32 - 0,63 - 1,25 - 2,5 - 5 - 10 - 20 - 40 - 80 UNE 7050.

El tamaño de un arido queda determinado por la luz de malla del tamiz de la serie normal por el que pasa al menos el 85 por 100 del arido, sin que se retenga nada en el tamiz de luz de malla doble que este.

La línea granulométrica de un arido total es la representación gráfica de su composición granulométrica y se representa sobre unos ejes coordenados expresando la luz de malla correspondiente a los diez tamices de la serie normal a escala logarítmica, sobre las abscisas y el porcentaje P<sub>i</sub> del total del arido que pasa por cada uno de ellos, sobre la línea de ordenadas.

El módulo granulométrico G de un arido es el valor obtenido por la fórmula:

$$G = 10 - \sum_{i=1}^{10} 0,01 P_i$$

El módulo granulométrico de un árido total deberá estar comprendido entre los valores límites de manejo y dosificación, como se indica en el siguiente cuadro.

Tamaño del árido mm.	Módulo granulométrico		
	Límite de manejo	Valor conveniente	Límite de dosificación
	M	C	D
10	4,7*	3,9	2,3
20	5,6	4,8	3,2
40	6,5	5,7	4,1
80	7,5	6,7	5,1

Limitación del tamaño.—El tamaño máximo de un árido será no mayor que la menor de las dos dimensiones siguientes:

- a) Un cuarto de la dimensión mínima de la pieza que se hormigona entre encofrados, o un medio de ella, si se encofra por una sola cara.
- b) Cinco sextos de la distancia libre horizontal entre armaduras.
- c) Para los áridos finos, lo que se especifica en 2.1.6.

Forma de los granos.—El coeficiente de forma  $\alpha$  de los granos del árido grueso se determina mediante la norma UNE 7238 por la fórmula:

$$\alpha = \sigma \frac{\sum_{i=1}^n V_i}{\sum_{i=1}^n d_i^3}$$

siendo  $V_i$  el volumen de cada grano ensayado y  $d_i$ , su mayor dimensión.

Un árido grueso puede emplearse si su coeficiente de forma no es menor de 0,15. En caso contrario, es preceptivo realizar en laboratorio ensayos previos con el hormigón.

Comportamiento a la intemperie.—Cuando se indique en las Especificaciones Técnicas de Obra, se comprobará el comportamiento del árido a la intemperie mediante el ensayo descrito en la norma UNE 7136.

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  $\alpha$ , en su defecto, lo especificado en este pliego.

Los áridos deben almacenarse de modo que no puedan mezclarse entre sí, ni con tierra del suelo.

Para ello se recomienda ejecutar una solera de hormigón y disponer las separaciones convenientes.

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

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

2.1.6. Arenas

Se designarán así los áridos finos empleados en la ejecución de morteros.

Podrán emplearse arenas naturales procedentes de machaqueo.

El tamaño máximo de los granos no será superior a 5 milímetros ni mayor que la tercera parte del tendel en la ejecución de fábricas.

Se rechazarán las arenas cuyos granos no sean redondeados o poliédricos.

Los límites granulométricos están definidos en el siguiente cuadro:

5	100 %
2,5	80 a 100 %
1,25	30 a 100 %
0,83	15 a 75 %
0,32	5 a 70 %
0,16	0 a 30 %

El contenido en materia orgánica se determinará de acuerdo con la norma UNE 7082.

El contenido de yeso, mica, feldespato descompuesto, piritas, no será superior al 2 por 100.

RECEPCIÓN Y ALMACENAJE DE LAS ARENAS

En la primera entrega y cada vez que cambien sensiblemente las características de la arena, se comprobará que cumple lo especificado en el proyecto o, en su defecto, en este pliego.

El almacenaje se efectuará de forma que no pueda mezclarse con la tierra del suelo.

2.1.7. Aditivos

DEFINICIÓN

Aditivo es un producto de forma líquida o pulverulenta que se agrega al hormigón en el amasado, con la dosis precisa, para modificar favorablemente una o varias de sus propiedades.

Este efecto puede ser: aireante, plastificante, anticongelante, retardante, acelerante, preendurecedor o hidrófugo. Cada aditivo produce uno o varios de éstos efectos.

Todo aditivo presentado bajo un nombre comercial establecerá su modo de empleo y evaluará sus efectos sobre las propiedades del hormigón mediante Documento de Idoneidad Técnica. Su fabricante garantiza que se cumple lo establecido en este Documento.

CONDICIONES GENERALES DE USO

Se utilizarán los aditivos especificados en la Documentación Técnica de Obra y se mezclarán en las proporciones y con las condiciones que en ella figuren.

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 Aparejador.

En los hormigones destinados a la fabricación de elementos con armaduras pretesas se prohíben los aditivos que contengan cloruro cálcico o cualquier otro compuesto químico que, aun en pequeña medida, predisponga a la corrosión de las armaduras.

CLASES DE ADITIVOS

Aditivos aireantes.

Son productos derivados de resinas naturales o sintéticas, o de materias grasas que ocuyen aire en el hormigón fresco en forma de burbujas de pequeño diámetro, que actúan como granos de árido flexible.

Para su empleo conviene que el hormigón tenga consistencia plástica o blanda, descenso de 2 a 8 centímetros con el cono de Abrams, pues si tiene consistencia seca se impide la formación de burbujas, y si la tiene fluida, las burbujas se escapan.

El diámetro de las burbujas no será superior a 0,2 milímetros. El volumen de aire ocuido, medido según la norma UNE 7141, estará ordinariamente comprendido entre 2,5 y 5 por 100 del volumen total y no será superior al 6 por 100.

El fraguado del cemento según la norma UNE 7203, con la dosis de aireante, no comenzará, en general, antes de los treinta minutos ni terminará después de las doce horas, admitiéndose desviaciones en  $\pm$  una hora sobre los tiempos que para cada tipo de cemento fije la legislación vigente.

La retracción del hormigón, según la norma UNE, se comparará a las cuarenta y ocho horas y a los veintiocho días, y no aumentará en cada edad más del 10 por 100.

La resistencia a compresión del hormigón, según las normas UNE 7240 y UNE 7242, se comparará a las veinticuatro horas, siete días y veintiocho días, y no se reducirá en cada edad más del 8 por 100.

Aditivos plastificantes.

Son productos de constitución variada, que ejercen una acción defloculante sobre el cemento, deshaciendo sus grumos y lubricando la superficie de sus granos.

Deberán mejorar la plasticidad del hormigón fresco, permitiendo reducir la relación agua/cemento a igual consistencia, lo que eleva la resistencia del hormigón. También aumentarán la tixotropía del hormigón fresco, con mejora en su manejo, evitando la segregación de los áridos en el transporte, facilitando el bombeo, la inyección y la proyección y permitiendo mantener mejor la forma en las superficies.

El fraguado del cemento según la norma UNE 7203, con la dosis de plastificante no comenzará, en general, antes de los treinta minutos ni terminará después de las doce horas, admitiéndose una desviación de  $\pm$  una hora o  $\pm$  una hora treinta minutos sobre los tiempos que para cada tipo de cemento fije la legislación vigente.

La retracción del hormigón, según la norma UNE, se comparará a las veinticuatro horas y veintiocho días, y no aumentará en cada edad.

La resistencia a compresión del hormigón, según las normas UNE 7240 y 7242, se comparará a las veinticuatro horas, siete días y veintiocho días, y aumentará en cada edad más del 5 por 100.

#### Aditivos anticongelantes.

Son productos que activan las reacciones químicas, elevando la temperatura de la masa.

Según el tipo del anticongelante, el límite de uso puede ser de 0° C, -8° C, -12° C o -18° C, según lo establezca el correspondiente Documento de Idoneidad Técnica.

El fraguado del cemento, según la norma UNE 7203, con las dosis de anticongelante, no comenzará, en general, antes de los treinta minutos ni terminará después de las doce horas, admitiéndose una desviación en el comienzo de  $\pm$  una hora y en el final de - una hora o + diez horas, sobre los tiempos que para cada tipo de cemento fije la legislación vigente.

La probeta se conservará al aire durante un período de cuarenta y ocho horas en cámara frigorífica a la temperatura del límite de uso, y después de sumergirá en agua a + 20° C. El proceso de fraguado puede detenerse durante el período de refrigeración, pero cumplirá las condiciones anteriores a partir de la inmersión en agua.

La retracción del hormigón, según la norma UNE, se comparará a las veinticuatro horas y a los veintiocho días, y no aumentará más del 10 por 100 en cada edad.

La resistencia a compresión del hormigón, según las normas UNE 7240 y 7242, se comparará a la temperatura de 20° C, ensayándose probetas del hormigón con aditivo a las veinticuatro horas, siete días, diez días, veintiocho días y treinta y cinco días. La resistencia a la misma edad en cada una de las tres edades no se reducirá en más del 25 por 100, y al menos se igualará en la del hormigón testigo a los siete días y veintiocho días con la del hormigón con aditivo a los diez días y treinta y cinco días, respectivamente.

#### Aditivos retardantes.

Son productos constituidos por lignosulfonatos de calcio, sodio o amonio u otras sustancias que retrasan el proceso del fraguado del cemento, permitiendo mayores plazos para el transporte del hormigón y también hormigonar en tiempo muy cálido.

En el Documento de Idoneidad Técnica vendrá establecido el retraso nominal que en el comienzo del fraguado produce la dosis o las dosis aconsejadas. El retraso nominal puede estar comprendido entre una hora y setenta y dos horas, no permitiéndose sea mayor.

Se realizará el ensayo de fraguado del cemento, según la norma UNE 7203, con la dosis retardante aconsejada y al menos con dosis 0,8 y 1,2 de ésta. En el comienzo del fraguado con la dosis aconsejada se cumplirá el retraso nominal con una desviación de  $\pm$  diez minutos si no es superior a tres horas, y con una desviación de  $\pm$  5 por 100 si es superior.

El fin del fraguado tendrá un retraso igual al nominal, con una desviación de  $\pm$  veinte minutos o de  $\pm$  10 por 100, respectivamente.

Con dosis 0,8 y 1,2 de la aconsejada, el retraso será igual al nominal en el comienzo y en el fin del fraguado, con una desviación no superior a  $\pm$  una hora ni a  $\pm$  30 por 100, respectivamente.

La retracción del hormigón, según la norma UNE, se comparará a las cuarenta y ocho horas y a los veintiocho días, y no aumentará.

La resistencia a compresión del hormigón, según las normas UNE 7240 y 7242, se comparará a los tres días, siete días y veintiocho días, si el retraso nominal no supera a las treinta y seis horas, y si es mayor, a siete días y veintiocho días, y no se reducirá en más del 5 por 100.

#### Aditivos acelerantes.

Son productos constituidos generalmente por compuestos alcalinos, que adelantan el proceso de fraguado por actuar como catalizadores en las reacciones de hidratación del cemento.

Permiten realizar hormigonados subacuáticos y operaciones de sellado de juntas o grietas.

En el Documento de Idoneidad Técnica vendrá establecido el plazo nominal de comienzo de fraguado que produce la dosis o las dosis aconsejadas. En acelerantes para hormigón no será inferior a veinte minutos, pudiendo ser menor en acelerantes para sellado.

Se realizará el ensayo de fraguado del cemento, según la norma UNE 7203, con la dosis de acelerante aconsejada y al menos con dosis 0,8 y 1,2 de ésta. En el comienzo de fraguado con la dosis aconsejada se cumplirá el plazo nominal con una desviación  $\pm$  10 por 100. En el fin de fraguado el adelanto será no menor de una hora ni mayor de tres horas en acelerantes para hormigón.

La retracción del hormigón, según la norma UNE, se comparará a las veinticuatro horas y a los veintiocho días, y no aumentará en más del 20 por 100.

La resistencia a compresión del hormigón, según las normas UNE 7240 y 7242, se comparará a las veinticuatro horas, siete días y veintiocho días, y no se reducirá en más del 5 por 100.

#### Aditivo preendurecedor.

Son productos de composición variada, que aumentan la resistencia de hormigón en sus primeras edades por motivación del proceso de hidratación del cemento, permitiendo reducir los plazos de desencofrado.

El fraguado del cemento, según la norma UNE 7203, con las dosis de preendurecedor, no comenzará, en general, antes de los treinta minutos ni terminará después de las doce horas, advirtiéndose en el comienzo un adelanto no superior a tres horas y un final no superior a dos horas sobre los tiempos que para cada tipo de cemento fije la legislación vigente.

La retracción del hormigón, según la norma UNE, se comparará a las veinticuatro horas y a los veintiocho días, y no aumentará en cada edad más del 20 por 100.

La resistencia a compresión del hormigón, según las normas UNE 7240 y 7242, se comparará a los tres días, siete días y veintiocho días. A los tres días y a los siete días se aumentará en no menos del 25 por 100 y a los veintiocho días no se reducirá.

#### Aditivos hidrófugos.

Son productos que forman el gel insoluble con la cal libre, el cual taponan los capilares del hormigón, reduciendo o anulando la hidroscopticidad y la permeabilidad del hormigón endurecido.

Como su eficacia se manifiesta incluso en pequeño espesor de hormigón o mortero, se usa para enfoscados o revocos, pavimentos, etc.

La eficacia se medirá en ensayo de permeabilidad, según método sujeción al de la norma UNE 7033, con probeta de hormigón de 20 centímetros de espesor, sometida en plazos sucesivos de veinticuatro horas a presiones de 0,5-1-2-4-8-16-32 kilogramos/centímetro cuadrado. No habrá paso de agua a la presión indicada en su Documento de Idoneidad Técnica, que en general no será inferior a 16 kilogramos/centímetro cuadrado.

El fraguado del cemento, según la norma UNE 7203, con las dosis de hidrófugo, no comenzará, en general, antes de los treinta minutos ni terminará después de las doce horas, advirtiéndose un retraso inferior a una hora sobre los tiempos que para cada tipo de cemento fije la legislación vigente.

La retracción del hormigón, según la norma UNE, se comparará a las veinticuatro horas y a los veintiocho días, y no aumentará en cada edad.

La resistencia a compresión del hormigón, según las normas UNE 7240 y 7242, se comparará a las veinticuatro horas, siete días y veintiocho días, y no se reducirá.

#### 2.1.8. Aceros para armar

Para armar el hormigón se emplearán barras de acero de las siguientes características:

Barras lisas de acero ordinario.—Son barras cilíndricas de acero laminado, de las siguientes características, garantizadas por su fabricante, de acuerdo con el ensayo UNE 7010 y UNE 7051:

- Límite elástico aparente:
  - No inferior a 2.400 kilogramos/centímetro cuadrado para  $\emptyset \leq 16$  milímetros.
  - No inferior a 2.300 kilogramos/centímetro cuadrado para  $\emptyset > 16$  milímetros.
- Resistencia a tracción:
  - Comprendida entre 3.400 y 5.000 kilogramos/centímetro cuadrado.
- Alargamiento de rotura sobre base de 5 diámetros:
  - No inferior a 23 por 100.
- Doblado simple sobre mandril de diámetro igual a: Un diámetro cuando  $R \leq 4.500$  kilogramos/centímetro cuadrado o cuando  $R > 4.500$  kilogramos/centímetro cuadrado para barras de  $\emptyset \geq 16$  milímetros; dos diámetros cuando  $R > 4.500$  kilogramos/centímetro cuadrado y  $\emptyset > 16$  milímetros.
  - el Doblado alternativo sobre mandril de diámetro doble al que corresponde en cada caso para el doblado simple.

Barras corrugadas.—Son barras con resaltes superficiales, de acero laminado de dureza natural o endurecido por deformación en frío. Llevarán grabada marca de fábrica y poseerán aspecto definido por los que se reconozca su tipo. Tendrán garantizadas por su fabricante las siguientes características, determinadas según las normas UNE 7010 y 7051:

- Límite elástico aparente o convencional de deformación remanente 0,2 por 100, según el caso:
  - No inferior al  $\sigma$  establecido por el fabricante, que será no menor que 3.500 kilogramos/centímetro cuadrado ni mayor que 6.000 kilogramos/centímetro cuadrado.

b) Resistencia a tracción, alargamiento de rotura y doblado no inferiores a los especificados en la norma UNE 36.083.

Mallas electrosoldadas de acero especial.—Son mallas de red cuadrada o rectangular, compuestas por barras cilíndricas o con resaltes, de acero laminado de dureza natural o endurecido por deformación en frío, que tengan las características a) y b) de las barras de alta adherencia de acero especial garantizadas por su fabricante, unidas en los puntos de cruce por soldadura eléctrica.

#### RECEPCIÓN DE LOS ACEROS PARA ARMAR

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

Cuando el Aparejador lo juzgue preciso se realizarán ensayos de recepción, realizando la toma de muestras en presencia de un representante 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 lo especificado en la norma UNE 36.083.

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

#### ENSAYOS DE RECEPCIÓN

Los ensayos de recepción se realizarán con arreglo a lo prescrito en la norma UNE 36.083.

#### 2.1.9. Aceros para pretensar o postensar

Para la ejecución de armaduras pretensas o postensas se emplearán alambres, barras, cordones o cables de acero de las siguientes clases: laminado de dureza natural, mejorado por temple y revenido, endurecido por deformación en frío, en hilera, sin o con revenido, etc.

Características garantizadas.—Los aceros para pretensar tendrán las siguientes características, garantizadas por su fabricante:

a) Límite elástico aparente o convencional de deformación remanente, 0,2 por 100, según el caso:

No inferior al  $\sigma$  establecido por el fabricante que será mayor de 8.000 kilogramos/centímetro cuadrado para los aceros de dureza natural y 12.000 kilogramos/centímetro cuadrado para los demás.

b) Resistencia a tracción:

No inferior a 1,1  $\sigma_e$ .

c) Alargamiento de rotura sobre base de diámetro:

No inferior al 4 por 100.

d) Plegado a 180° sobre un mandril de diámetro 5:

Satisfactorio sin aparecer grietas.

e) Relajamiento a tensión inicial de 0,8  $\sigma_e$  temperatura de 20° C. de mil horas de duración:

No superior al valor establecido por el fabricante.

#### RECEPCIÓN DE LOS ACEROS PARA PRETENSAR

Los rollos o armaduras elaboradas se entregarán en obra con un documento del suministrador que especifique el nombre del fabricante y el tipo de elaboración, las características garantizadas y el peso.

La superficie de los alambres no presentarán defecto alguno, tal como rayaduras, estrías, entalladuras, etc.

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

Tolerancia en peso.—En la recepción de cada partida se comprobará el peso por metro. La partida se rechazará si no cumple la tolerancia de  $\pm 5$  por 100 del valor nominal del peso obtenido sobre dos lotes de seis muestras de 500 milímetros de longitud.

La tolerancia de las dimensiones de la sección, cuando se trate de alambres para ser empleados con anclajes de cuñas, será en cualquier diámetro de  $\pm 0,1$  por 100, referida al diámetro medio de la sección.

Presentación y almacenado.—En los rollos de alambre el extremo por el cual debe desenrollarse estará perfectamente marcado. Una vez desenrollados los alambres quedarán rectos, con una flecha inferior al 4 por 100 de su longitud en el alambre libremente apoyado en el suelo.

Si los alambres, cordones o cables van a estar almacenados más de un mes en ambiente ordinario, o más de una semana en ambiente marítimo o corrosivo, se protegerán contra la oxidación engrasándolos con aceite soluble, por inmersión de los rollos, o haciéndolos pasar entre dos rodillos, el inferior de los cuales va sumergido en un recipiente con el aceite.

El engrasado puede también efectuarse en las armaduras postensas como lubricación para reducir el rozamiento durante el tensado.

#### ENSAYOS DE RECEPCIÓN

La partida que vaya a ser objeto de ensayos de recepción se dividirá en lotes. Cada lote no mayor de 20 toneladas se compondrá de barras de la misma clase de acero y de diámetros hasta 18 milímetros o mayores de 18 milímetros.

Cada muestra, tomada al azar, tendrá una longitud no menor de 60 diámetros. El número de muestras tomadas será como mínimo de 18: Seis para el ensayo de tracción, tres para el ensayo de plegado y nueve que se conservarán por si fuera preciso repetir los ensayos.

Se comprobarán previamente el cumplimiento de las tolerancias en el peso, y las dimensiones, no realizándose más ensayos de recepción si no las cumplen.

El ensayo de tracción se realizará, según la norma UNE 7.010, sobre al menos seis probetas sin mecanizar, determinándose en cada probeta:

El límite elástico aparente o convencional, según el caso, referido a su sección nominal.

La resistencia a tracción.

El alargamiento de rotura.

Como resultado, en cada propiedad se dará su valor subcaracterístico.

El ensayo de plegado se realizará, según la norma UNE 7.051, sobre mandril de diámetro establecido, a la temperatura de 20° C. ensayándose tres probetas sin mecanizar. El ensayo es favorable si en ninguna de las probetas aparecen grietas.

Si los resultados de todos los ensayos de recepción de un lote cumplen lo prescrito, el lote es aceptable.

Si en alguna propiedad, en el ensayo de tracción, no cumple con lo prescrito, se realizará un nuevo ensayo sobre seis nuevas probetas y se determinará el valor característico de los 12 resultados.

Si éste cumple lo prescrito el lote es aceptable; en caso contrario, rechazable.

Si en el ensayo de plegado más de una probeta tuvo grietas, el lote es rechazable. Si una sola probeta tuvo grietas se repetirá sobre tres nuevas probetas. Si en ninguna aparecen grietas, el lote es aceptable; en caso contrario, es rechazable.

#### 2.1.10. Material auxiliar para armaduras postensas

Las condiciones que deben reunir los distintos elementos empleados para la colocación y anclaje de las armaduras postensas se detallan a continuación:

1.º Vainas.—Las vainas con las que se forman los conductos por los que deben deslizarse libremente y con el mínimo rozamiento posible las armaduras de postensado. Serán de fleje de acero, corrugadas en hélice, de sección circular ovalada o rectangular. El acero de fleje conviene esté aleado con cinc o plomo para resistir mejor la corrosión. Se prohíbe el empleo de vainas de aluminio porque en contacto con el cemento se puede liberar hidrógeno, que provoca la acritud del acero de las armaduras.

La sección de la vaina conviene que sea no menor que el doble de la sección de la armadura, para permitir la inyección.

Se comprobará que las vainas no tienen picaduras por las que podría penetrar el hormigón fresco, que produciría obturación. La comprobación de la estanquidad se realiza con agua a presión.

El empalme de vainas se efectuará con manguitos roscados. Se comprobará asimismo la estanquidad de los manguitos.

Pueden utilizarse vainas de otro material cuya aptitud se justifique mediante Documento de Idoneidad Técnica.

Los conductos para respiradero pueden ser del mismo o de diferente material.

2.º Mangas para conductos.—Pueden conseguirse directamente en el hormigón conductos para las armaduras mediante el empleo de mangas consistentes en tubos elásticos de goma natural o sintética, que se inflan de aire y se mantienen infladas durante el hormigonado y el fraguado, desinflándose posteriormente para retirarse.

Requieren una sujeción muy cuidadosa a los encofrados para evitar que por la presión hidrostática del hormigón floten que dando con trazado sinuoso.

3.º Elementos de fijación de vainas o conductos.—El apoyo de las vainas o de las mangas se puede realizar. Sobre los estribos a los que se sueldan barras a las alturas correspondientes, sobre dados de hormigón en los que se apoyan directamente, o sobre dados de hormigón que llevarán incluidos soportes de acero.

Anclajes.—Para el anclaje de las armaduras pueden emplearse los siguientes dispositivos:

Anclaje de rosca, para barras de diámetro mayor de 12 milímetros, realizada en frío por recalado sin merma de la sección resistente, con tuerca y placa de apoyo.

Anclaje de cuñas, con manguito cónico o con placa ranurada en cola de milano; cuñas para anclar conjuntamente uno o varios alambres o cordones, y placa de apoyo.

Anclaje de cabezas, obteniendo por recalado de la cabeza de forma pseudoesférica en la extremidad de los alambres que se anclan pasando por una placa de apoyo con agujeros.

Cualquier otro dispositivo de anclaje cuya eficacia e idoneidad aparezca suficientemente demostrada.

Anclajes mixtos, combinación de los dispositivos anteriores. Puede emplearse también el anclaje de adherencia, que no requiere propiamente dispositivos, sino conformación de los alambres en espiral o hélices.

2.1.11. Piezas para forjados

Las piezas cerámicas huecas utilizadas en la ejecución de forjados, o de paneles prefabricados, de cerámica hormigón armado, reunirán características geométricas y físicas especificadas a continuación:

El fabricante garantizará siempre que cumplen las tolerancias dimensionales, la resistencia a compresión y en su caso, la resistencia en vano, expresadas en este pliego. Si en el pedido se hiciera especificación de otras características, garantizará también su cumplimiento.

Dimensiones y forma.—La forma y dimensiones de las piezas para forjados y paneles vendrán especificados en una Ficha de Características Técnicas.

Las dimensiones se medirán con un calibrador con aproximación de 1 milímetro como medida de tres valores determinados en el centro y en los extremos de la pieza.

En las piezas para forjados las tolerancias en las dimensiones serán:

Dimensión nominal mm.	Tolerancia mm.
Mayor de 600	± 12
De 600 a 401	± 10
De 400 a 321	± 8
De 320 a 251	± 6
De 250 a 201	± 5
De 200 a 161	± 4
De 160 a menor	± 3
Grueso de tabiquillos	± 1

La tolerancia en todo ángulo diedro será de 3' sexagesimales. Las piezas estarán exentas de desconchados o fisuras.

ENSAYOS DE RESISTENCIA DE LAS PIEZAS

La resistencia a compresión de las piezas para forjados y paneles vendrá establecida en su Ficha de Características Técnicas, y no será menor de 180 kilogramos/cm<sup>2</sup> cuadrado.

Se determinará en la dirección de los huecos, sobre probetas obtenidas de las piezas por corte de disco de modo que la altura de la probeta sea igual a la menor de las dos dimensiones nominales de la sección transversal de la pieza, preparando las caras de presión con mortero 1:1 o con azufre.

Se ensayarán las probetas después de veinticuatro horas de inmersión en agua. La tensión de rotura de cada probeta se referirá a la sección neta nominal de la pieza o parte de pieza ensayada.

Se ensayarán al menos seis probetas, y como resistencia se dará el valor subcaracterístico.

Si así se especifica, se determinará la resistencia a flexión sobre al menos seis probetas ortogónicas cortadas de los tabiquillos de las piezas, de 18 centímetros de longitud, 2-4 centímetros de anchura y canto igual al espesor del tabiquillo, que se ensayarán con luz de 10 centímetros después de veinticuatro horas de inmersión en agua. La tensión de rotura se referirá a la sección real de cada probeta y se obtendrá por la fórmula de la mecánica elástica. Como resistencia a tracción se da el valor subcaracterístico.

Resistencia en vano.—Las piezas cerámicas para forjados que vayan a colocarse sobre encofrado discontinuo, o sobre viguetas, completándose después de hormigonado, tendrán una resistencia en vano no inferior a 100 kilogramos.

La resistencia en vano se determina sobre no menos de seis piezas enteras, después de veinticuatro horas de inmersión en agua, apoyadas sobre dos tabloncillos paralelos, a una separación tal que sobrepase cada uno 1 centímetro del borde interno del tabiquillo exterior de la pieza, o, si la pieza tiene rebajos para apoyar en las alas de las viguetas, los tabloncillos se encajarán en estos rebajos.

Se ensayarán aplicando la carga en el centro del vano sobre un tablón de 5 centímetros de anchura hasta rotura. Como resistencia en vano se da el valor subcaracterístico.

Otras características.—Son también de gran importancia para la resistencia, durabilidad y aspecto de los forjados o paneles las características siguientes: Absorción, succión, heladicidad, entumecimiento y eflorescibilidad, definidas y determinadas en los ensayos referentes a los ladrillos.

Las piezas cumplirán las condiciones que para ellas se impongan en la Documentación Técnica de Obra.

El fabricante queda obligado a determinar estas características de sus piezas en un laboratorio oficial y a proporcionar los datos al consumidor que lo solicite.

2.2. HORMIGONES

2.2.1. Definición y clasificación

Hormigón es un material de construcción constituido por cemento, árido, agua y eventualmente aditivos. Los componentes se mezclan con una dosificación determinada, estableciendo la dosis de cada componente en kilogramo por metro cúbico de hormigón puesto en obra.

Por razón de su peso específico  $\gamma$ , se clasifica el hormigón en:

- Hormigón pesado:  $\gamma = 2,8$  toneladas/metro cúbico.
- Hormigón regular:  $2,8 > \gamma \geq 2,0$  toneladas/metro cúbico.
- Hormigón ligero:  $\gamma < 2,0$  toneladas/metro cúbico.

En la Documentación Técnica de Obra se indicará la clase de hormigón a emplear, no pudiendo el Constructor sustituirla por otra sin autorización expresa del Arquitecto.

CLASIFICACIÓN POR SU COMPOSICIÓN

Hormigón ordinario.

Hormigón regular con áridos pétreos, naturales o de machaqueado, según el artículo 2.1.5, de línea granulométrica continua o discontinua, conteniendo árido fino y árido grueso, en proporción conveniente para asegurar su compacidad. En su denominación se agregará el nombre del cemento o cementos, si es preciso puntualizar este extremo.

Hormigón ciclópico.

Hormigón ordinario al que se le agregan al hormigonar mampuestos de dimensión superior a 80 milímetros en tal proporción y de tal modo que no se pierda compacidad.

Hormigón de cascote.

Hormigón cuyo árido grueso, y a veces el fino, está constituido por restos triturados de ladrillos u hormigones.

Hormigón sin finos.

Hormigón que carece de árido fino o de su fracción inferior.

Hormigón unimodular.

Hormigón con árido de línea granulométrica comprendida entre dos valores de relación no superior a dos.

Hormigón de árido ligero.

Hormigón ligero, cuyo árido grueso es de pequeña densidad, pomez, escoria, arcilla expandida, etc. Se designa por el nombre de este árido.

Hormigón de árido pesado.

Hormigón pesado cuyo árido es de gran densidad: Barita, limonita, etc. utilizado especialmente para protección contra radiaciones.

Hormigón refractario.

Hormigón fabricado con materiales que resisten la acción del fuego, como cemento aluminoso, y árido de ladrillo refractario machacado.

Clasificación por su sistema de aplicación.

Por la ausencia o presencia de armaduras, y la disposición de éstas, se distinguen tres sistemas constructivos, realizados en obra o en taller: Hormigón en masa, hormigón armado y hormigón pretensado.

Hormigón en masa.

Es un sistema constructivo, estructural o no, que emplea fundamentalmente hormigón, sin armaduras o con estas, en cantidad y disposición solamente accesoria. Anclajes en elementos de hormigón armado que descansan sobre él, sujeción de encofrados o de elementos constructivos adyacentes, etc.

Hormigón armado.

Es un sistema constructivo, generalmente estructural, que emplea fundamentalmente hormigón y armaduras de acero de las clases definidas en el artículo 2.1.8, con la misión de re-

sistir los esfuerzos de tracción que aparezcan en el elemento por causa de la sollicitación.

#### Hormigón pretensado.

Es un sistema constructivo, generalmente estructural, que emplea fundamentalmente hormigón y armaduras de acero de las clases definidas en el artículo 2.1.9, que se tensan previamente a la puesta en servicio. Se denominan armaduras pretensas si se tensan en un banco o elemento auxiliar antes del hormigonado, y armaduras postensas si se tensan sobre el hormigón ya endurecido.

#### 2.2.2. Características exigidas al hormigón

En las Especificaciones Técnicas, además de las condiciones exigidas a los materiales, vendrán establecidas las características que se exigen a cada tipo de hormigón, según su utilización, que en general serán:

- Dosis mínima y máxima de cemento, impuestas en función de las propiedades que deba reunir: Durabilidad, impermeabilidad, y de los inconvenientes que pueda presentar un exceso de retracción o de calor de fraguado.
- Consistencia del hormigón fresco, estableciendo los límites en función del tipo de elemento a fabricar y del método de puesta en obra del hormigón, y de las condiciones ambientales de humedad y temperatura.
- Resistencia a compresión, que habrá servido de base para el dimensionamiento de los correspondientes elementos estructurales.

En casos especiales puede ser preciso especificar, además, condiciones sobre otras propiedades: Resistencia a tracción, impermeabilidad, heladicidad, resistencia al desgaste, etc.

#### CONSISTENCIA DEL HORMIGÓN

La consistencia del hormigón fresco se medirá en obra según la norma UNE 7.103. Es preceptivo que en toda obra con elementos estructurales de hormigón haya un cono Abrams ajustado a dicha norma, y que, con la periodicidad que indique el Aparejador, se compruebe que la consistencia del hormigón que se fabrica se mantiene dentro de los límites establecidos, con objeto de asegurar que el contenido de agua del hormigón no rebasa la cantidad máxima aceptable para conseguir las propiedades deseadas, ni la cantidad mínima, que haría difícil su puesta en obra.

Los tipos usuales de consistencia, referidos al valor del descenso en centímetros con el cono Abrams son los siguientes:

Consistencia seca:	0 a 2 cm.
Consistencia plástica:	3 a 5 cm.
Consistencia blanda:	6 a 9 cm.
Consistencia fluida:	10 a 15 cm.
Consistencia líquida:	≥ 16 cm.

Como orientación para los casos ordinarios pueden darse los límites siguientes:

Hormigón vibrado, en taller:	0 a 2 cm.
Hormigón vibrado, en obra:	3 a 5 cm.
Hormigón apisonado:	6 a 9 cm.
Hormigón para picar:	10 a 15 cm.
Hormigón vertido:	≥ 16 cm.

#### RESISTENCIA A COMPRESIÓN

La resistencia a compresión de cada tipo de hormigón empleado en elementos resistentes vendrá preceptivamente especificada en la Documentación Técnica de Obra.

Antes de comenzar la obra se establecerá experimentalmente la dosificación de cada tipo de hormigón, de modo que alcance la resistencia a compresión exigida.

Durante la ejecución de los trabajos, con la periodicidad que establezca el Aparejador, se realizarán preceptivamente ensayos de control de la resistencia a compresión, en la propia obra si el Constructor dispone de laboratorio de obra, o encargando a un laboratorio el ensayo de las probetas. A menos que se disponga de personal adiestrado y de moldes normales, conviene encargar también al Laboratorio la toma de muestras y la ejecución de las probetas en obra.

Los ensayos de control y las decisiones que hayan de tomarse de acuerdo con los resultados obtenidos, se llevarán a efecto de acuerdo con la legislación vigente respecto a obras de hormigón en masa o armado.

#### 2.2.3. Fabricación del hormigón

En la fabricación del hormigón se seguirán las indicaciones siguientes:

#### MEDICIÓN DE LOS COMPONENTES

El cemento se medirá preceptivamente en peso. Los áridos pueden medirse en peso o en volumen, aunque este último sistema no es aconsejable por las fuertes dispersiones a que da lugar. El agua se medirá con suficiente precisión en volumen o

en peso, recomendando comprobar sistemáticamente el contenido de humedad de los áridos para corregir la cantidad de agua de amasado. Los aditivos, si existen, se medirán cuidadosamente según el método indicado para su tipo.

#### AMASADO DEL HORMIGÓN

Se amasará el hormigón de modo que se consiga la mezcla íntima y homogénea de sus componentes, quedando el árido bien recubierto de pasta de cemento. Esta operación se realizará en hormigonera, con el período de batido conveniente según la clase de componentes y tipo de hormigonera y nunca inferior a un minuto. Solamente en casos de muy poca importancia el amasado se podrá realizar a mano, si expresamente lo autoriza el Aparejador.

Es aconsejable verter los materiales en el orden siguiente:

- Aproximadamente la mitad del agua.
- El cemento y la arena simultáneamente o en fracciones alternadas.
- La grava.
- El resto del agua.

Se limpiará perfectamente la hormigonera siempre que vaya a fabricarse hormigón con un tipo diferente de cemento.

No se mezclarán hormigones frescos en los que se hayan utilizado tipos diferentes de conglomerantes.

#### HORMIGÓN SERVIDO POR CENTRAL

Si el hormigón se encarga a una central ajena a la obra, se hará el encargo especificando al menos los valores que ha de cumplir de las tres características indicadas en el artículo 2.2.1, que deberán ser cumplimentados en toda remesa del hormigón servido.

Se prohíbe agregar agua al hormigón en el recipiente de transporte o en el curso de manipulación.

Para la recepción y ensayos de control se ajustará a lo que especifique la norma para la fabricación y suministro de hormigón preparado.

#### 2.2.4. Puesta en obra del hormigón

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

#### TRANSPORTE DEL 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 posea recién amasado, es decir, sin presentar disgregación, intrusión de cuerpos extraños, cambio apreciable en el contenido de agua, etc. Especialmente se evitará que el hormigón se seque tanto que se dificulte su 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 se emplea el método de transporte por gravedad con canales, la máxima pendiente de éstas será del 60 por 100.

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

#### COLOCACIÓN DEL HORMIGÓN

En el vertido y colocación del hormigón en las zanjas o en los encofrados se adoptarán 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 metros. Si es necesario verterlo desde mayor altura se adoptarán dispositivos apropiados: entubado, tolvas, etc.

El hormigón se colocará en tongadas de espesor adecuado al tipo de compactación empleado, cuyo valor figurará en las Especificaciones Técnicas de Obra o se establecerá por el Arquitecto, sin tolerar espesores mayores.

El plazo transcurrido entre el amasado y la colocación será inferior al de comienzo del fraguado del hormigón. Como indicación se dan los siguientes plazos, en función de la temperatura ambiente y del tipo de cemento:

Temperatura ambiente a la sombra	Tipo de cemento	
	P-250	P-350 y P-450
Mayor de 30°	45 min.	30 min.
De 15° a 30°	60 min.	45 min.
Menor de 15°	90 min.	60 min.

**COMPACTACIÓN DEL HORMIGÓN**

La compactación del hormigón colocado es una operación muy importante que tiene por objeto eliminar los huecos y obtener una masa perfectamente cerrada, sin que se produzca segregación.

La su correcta ejecución depende en gran medida la obtención de las requeridas propiedades del hormigón y en especial de su resistencia a compresión.

El procedimiento de compactación vendrá definido en las Especificaciones Técnicas, pudiendo realizarse:

a) Por vertido, sólo aconsejable cuando se trata de elementos de gran masa, en los que la resistencia a compresión requerida es muy baja y en el que por razón de economía se elige un sistema de transporte por deslizamiento en canaletas. Exige hormigón de resistencia muy fluida.

b) Por abarrado, utilizable en elementos de hormigón armado cuando no puede disponerse de vibradores. Exige hormigón de consistencia blanda cercana a la fluida.

c) Por apisonado, utilizable en elementos de hormigón en masa, o con armaduras distanciadas, cuando no puede disponerse de vibradores. Se emplea hormigón de consistencia plástica o blanda.

d) Por vibrado, utilizable y aconsejable en elementos de hormigón en masa o armado, ya que permite emplear hormigones de consistencia plástica cercana a la seca, es decir, con el mínimo posible de agua, y dotados, por tanto, de mejores propiedades de compactación y resistencia.

**CONDICIONES PARA VERTIDO, ABARRADO O APISONADO DEL HORMIGÓN**

En el hormigón vertido se cuidará especialmente de evitar la segregación y se ayudará con una barra a rellenar bien los bordes y las esquinas.

El hormigón abarrado se atacará con barras de unos 20 milímetros de diámetro y 1,20 metros de longitud, con patilla aguada en el extremo. Se colocará el hormigón en tongadas de espesor no superior a 0,20 metros y se atacará especialmente entre las armaduras y en los bordes y esquinas del encofrado para que penetre perfectamente. Se evitará refluya excesivamente por el encofrado para evitar la segregación.

El hormigón apisonado se compactará con pisones de 10-15 kilogramos de peso, ayudándose también de la barra para rellenar bordes y esquinas. Se colocará el hormigón en tongadas sensiblemente horizontales de espesor no superior a 0,20 metros.

**CONDICIONES PARA EL VIBRADO DEL HORMIGÓN**

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

La potencia y la frecuencia serán apropiadas al tipo y clase de trabajo.

La frecuencia óptima del vibrador es función especialmente del módulo granulométrico del árido, dándose como indicación los siguientes valores:

Módulo granulométrico del árido	Frecuencia en r.p.m. por minuto
> 5.5	3.000
5.4 - 4.5	6.000
4.4 - 3.5	12.000
< 3.5	18.000

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

Los vibradores de penetración deben sumergirse, rápida y profundamente, en la masa, mantenerse de 5 a 15 segundos y retirarse con lentitud y a 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 del vibrador al encofrado no será inferior a 0,10 metros, para evitar la formación de coqueas. La distancia entre puntos de inmersión será la adecuada para producir en la superficie del hormigón una humectación brillante, y en general no excederá de 0,5 metros. Es preferible la inmersión en un gran número de puntos, que aumentar el tiempo de vibrado en puntos más distanciados. El vibrador no debe 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. El tiempo de vibración es, en general de un minuto.

**2.2.5. Métodos especiales de fabricación y colocación**

Se emplean en ocasiones el hormigón gunitado y el hormigón percolado.

**HORMIGÓN GUNITADO**

Es un hormigón de árido no superior a 10 milímetros, que se coloca en obra mediante proyección con manguera especial, utilizable en elementos superficiales de pequeño espesor; losas, láminas, revestimiento de depósitos, protección de elementos de acero contra el fuego, etc.

El cemento y el árido se mezclan en seco mecánicamente y se introducen en una tolva conectada con una instalación de aire comprimido. De la tolva parte una manguera que en su extremo dispone de una lanza que lleva acoplada la toma de agua.

El módulo granulométrico del árido estará comprendido entre 2,5 y 3,3.

La dosificación en peso conveniente es de una parte de cemento por 4 a 4,5 de árido, que dan lugar a un hormigón de 400 a 450 kilogramos de cemento por metro cúbico de hormigón. Mayor cantidad de árido produce el rebote de la masa al proyectar.

La relación agua-cemento estará comprendida entre 0,28 y 0,35.

La presión de eyección estará comprendida entre 1 kilogramo/centímetro cuadrado y 4 kilogramos/centímetro cuadrado.

La colocación se realiza por capas sucesivas, cada una de espesor aproximado de 1 centímetro.

**HORMIGÓN PERCOLADO**

Es un hormigón en el que se coloca en obra primeramente el árido grueso y se inyecta posteriormente el mortero. Se emplea especialmente en cimentaciones bajo el nivel freático.

**2.3 MORTEROS**

**2.3.1. Definición y clasificación**

Se denomina mortero la mezcla de arena u otras sustancias inertes con cal u otro aglomerante de cualquier tipo y agua, formando una masa capaz de endurecer más o menos pronto, ya en el aire, ya en el agua, y adhiriéndose fuertemente a los materiales que une.

Los morteros se clasifican en los tipos siguientes:

- a) Morteros de cal aérea
- b) Morteros de cal hidráulica.
- c) Morteros de cemento natural lento.
- d) Morteros de cemento natural rápido.
- e) Morteros de cemento Portland.
- f) Morteros de cemento Portland para trabajos en agua.
- g) Morteros mixtos.
- h) Morteros de escorias.
- i) Morteros especiales.
- j) Morteros de yeso.
- k) Morteros refractarios.
- l) Morteros de barro.

**2.3.2. Dosificación**

La determinación de las cantidades o proporciones en que deben entrar los distintos componentes para formar morteros, será fijada en cada caso por la Dirección de Obra, y, una vez establecidas dichas cantidades, no podrán ser variadas en ningún caso por el Constructor. A este efecto, deberá existir en la obra una báscula y los cajones y medidas para la arena, en los que se puedan comprobar en cualquier instante las proporciones de áridos, aglomerantes y agua empleados en la confección de los morteros.

Para la determinación de la dosificación se tendrá en cuenta, como principio general, que la resistencia útil o las cargas que deben soportar los morteros han de ser, aproximadamente, iguales a aquellas a que va a trabajar el material que une el mortero, y cuya dosificación, por tanto, estará supeditada al coeficiente de trabajo soportado por el mismo, exceptuándose los casos en que, por condiciones de fraguado necesarias para la rapidez en la ejecución de las obras, o para conseguir condiciones especiales de impermeabilidad, sea necesario supeditar a estas condiciones la dosificación de los morteros.

A título orientativo, se expresan a continuación las dosificaciones más usuales según su empleo.

**ALBAÑILERÍA**

Pasta de yeso	Yeso Kg.	Agua m <sup>3</sup>
Yeso negro.	850	0,600

Mortero de cal	Cal — Kg.	Arena — m <sup>3</sup>	Agua — m <sup>3</sup>
Tipo 1/2.	335	0,960	0,290
Tipo 1/3.	240	1,050	0,275

Mortero de cal y cemento	Cemento — Kg.	Cal — m <sup>3</sup>	Arena — m <sup>3</sup>	Agua — m <sup>3</sup>
Tipo 1/1/6.	220	0,165	0,980	0,170

Mortero de cemento	Cemento — Kg.	Arena — m <sup>3</sup>	Agua — m <sup>3</sup>
Tipo 1/3.	440	0,975	0,260
Tipo 1/4.	350	1,030	0,260
Tipo 1/6.	250	1,100	0,255
Tipo 1/7.	217	1,130	0,255

## MAMPOSTERIA

Mortero de cal	Cal — Kg.	Arena — m <sup>3</sup>	Agua — m <sup>3</sup>
Tipo 1/2.	335	0,960	0,290

Mortero de cemento	Cemento — Kg.	Arena — m <sup>3</sup>	Agua — m <sup>3</sup>
Tipo 1/4.	350	1,030	0,260
Tipo 1/6.	250	1,100	0,255
Tipo 1/7.	215	1,130	0,255

## REVESTIMIENTOS

Mortero de cal	Cal — Kg.	Arena — m <sup>3</sup>	Agua — m <sup>3</sup>
Tipo 1/1.	540	0,780	0,320
Tipo 1/2.	335	0,960	0,290
Tipo 1/3.	240	1,050	0,275
Tipo 1/4.	190	1,100	0,270
Tipo 1/5.	160	1,140	0,265

Morteros de cal y cemento	Cemento — Kg.	Cal — m <sup>3</sup>	Arena — m <sup>3</sup>	Agua — m <sup>3</sup>
Tipo 1/1/6.	220	0,165	0,980	0,170

Morteros de cemento	Cemento — Kg.	Arena — m <sup>3</sup>	Agua — m <sup>3</sup>
Tipo 1/1.	520	0,680	0,270
Tipo 1/2.	600	0,680	0,265
Tipo 1/3.	440	0,975	0,260
Tipo 1/4.	350	1,030	0,260
Tipo 1/6.	250	1,100	0,255
Tipo 1/8.	190	1,140	0,250

## PASTAS DE YESO

Pastas de yeso.	Yeso — Kg.	Agua — m <sup>3</sup>
Pastas de yeso negro.	850	0,600
Pastas de yeso blanco.	810	0,650

## SOLERAS.

Morteros de cemento	Cemento — Kg.	Arena — m <sup>3</sup>	Agua — m <sup>3</sup>
Tipo 1/6.	250	1,100	0,255
Tipo 1/8.	190	1,140	0,250
Tipo 1/10.	160	1,150	0,250

## 2.3.3. Condiciones generales de confección de los morteros

La confección de morteros de todas clases deberá verificarse, siempre que sea posible, a cubierto, para evitar que el estado higrométrico del aire pueda alterar, por exceso o por defecto, la proporción de agua que deba entrar a formar parte del mortero.

A ser posible, se establecerán, por tanto, cobertizos o tinglados destinados al amasado, y con las dimensiones suficientes para almacenar los siguientes elementos:

1.º Las cantidades de cal y cemento necesarias para la fabricación diaria del mortero y las de arena y agua cuanto esto sea preciso.

2.º Un área suficiente para efectuar en ella el batido a brazo o instalar las máquinas correspondientes para efectuar esta operación.

3.º Un espacio suficiente para almacenar el mortero fabricado durante el tiempo que media entre su manipulación y su empleo.

La fabricación de morteros podrá hacerse por medios mecánicos, en lugar de emplear el amasado a brazo; el Constructor podrá utilizar cualquiera de las máquinas o aparatos aptos a este efecto, siempre que merezcan la aprobación del Aparejador, quien dará las prescripciones necesarias para obtener una manipulación rápida y una buena mezcla.

Cualesquiera que sean las clases de máquinas empleadas, el tiempo mínimo de permanencia en batido de los morteros en ellas será de medio minuto, contando a partir desde el momento en que se añadió agua a la mezcla.

## CONSISTENCIA Y FLUIDEZ DE LA PASTA DE LOS MORTEROS

Los morteros deberán estar perfectamente batidos y manipulados, ya sea a máquina o a brazo, de forma que siempre resulte una mezcla homogénea y su consistencia sea de pasta blanda y pegajosa sin presentar los morteros de cal, partes blancas o palomillas, ni grumos apelotonados de arena en los de cemento, que indiquen una imperfección en la mezcla, un batido insuficiente o un cribado defectuoso de la arena.

Esta consistencia será tal que una bola de madera de cinco centímetros de diámetro, colocada sobre una superficie plana de mortero, no produzca una depresión mayor de un centímetro y el mortero pueda mantenerse sobre la paleta del operario sin deprimirse.

Por otra parte, su fluidez será la suficiente para que no desprenda cantidad apreciable de agua cuando se le coloque en una vasija cualquiera y se saque ésta con una cierta violencia.

El grado de fluidez del mortero será algo menor cuando este se destine a enfoscados o enlucidos; pero nunca será tan es peso que la masa se agriete.

## PRECAUCIONES EN LA PREPARACIÓN

Con temperaturas inferiores a dos grados centígrados, el agua deberá emplearse ligeramente templada, para evitar la alteración de las condiciones de fraguado por el descenso de temperatura.

La arena, además de emplearse perfectamente seca, podrá, en casos especiales, templarse ligeramente.

Podrán emplearse aditivos, previa autorización escrita del Aparejador. Cuando la temperatura sea elevada, para evitar el fraguado rápido de los morteros, es conveniente que los ingredientes que se empleen, incluso el agua, no estén expuestos a la acción directa del sol; pues, por encima de 20 grados de temperatura en la masa de agua se alteran y aceleran las condiciones de fraguado. Asimismo es conveniente, cuando las temperaturas exteriores excedan de 30 grados, el humedecer ligeramente, antes de su empleo, las arenas.

## 2.3.4. Plazos de empleo

El Aparejador fijará, para cada clase de mortero, los plazos máximos y aun los mínimos, si lo juzga necesario, dentro de los cuales habrá de verificarse su empleo, contados siempre a partir del momento en que se agregó agua a las mezclas.

Si el mortero adquiere cierto grado de dureza durante su empleo, puede ser debido a la falta de agua o a un principio de fraguado; en este último caso debe ser desechado. Si la dureza es debida a la falta de agua, puede ablandarse la mezcla agregando una nueva cantidad de agua y sometiendo a un batido enérgico, comprimiéndola al mismo tiempo fuertemente con pisonés de hierro o de madera; o sea rebatiendo el mor-

tero. Pudiendo emplearse en obra, puesto que su resistencia no disminuye, aunque sí su adherencia a los materiales; por lo cual deberá utilizarse sólo previa autorización del Aparejador y en los sitios por él designados.

**2.4. EJECUCION DE LAS OBRAS DE HORMIGON**

**2.4.1. Personal del Constructor**

Toda construcción que tenga elementos estructurales de hormigón exige que el Constructor disponga de personal técnico y obrero con conocimiento y experiencia suficientes para su ejecución.

La clase y número de éstos pueden definirse en las especificaciones técnicas de obra. Se exigirá siempre que el Constructor disponga, al menos, del Jefe de obra y del Encargado.

**JEFES DE OBRA**

Al frente de los trabajos, el Constructor tendrá un Jefe de obra, para dirigir la oficina técnica que prepare la documentación gráfica y para instruir, regir o inspeccionar al personal técnico y obrero que ejecute los trabajos.

Se establecerá el tiempo de permanencia en obra que se exige al Jefe de obra: jornada completa o media jornada. Si no se establece, se entiende que es suficiente una visita a la obra; debiendo comunicarse al Aparejador la hora en que se realizará esta visita.

La exigencia de permanencia completa en obra supone que la oficina técnica se monte asimismo en obra.

**ENCARGADO DE OBRA**

El Encargado tendrá la titulación laboral y las funciones definidas en la Reglamentación de Trabajo. Estará permanentemente en obra y, en caso de vacaciones o enfermedad, se sustituirá por otro facultativo análogo.

**2.4.2. Documentos que realizará el Constructor**

En los planos de obra de una construcción con elementos estructurales de hormigón tienen que estar definidas completamente sus dimensiones, armaduras y disposiciones.

El Constructor, a partir de estos planos, tiene que realizar los documentos gráficos precisos para definir el trabajo de cada uno de los oficios que intervienen.

Hojas de ferrallista, con las figuras acotadas, la cantidad de cada una de las armaduras y las construcciones de armado.

Esquemas de encofrado, marcando la clase y cantidad de elementos a emplear y las disposiciones: contraflechas, etc.

Directorio de hormigonado, con las especificaciones para el hormigón, la posición de las juntas de hormigón, etc.

**2.4.3. Disposiciones prescriptivas**

En la ejecución de las obras de hormigón se seguirán las prescripciones establecidas en las disposiciones vigentes.

**2.4.4. Tolerancias de ejecución**

La medición de las dimensiones de los elementos prefabricados y de los ejecutados en obra y las tolerancias dimensionales se ajustarán a lo que se establece a continuación:

**COMPROBACION DE LAS DIMENSIONES**

La medición de las longitudes se efectuará con regla o cinta metálica, con precisión no menor de 0,1 milímetro en cada metro y no menor de 0,1 por 1.000 en longitudes mayores.

La medición de las flechas de las piezas se efectuará materializando con un alambre tenso una línea recta que pase por puntos correspondientes de las secciones extremas.

**TOLERANCIA DE TÁLLER**

En todo elemento estructural prefabricado en taller, las tolerancias dimensionales serán las especificadas para el sistema. Si alguna no estuviese definida, se cumplirá la siguiente:

Conceptos	Tolerancia — mm.
<b>Dimensiones en metros:</b>	
Hasta 0,20	± 2
De 0,21 a 0,40	± 3
De 0,41 a 0,60	± 4
De 0,61 a 1,00	± 5
De 1,01 a 1,50	± 6
De 1,51 a 2,50	± 8
De 2,51 a 4,00	± 10
De 4,01 a 6,00	± 12
De 6,01 y mayor	± 15

La tolerancia en la flecha de todo elemento estructural recto o plano de longitud uno será la siguiente:

Conceptos	Tolerancia — mm.
<b>Longitud en metros:</b>	
Hasta 1,00	3
De 1,01 a 2,00	2
De 2,01 a 3,00	3
De 3,01 a 5,00	5
De 5,01 a 7,00	7
De 7,01 y mayor	10

**TOLERANCIAS DE OBRA**

En los elementos ejecutados en obra y en los conjuntos de elementos prefabricados, montados en obra, las tolerancias dimensionales vienen especificadas en las especificaciones técnicas. Si alguna no estuviese definida, se cumplirán las siguientes:

Conceptos	Tolerancia — mm.
<b>Espesores en metros:</b>	
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
<b>Dimensiones horizontales o verticales entre ejes:</b>	
Parciales	± 20
Totales	± 40
<b>Desplomes:</b>	
En una planta	± 10
En total	± 30

**2.4.5. Encofrados**

El Jefe del equipo de encofrados recibirá del Encargado los esquemas de encofrado, realizados bajo la dirección del Jefe de obra y con la aprobación del Aparejador, que complementen los planos de obra, con todas las indicaciones precisas para que los encofrados se ejecuten de modo que la obra terminada se ajuste a los planos y especificaciones técnicas de obra.

En la ejecución de los encofrados se tendrá en cuenta lo consignado en las especificaciones técnicas y, además, lo que se marca a continuación:

**TIPOS DE ENCOFRADO**

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, a menos que se especifiquen éstos en las prescripciones de proyecto. Es usual utilizar en vigas los encofrados de tabla de madera, y en pilares, muros y losas los de paneles metálicos acoplables o de tabla de madera.

El aislamiento térmico de los encofrados metálicos es muy pequeño, lo que debe tenerse en cuenta cuando se hormigone en tiempo frío; siendo convenientes, para ello, los de doble lámina con panel aislante interior. El color oscuro en los encofrados metálicos es también un inconveniente; pues, puestos al sol, absorben gran cantidad de calor, que puede producir evaporación prematura del agua del hormigón.

Para los elementos de hormigón que vayan a quedar vistos se seguirán estrictamente las especificaciones de obra, en cuanto a formas, disposiciones y material de encofrado, y al tipo de desencofrantes permitidos.

**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 del artículo 2.4.4.

Con este objeto, la separación de puntales en las vigas no será, en general, inferior a un metro. Si la viga tiene anchura superior a 0,50 metros o canto superior a 1,20 metros cada so-

panda del fondo del encofrado, conviene sustentarla sobre dos puntales unidos por riostras.

Pueden emplearse puntales empalmados siempre que el empalme no esté en su tercio central y que, por lo menos, a cada lado, los dos puntales sucesivos que se coloquen sean enterizos. El empalme se realizará a tope sobre caras perfectamente perpendiculares al eje, realizando la unión con tres bridas clavadas, de longitud no menor de 0,60 metros. No se permite el empalme con solo dos bridas.

Los puntales descansarán sobre durmientes de madera y no directamente sobre el suelo.

En los encofrados para elementos de gran altura se tendrá en cuenta que la presión ejercida por el hormigón fresco sobre los paramentos es función de la altura de éste, la compactación por vibrado y el empleo de aditivos plastificantes aumenta esta presión.

Por ello, en los encofrados de muros, las carreras, y en los de pilares, los marcos, se dispondrán a separaciones menores en la parte inferior que en la superior.

Pueden aminorarse los efectos de la deformación de los encofrados dándoles contraflechas que contrarresten esta deformación y la producida tras el desencofrado.

**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 puedan cerrarse después de efectuada la limpieza de los fondos.

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

**CONDICIONES PARA EL DESENCOFRADO**

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

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

Para evitar la adherencia del hormigón a los paramentos del encofrado, pueden estos recubrirse con 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 Arquitecto.

**2.4.6. Armaduras**

Al Jefe del equipo de ferrallistas, si las armaduras se confeccionan en obra, o al taller, si se hacen fuera, se le entregarán las hojas de ferrallista, realizadas bajo la dirección del Jefe de obra, que complementen los planos de obra, con todas las indicaciones precisas para el buen orden de la confección y colocación de las armaduras, de modo que queden ajustadas a los planos y especificaciones técnicas de obra.

Además de lo que se especifica en estos documentos, se cumplimentará lo que se marca en este artículo.

Se empleará el tipo de acero especificado, evitándose el empleo de barras de acero de distinto tipo, por el peligro de confusión que existe, a menos que se empleen en diámetros distintos; por ejemplo, un tipo en armaduras longitudinales y otro en estribos.

**DORLADO DE LAS ARMADURAS**

Las armaduras se doblarán en frío y a velocidad moderada, preferentemente por medios mecánicos. Únicamente en barras de acero ordinario, de diámetro no inferior a 25 milímetros, se admite el doblado en caliente sin que se alcance al calentar la temperatura del rojo cereza oscuro (800 °C) y dejando luego enfriar lentamente las barras calentadas.

El doblado se ejecutará sobre mandril cuyo diámetro *d* cumpla la condición del siguiente cuadro:

Resistencia del hormigón Kg/cm <sup>2</sup>	Mínimo valor de <i>d</i> con acero de límite elástico			
	2.400 kg/cm <sup>2</sup>	4.200 kg/cm <sup>2</sup>	4.600 kg/cm <sup>2</sup>	5.000 kg/cm <sup>2</sup>
120	14 Ø	—	—	—
150	12 Ø	18 Ø	20 Ø	22 Ø
200	10 Ø	14 Ø	16 Ø	18 Ø
250	10 Ø	12 Ø	12 Ø	14 Ø
300	10 Ø	10 Ø	10 Ø	12 Ø
350	10 Ø	10 Ø	10 Ø	10 Ø

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

Los ganchos o patillas de anclaje se conformarán sobre mandril de 5 Ø o mayor, en acero de 2.400 kg/cm<sup>2</sup>, y de 7 Ø o mayor, en los superiores.

**ANCLAJE DE LAS ARMADURAS**

Cada una de las barras de las armaduras tendrá su anclaje: gancho, patilla o prolongación, con sus dimensiones, definidos en los planos de obra, no pudiendo ser modificado por el Constructor sin autorización del Arquitecto.

En algún caso pueden ser precisos anclajes especiales, por soldadura a barra transversal o a placa de anclajes, realizan dose de acuerdo con las indicaciones de las especificaciones técnicas y las oficiales de soldeo vigentes.

**EMPALME DE LAS ARMADURAS**

Los empalmes precisos, en el caso de que las armaduras tengan mayor longitud que la de suministro de las barras, vendrán definidos en los planos de obra y se realizarán de acuerdo con las disposiciones y dimensiones en ellos establecidas. Para realizar un empalme no definido en los planos se requiere autorización del Arquitecto.

Si el empalme es por solapo, la longitud de solapo cumplirá la condición del siguiente cuadro:

Resistencia del hormigón Kg/cm <sup>2</sup>	Solapos mínimos con acero de límite elástico			
	2.400 kg/cm <sup>2</sup>	4.200 kg/cm <sup>2</sup>	4.600 kg/cm <sup>2</sup>	5.000 kg/cm <sup>2</sup>
120	50 Ø	—	—	—
150	40 Ø	48 Ø	52 Ø	58 Ø
200	30 Ø	36 Ø	39 Ø	42 Ø
250	24 Ø	30 Ø	32 Ø	34 Ø
300	20 Ø	24 Ø	26 Ø	28 Ø
350	20 Ø	22 Ø	24 Ø	25 Ø

Con acero de 2.400 kg/cm<sup>2</sup>, las barras llevarán, además, ganchos, si su esfuerzo es de tracción, o patillas, si es de compresión. Con aceros de alta adherencia no es preciso disponer ganchos o patillas. Las armaduras se atarán con alambre a intervalos en el empalme.

El empalme por soldadura puede 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 tres métodos siguientes:

- Soldadura a tope por resistencia eléctrica.
- Soldadura a tope, con preparación de bordes en X.

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

**MONTAJE DE LAS ARMADURAS**

Las barras que constituyen uno o varios tramos sucesivos de un elemento lineal: viga, pilar, etc., se montarán uniéndolas con los estribos mediante ligaduras de alambre, y quedarán rigidizadas por las barras dobladas, si existen, o por unas que se coloquen para este efecto.

Las distancias entre barras cumplirán las especificaciones técnicas o, si no las hubiera, lo siguiente:

Distancia horizontal libre mínima entre dos barras consecutivas. El mayor de los siguientes valores:

- El diámetro mayor de las barras.
- Un centímetro.
- 1,2 veces el tamaño del árido.

Pueden ponerse en contacto dos o tres barras de acero de alta adherencia, en pilares, y otros elementos verticales.

Distancia vertical libre mínima entre dos barras consecutivas.

- 0,75 del diámetro mayor de las barras.
- Un centímetro.

Dos barras de acero de alta adherencia en vigas o forjados pueden ponerse en contacto una sobre otra.

**COLOCACIÓN DE LAS ARMADURAS**

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

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

Las distancias de las barras a los paramentos cumplirán las especificaciones técnicas y, si no las hubiese, lo siguiente:

Distancia mínima: El mayor de los siguientes valores:

- El diámetro de la barra.
- Un centímetro en elementos protegidos.
- Dos centímetros en elementos expuestos a la intemperie, a condensaciones o al agua; y en la parte curva de las barras.

Distancia máxima: cuatro centímetros. Si se precisa mayor espesor, se dispondrá una malla a dos centímetros del paramento.

#### REVISIÓN DE LAS ARMADURAS

El Aparejador de la obra comprobará las armaduras durante el doblado, montaje y colocación; verificando que tienen 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.

#### 2.4.7. Armaduras para pretensar

Los planos de armado realizados bajo la dirección del Jefe de obra, que complementen los planos de estructura, tendrán todas las indicaciones precisas para la confección de las armaduras y la colocación de varios anclajes y demás elementos, de modo que queden ajustados a los planos y especificaciones técnicas de obra.

Además de lo que se especifique en estos documentos se cumplimentará lo que se indica a continuación:

#### CORTE Y EJECUCIÓN DE LAS ARMADURAS

Los alambres, cordones o cables se cortarán con una dimensión que comprenda la sobrelongitud para el acuñado con todas las indicaciones precisas para la confección de las armaduras y el del gato, vendrá fijada en la ficha técnica del sistema de pretensado.

El corte se efectuará con disco. Puede realizarse con cizalla en alambres de diámetro no mayor de ocho milímetros, utilizando cuchillas especiales. No es aconsejable el corte con soplete por las rebabas que deja, las cuales dificultan el enfilado de la armadura.

Después de tensadas las armaduras, el corte detrás de los anclajes se hace con soplete de oxiacorte, a una distancia no inferior a cuatro centímetros del anclaje.

Las armaduras ordinarias se ejecutarán siguiendo las indicaciones del artículo 2.4.6.

#### COLOCACIÓN DE LAS ARMADURAS

Se recomienda dibujar el trazado de las armaduras sobre los costeros del encofrado, para la correcta disposición de los elementos de fijación de vainas o conductos.

Las armaduras se colocarán con una precisión de 1/200 del canto de la viga.

En los planos de obra se acordará en milímetros la posición de las armaduras a intervalos de la luz, que, como máximo, serán de 1/10 de ésta.

#### ELEMENTOS DE ANCLAJE

Las placas y dispositivos de anclaje se colocarán perfectamente perpendiculares a la direccriz de la armadura en su extremo.

Se fijarán al encofrado de modo que no puedan moverse durante el hormigonado, con fijación suficientemente robusta para resistir la vibración transmitida al encofrado y los impactos del vertido del hormigón sobre las vainas.

Se obturarán los orificios para impedir la entrada del hormigón, y después del hormigonado se revisará la limpieza de los anclajes.

#### TENSADO DE LAS ARMADURAS

El tensado de alambres, cordones o cables se efectúa mediante gatos hidráulicos conectados a una bomba de impulsión manual o mecánica. La armadura se sujeta al gato con dispositivo de cuñas y después de tensada se colocan los elementos de fijado, si son cuñas generalmente las introduce entre ámbolo situado en el mismo gato.

Durante el funcionamiento de la bomba se prohibirá permanecer detrás del gato.

Si el tensado se hace por los extremos, la presión se incrementará simultáneamente en ambos.

#### 2.4.8. Hormigonado

La fabricación del hormigón se realizará según el artículo 2.2.3, y su puesta en obra según el artículo 2.2.4, teniendo en cuenta, además, las indicaciones de los artículos 2.4.9, 2.4.10, 2.4.11 y 2.4.12.

#### 2.4.9. Juntas de hormigonado

En la documentación técnica de obra se indicará la posición y forma de realizar las juntas de hormigonado.

Cuando haya necesidad de disponer juntas de hormigonado no previstas en los planos, se situarán tales juntas en dirección lo más normal posible a la de las tensiones de compresión, y allí donde su efecto sea menos perjudicial, alejándolas, con dicho fin, de 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 cepillo de alambre o chorro de arena si el hormigón se encuentra muy 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.

Si la junta se establece entre hormigones fabricados con distinto tipo de cemento, al hacer el cambio de éste se limpiarán cuidadosamente los utensilios de trabajo.

En ningún caso se pondrán en contacto hormigones fabricados con diferentes tipos de cemento que sean incompatibles entre sí.

#### 2.4.10. Hormigonado en tiempo frío

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 cuarenta y ocho 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 arpilleras 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 de que se utilice un aditivo anticongelante, si el Aparejador lo autoriza.

#### 2.4.11. Curado del hormigón

Durante el fraguado y primer periodo de endurecimiento del hormigón se precisa mantener su humedad, mediante el curado, que se realizará durante el plazo, y con las condiciones que se establezcan en las especificaciones técnicas de obra y con las siguientes:

El plazo de curado mínimo será de siete días, durante los cuales se mantendrán húmedas las superficies del hormigón, regándolas directamente, o después de cubrirlas con 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 Aparejador, pueden emplearse procedimientos de curado por recubrimiento con pinturas que evitan la evaporación o técnicas especiales de curado al vapor, etc.

#### 2.4.12. Desencofrado

Se retirarán todos los elementos que constituyen el encofrado sin producir sacudidas ni choques en la estructura.

El desencofrado de forjados y vigas se realizará aflojando las cuñas de los puntales con el martillo. Si al golpear suavemente las cuñas salen con facilidad y quedan los puntales colgando, el forjado o viga está en buenas condiciones. En caso contrario debe suspenderse la operación, pues es indicio de falta de resistencia en los elementos encofrados.

Las operaciones de desencofrado se realizarán después de transcurridos los plazos marcados en las especificaciones técnicas. Si no se indicase otra cosa, se cumplirán los plazos mínimos siguientes:

Elementos	Plazo de desencofrado mínimo en días, si la temperatura media ha sido de		
	10 °C	20 °C	30 °C
Encofrado de pilares y costeros de vigas.	4	3	2
Fondos de vigas y forjados.	28	21	14

Es buena práctica mantener los fondos durante veinticuatro horas a dos o tres centímetros por debajo del elemento para prevenir el efecto de una rotura.

#### 2.4.11. Forjados

Los forjados se construirán con el sistema especificado en la documentación técnica. Este sistema tendrá concedida autorización por el Ministerio de la Vivienda, que acreditará en su ficha de características.

Quedan exceptuados de la obligatoriedad de poseer autorización de uso los forjados no industrializados proyectados por el Arquitecto Director.

Las armaduras de los nervios o de las semiviguetas, o en el caso de elementos prefabricados definidos en su ficha de características, los tipos de semiviguetas o de viguetas se colocarán ajustándose a lo representado y especificado en los planos de obra.

El Constructor puede proponer al Arquitecto la sustitución del sistema de forjado previsto por otro apropiado que tenga autorización de uso. Es potestativo del Arquitecto aceptar o no esta propuesta. En caso de aceptarla, el Arquitecto redactará nuevos planos, con el sistema propuesto por el Constructor, y se ejecutarán los forjados de acuerdo con ellos.

Durante la ejecución de los forjados habrá en la oficina de obra un ejemplar de la ficha de características del sistema empleado, que su fabricante habrá entregado en reproducción fotomecánica de la autorizada por el Ministerio de la Vivienda, al mismo tamaño y sin ninguna alteración, adición o supresión.

Además de las condiciones que figuren en las especificaciones técnicas y en la ficha de características del sistema, se tendrán en cuenta las siguientes especificaciones:

#### FORJADOS DE VIGUETAS DE HORMIGÓN

Están constituidos por viguetas prefabricadas de hormigón armado o pretensado autorresistentes, que no necesitan completar su resistencia con hormigonado posterior.

Cada vigueta que se reciba en obra llevará indeleblemente marcado en sitio visible el nombre del sistema, la designación de su tipo, que corresponde a las características mecánicas garantizadas en la ficha de características, y la fecha de fabricación. Las viguetas que requieran especiales condiciones de colocación, como las que tienen un voladizo, llevarán marcadas las precisas indicaciones para colocarlas correctamente.

Las viguetas tendrán en sus extremos la armadura saliente, para incluirse en las cadenas sobre los muros o en las vigas que se haya especificado en los planos de estructura para el debido arriostramiento de la construcción.

En la recepción de las viguetas el Aparejador comprobará las dimensiones y las armaduras de las viguetas. Cuando el Aparejador lo ordene se encargará un ensayo a flexión de viguetas que se tomen como muestras, para comprobar que sus características mecánicas cumplen los valores garantizados por el fabricante en la ficha de características.

Si el sistema es de viguetas adosadas, de sección tubular o doble T de alas anchas, la unión entre viguetas con mortero, o por el método definido en la ficha de características, se realizará cuidadosamente.

En otro caso, el entrevigado se realizará con piezas de cerámica, de mortero o de otra clase, especificadas, las cuales es preceptivo que tengan una resistencia en vano no inferior a 100 kilogramos, medida como se establece en el artículo 2.1.11.

#### FORJADO DE SEMIVIGUETAS

Están constituidos por semiviguetas de hormigón o de cerámica, armadas o pretensadas, prefabricadas en taller o a pie de obra, que completan su sección resistente con armaduras encimeras y hormigonado en obra.

Las semiviguetas fabricadas en taller cumplirán las prescripciones de marcado y armaduras salientes, como en el caso de viguetas de hormigón, y se comprobarán del mismo modo establecido allí.

Las semiviguetas de cerámica armada fabricadas a pie de obra se ejecutarán siguiendo las indicaciones de la ficha de características, y su curado, que es de gran importancia, se realizará de acuerdo con el artículo 2.4.11.

La elevación de las semiviguetas se realizará colgándolas de amarras previstos de modo que no sufran fisuración por acción de su peso. La colocación se efectuará sin que sufran golpes que puedan dañarlas y se apoyarán en sus extremos y sobre una o más sopandas apuntaladas que cortan su luz en dos o más partes, para que puedan resistir el hormigonado.

Según el sistema, se disponen adosadas o se completan con las piezas de cerámica, mortero o de otra clase especificadas en la documentación técnica, las cuales tendrán una resistencia en vano no inferior a 100 kilogramos, medida según el artículo 2.1.11.

Se colocarán después las armaduras encimeras precisas para el trabajo en continuidad que se detallen en los planos de estructura, y se completará el forjado con hormigón de las características establecidas.

#### FORJADOS CON ENCOFRADO

Están constituidos por losa de hormigón armado maciza, nervada, o aligerada con piezas, o de cerámica armada, con armaduras en una dirección o cruzadas en dos direcciones ortogonales, o en más de dos.

Las piezas aligerantes o resistentes, cuando se emplean, y las armaduras, se montan sobre encofrado continuo o discontinuo, y se hormigona el conjunto.

Las piezas cerámicas se regarán hasta que queden totalmente humedecidas para conseguir buena adherencia del hormigón.

#### 2.4.11. Pruebas de la obra

La prueba de carga de una zona de la estructura se realizará si se establece en las especificaciones técnicas o si el Aparejador la ordena para comprobar una zona de la estructura cuyo hormigón alcanza una resistencia defectuosa o por otras causas.

La realización de la prueba y la interpretación de sus resultados se ajustarán a lo que se indica a continuación:

#### REALIZACIÓN DE UNA PRUEBA DE CARGA

El Aparejador redactará previamente las directrices para la prueba de carga, estableciendo con toda claridad los siguientes puntos:

- Zonas de la obra que se cargarán.
- Sobrecarga que se aplicará en cada zona.
- Sistema, condiciones y plazos para la carga y descarga.
- Magnitudes que se medirán en la prueba.
- Métodos de medida utilizables.
- Puntos donde se efectuarán las mediciones.
- Calendario de la prueba.

La sobrecarga de prueba será, en general, igual, y nunca mayor, que la suma de concargas y sobrecargas de uso menos el peso propio de los elementos que se prueban. Si existiese sobrecarga dinámica, se sustituirá por una sobrecarga estática, con el valor de aquella multiplicada por el coeficiente de impacto considerado en el cálculo.

La sobrecarga de prueba se colocará en la forma establecida en las directrices, sin choques ni vibraciones. Se cuidará muy especialmente que, si los elementos de carga son bloques, ladrillos, sacos, etc., se coloquen con separaciones que impidan pueda producirse el efecto de arco, que transmitiría directamente a los apoyos una parte de la sobrecarga aplicada.

Los aparatos de medida se dispondrán unidos a soportes bien firmes y estables, colocándolos, en la medida posible, abrigados de la intemperie y protegidos de influencias extrañas que pudieran producirles vibraciones o deformaciones.

#### INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

Los resultados de una prueba de carga se interpretarán en la forma que se establezca en las especificaciones técnicas. Si no se especificase allí el resultado de la prueba, se considera satisfactoria si se cumplen simultáneamente las siguientes condiciones:

a) La amplitud de cada fisura producida en el ensayo no es superior al límite de fisuración en que se compromete la durabilidad de la estructura. En general, en función del ambiente en que vayan a estar situados los elementos, tomará el siguiente valor:

Elementos protegidos de la intemperie	0,3 mm.
Elementos a la intemperie	0,2 mm.
Elementos en ambiente muy agresivo	0,1 mm.

b) La magnitud de cada flecha no es superior al límite de deformación en que se compromete la servicialidad de la estructura. En general, la relación flecha luz de un elemento no será superior al siguiente valor:

Forjados de cubierta	1/250
Forjados de piso que no soportaran muros	1/320
Vigas que no soportaran muros	1/400
Forjados o vigas que soportaran muros	1/500

En casos especiales de utilización laboratorios, maquinaria sensible a las deformaciones, puentes, grúa, etc., se precisan valores sensiblemente mayores, que habrán sido establecidos en las especificaciones técnicas.

c) La magnitud de cada flecha remanente al retirar la sobrecarga no es superior a una fracción de la correspondiente flecha bajo la sobrecarga máxima aplicada.

La flecha residual será inferior a 1/5 de la total bajo carga. Si esta condición no se cumple, se realizará un nuevo ciclo de carga y descarga, en el cual la flecha residual no será inferior a 1/8 de la total bajo carga.

#### 2.5. EJECUCION DE LAS OBRAS CON MORTERO

##### 2.5.1 Condiciones de ejecución

Las unidades de obra que en su ejecución se utilice como componente un mortero, éste cumplirá las especificaciones particulares que para dicha unidad se fijan en el capítulo correspondiente de este pliego.

(Continuará.)