

Modificaciones de los comentarios de los miembros de la Comisión Permanente del Hormigón a la Instrucción de Hormigón Estructural EHE 08

Las características mecánicas de los hormigones empleados en las estructuras, deberán cumplir las condiciones establecidas en el Artículo 39°.

(...)

La definición dada para la resistencia del hormigón a compresión no es más que un convenio que permite asociar, a cada unidad de producto o amasada de hormigón, un valor relacionado con el concepto físico de resistencia del material que, aún distinto de aquél, es lo suficientemente representativo para el fin práctico de esta Instrucción.

(...)

t Edad del hormigón en días.

s Coeficiente que depende de la velocidad de endurecimiento del cemento, de acuerdo con lo indicado en el artículo 26.º:
= 0,2, para cementos de endurecimiento rápido
= 0,25, para cementos de endurecimiento normal, y
= 0,38, para cementos de endurecimiento lento.

(...)

31.3 CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

COMENTARIOS

A los efectos de esta Instrucción, sólo podrán emplearse barras o rollos de acero corrugado soldable que sean conformes con UNE-EN 10080.

(...)

Cuando este artículo hace referencia al acero suministrado en forma de barra recta, incluye también el acero enderezado por el propio fabricante siderúrgico y suministrado como barra enderezada para su posterior transformación en la ferralla.

(...)

La Norma UNE-EN ISO 15630-1 indica varias fórmulas simplificadas para la obtención de f_R o f_{pR} mediante aproximaciones trapecial, parabólica, de la regla de Simpson o empírica, debiendo reflejarse en todo caso la fórmula empleada en el informe de ensayo.

A los efectos de interpretar la nota ⁽²⁾ de la tabla 32.2.h, puede admitirse un contenido de nitrógeno superior a 0,014%, cuando por cada 0,001% de nitrógeno que se incremente respecto a la especificación de la citada tabla, se reduzca en 0,005% la especificación de la misma en relación con el contenido máximo de fósforo admitido.

32.2 BARRAS Y ROLLOS DE ACERO CORRUGADO SOLDABLE

COMENTARIOS

En el ámbito de esta Instrucción, se entiende por malla electrosoldada la armadura formada por la disposición de barras corrugadas o alambres corrugados, longitudinales y transversales, de diámetro nominal igual o diferente, que se cruzan entre sí perpendicularmente y cuyos puntos de contacto están unidos me-

33.1.1 Mallas electrosoldadas

diente soldadura eléctrica, realizada en un proceso de producción en serie en instalación industrial ajena a la obra, que sea conforme con lo establecido en UNE-EN 10080.

(...)

donde f_y es el valor del límite elástico especificado y A_n es la sección transversal nominal del mayor de los elementos de la unión o de uno de los elementos pareados, según se trate de mallas electrosoldadas simples o dobles, respectivamente.

COMENTARIOS

Las mallas electrosoldadas pueden ser fabricadas en serie o según un pedido específico. En el primero de los casos, una vez fabricadas, son almacenadas hasta su venta y suministro a la obra. Las dimensiones de las mallas habitualmente empleadas en España son de 6.000 mm x 2.200 mm o de 3.000 mm x 2.200 mm.

La designación conforme con UNE-EN 10080 de las mallas electrosoldadas se puede realizar de la siguiente forma:

- a) Forma del producto (malla electrosoldada o su forma abreviada ME).
- b) Dimensiones nominales del producto:
 - b.1) Separaciones, expresadas en milímetros y separadas por el signo x, de los elementos longitudinales y transversales,
 - b.2) Distintivo S, en el caso de que posea zona de solapo,
 - b.3) Diámetros de las armaduras longitudinal y transversal, expresados en milímetros, precedidos por el símbolo \varnothing y separados por un guión. En las mallas dobles, el correspondiente diámetro irá seguido de la letra D,
 - b.4) Las longitudes de los elementos longitudinales y transversales, respectivamente, expresadas en milímetros y unidas por el signo x,
 - b.5) Sobrelargos, expresados en milímetros, en el caso de mallas especiales.
- c) Designación del tipo de acero.
- d) Referencia a la norma europea EN 10080.
- e) Clase técnica incluida en el marcado CE, conforme a la Directiva 89/106/CE, cuando éste entre en vigor.

Así, por ejemplo, una malla electrosoldada de acero con características especiales de ductilidad, formada por barras corrugadas B500SD, separación entre los ejes de las barras, tanto longitudinales como transversales, igual a 30 cm; diámetros nominales de las barras longitudinales y transversales de 8 mm; longitud el panel 6 m; anchura 2,20 m, con zona de solapo estándar, se designará como

ME 300x300 S \varnothing 8x8 6000x2200 B500SD EN 10080 – clase técnica

33.1.2.

Armaduras básicas electrosoldadas en celosía

En el ámbito de esta Instrucción, se entiende por armadura básica electrosoldada en celosía a la estructura espacial formada por un cordón superior y uno o varios cordones inferiores, todos ellos de acero corrugado, y una serie de elementos transversales, lisos o corrugados, continuos o discontinuos y unidos a los cordones longitudinales mediante soldadura eléctrica, producida en serie en instalación industrial ajena a la obra, que sean conforme con lo establecido en UNE-EN 10080.

(...)

COMENTARIOS

La designación conforme a UNE-EN 10080 de las armaduras básicas electrosoldadas puede realizarse de la siguiente forma:

- a) Forma del producto (armadura básica o su forma abreviada AB).
- b) Referencia a la norma europea EN 10080.
- c) Dimensiones nominales del producto:

- c.1) Altura y anchura de la armadura, expresadas en milímetros y separadas por el signo x,
- c.2) Paso de la celosía, expresado en milímetros, precedido del signo /,
- c.3) Diámetros del cordón longitudinal, de la diagonal y de los cordones inferiores, expresados en milímetros, separados por el signo x,
- c.4) Longitud de la armadura básica, expresada en milímetros.

(...)

En el ámbito de esta Instrucción, se define como:

- Armadura elaborada, cada una de las formas o disposiciones de elementos que resultan de aplicar, en su caso, los procesos de enderezado, de corte y de doblado a partir de acero corrugado conforme con el apartado 32.2 o, en su caso, a partir de mallas electrosoldadas conformes con 33.1.1.

(...)

Esta Instrucción entiende como «armadura elaborada», cada una de las formas o disposiciones de elementos que resultan de aplicar, en su caso, los procesos de enderezado, de corte y de doblado a partir de acero corrugado o de mallas electrosoldadas. El conjunto de estos procesos también se conoce como «ferralla». La «ferralla armada» es el resultado de aplicar a las armaduras elaboradas los correspondientes procesos de armado (por atado con alambre o mediante soldadura no resistente) para proporcionarle la disposición geométrica definitiva. Este proceso se conoce por «armado». Y por último, se entiende por «armadura pasiva» al resultado de montar en el molde o encofrado, las armaduras normalizadas, armaduras elaboradas o ferrallas armadas, que tienen una función estructural. Al proceso de colocación de la armadura pasiva en el encofrado se conoce como «montaje».

La operación de montaje configura la armadura pasiva definitiva antes de hormigonar, para lo que deberá prestarse especial atención a la disposición de separadores y al cumplimiento de las exigencias de recubrimientos del proyecto, así como a lo establecido al efecto en el Artículo 69º de esta Instrucción.

Algunos de los procesos de ferralla como el enderezado, o en algunos casos la soldadura, provocan una modificación de las características mecánicas del acero como, por ejemplo, sobre la deformación bajo carga máxima.

33.2.

FERRALLA ARMADA

COMENTARIOS

El esfuerzo cortante de agotamiento por compresión oblicua del alma se deduce de la siguiente expresión:

(...)

Cuando existan simultáneamente varios grupos de armaduras transversales con distintas inclinaciones respecto al eje de la pieza, a efectos de obtención de V_{u1} , se podrá adoptar como valor medio de α el definido por la siguiente expresión:

(...)

El ángulo θ adoptado se debe mantener para el cálculo del Estado Límite Último de Agotamiento por torsión en elementos lineales.

Para el cálculo de la tensión σ'_{cdr} en el caso de que haya armaduras activas en la zona comprimida, se considerará que éstas absorben una compresión de valor $A_p \cdot \Delta\sigma_p$, donde la variación de tensión de la armadura activa $\Delta\sigma_p$ dependerá de la deformación del hormigón que la rodea. A efectos prácticos puede considerarse $\Delta\sigma_p \approx f_{ydr}$ siendo f_{ydr} la resistencia de cálculo de la armadura pasiva.

44.2.3.1

Obtención de V_{u1}

COMENTARIOS

44.2.3.2.2

Piezas con armadura de cortante

El esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma vale:

(...)

COMENTARIOS

Para el método simplificado, en el caso frecuente de que $\sigma_{yd} = 0$, la expresión de $\cotg \theta_e$ es:

(...)

En vigas pretensadas, aunque el valor de d puede variar a lo largo de la luz, puede ser tomado como el canto útil de la sección referido a la armadura longitudinal de flexión siempre que ésta sea capaz de resistir el incremento de tracción producido por la interacción cortante-flexión y tenga cercos que encierren dicha armadura.

Para piezas pretensadas, el brazo mecánico «z» puede obtenerse con la misma expresión del articulado pero sustituyendo el valor del esfuerzo axial N_d por la capacidad mecánica de la armadura activa, $A_p \cdot f_{pyd}$, y considerar como valor z_0 la distancia desde la armadura pasiva longitudinal de flexión, sobre la que se anclan las bielas, al punto de aplicación del pretensado en la sección. Esta expresión es válida en secciones que han fisurado por flexión en estado límite último, por tanto no es aplicable a secciones pretensadas en zonas de escaso momento flector, como puede ser junto a los apoyos en vigas biapoyadas o junto a apoyos extremos y zonas próximas al cambio de signo de la ley de momentos, en vigas continuas. En estas secciones, donde la pieza probablemente no está fisurada, debe calcularse la resistencia a cortante de acuerdo con 44.2.3.2.1.1.

44.2.3.4.1

Armaduras transversales

La separación longitudinal s_t entre armaduras transversales (figura 44.2.3.1) deberá cumplir las condiciones siguientes para asegurar un adecuado confinamiento del hormigón sometido a compresión oblicua:

(...)

Al menos un tercio de la armadura necesaria por cortante, y en todo caso la cuantía mínima indicada, se dispondrá en forma de estribos que formen un ángulo de 90° con el eje de la viga. No obstante, en forjados unidireccionales nervados de canto no superior a 40 cm, puede utilizarse armadura básica en celosía como armadura de cortante tanto si se utiliza una zapatilla prefabricada como si el nervio es totalmente hormigonado *in situ*.

COMENTARIOS

En el caso de vigas en elementos de edificación con cantos no superiores a 30 cm, la limitación del articulado para $S_{t,trans}$ podría obligar a disponer en algunos casos ramas adicionales de estribos que no fueran estrictamente necesarias.

En esos casos, puede aceptarse que la separación entre ramas de armaduras transversales cumpla la siguiente condición:

$$S_{t,trans} \leq 2d \leq 350 \text{ mm}$$

50.2.2.1

Cantos mínimos

En vigas y losas de edificación, no será necesaria la comprobación de flechas cuando la relación luz/canto útil del elemento estudiado sea igual o inferior al valor indicado en la tabla 50.2.2.1.a Para vigas o losas aligeradas con sección en T, en que la relación entre la anchura del ala y del alma sea superior a 3, las esbelteces L/d deben multiplicarse por 0,8.

(...)

La rigidez de una pieza a flexión depende en gran medida de su canto. Por ello, en general, limitar superiormente la relación luz/canto útil (L/d) de este tipo de piezas a unos valores prefijados puede garantizar que su deformación se mantiene dentro de límites tolerables.

(...)

L/d Límite de la relación luz/canto.

K Factor que tiene en cuenta los diferentes sistemas estructurales y se da en la tabla 50.2.2.1.a.

(...)

52.4
CÁLCULO DE SECCIONES
A COMPRESIÓN

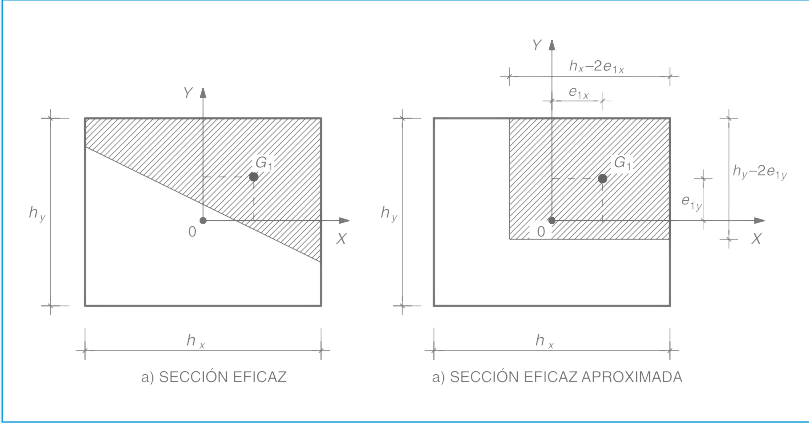
Figura 52.4.b.

52.6.4
Excentricidad ficticia

En una sección de un elemento de hormigón en masa en la que actúa solamente un esfuerzo normal de compresión, con valor de cálculo N_d (positivo), aplicado en un punto G , con excentricidad de componentes (e_x, e_y), respecto a un sistema de ejes cobaricéntricos (caso a; figura 52.4.a), se considerará N_d aplicado en el punto virtual $G_1(e_{1x}, e_{1y})$, que será el que resulte más desfavorable de los dos siguientes:

(...)

Cuando la sección eficaz sea de difícil determinación geométrica puede sustituirse por una sección eficaz aproximada, comprendida en la sección total y cuyo baricentro coincida con el punto G_1 (figura 52.4.b). El error que se comete va siempre a favor de la seguridad, puesto que la sección eficaz tiene área máxima. Si se elige convenientemente, el error cometido es pequeño.



En el caso de elementos de hormigón en masa, se ha considerado la conveniencia de mantener en el articulado el valor de $\alpha_{cc} = 0,85$. En cualquier caso, en función de los niveles tensionales y el carácter permanente de los mismos, el Autor del proyecto podrá optar de forma coherente con el criterio general adoptado en 39.4, por otros valores de α_{cc} que cumplan

$$0,85 \leq \alpha_{cc} \leq 1,00$$

El efecto de pandeo de un elemento con esbeltez λ se considera equivalente al que se produce por la adición de una excentricidad ficticia e_a en dirección del eje y paralelo a la anchura virtual b_v de la sección de valor:

(...)

COMENTARIOS

La excentricidad ficticia calculada de este modo incluye la deformación por fluencia en ambiente medio.

El último párrafo del articulado debe entenderse como que el elemento se calcula en la abcisa z_0 , determinada a partir de la excentricidad de componentes que sea más desfavorable

$$\begin{aligned} e_{1x}, e_{1y} + e_a \\ e_{1x} + e_a, e_{1y} \end{aligned}$$

donde e_a se calculará en cada caso con la correspondiente excentricidad determinante (e_{1x} ó e_{1y}).

70.3.2

Programa de tesado

En el programa de tesado deberá hacerse constar expresamente:

A) Armaduras pretesas:

(...)

COMENTARIOS

En el caso de tesado en etapas sucesivas, debe comprobarse la necesidad de disponer una protección temporal de los tendones. En caso de ser necesaria, la adherencia del material protector no afectará a la misma, ni tendrá ningún efecto pernicioso sobre el acero o el hormigón.

Para comprobar si el hormigón ha alcanzado la resistencia necesaria para poder iniciar el tesado, se realizarán ensayos de información con probetas conservadas en condiciones lo más análogas posibles a las de obra.

La previsión de los alargamientos se realiza de acuerdo con el sistema de pretensado instalado y los datos del proyecto. Cuando no existan valores determinados al respecto, puede considerarse, en general, que los valores de los alargamientos se medirán con una precisión no inferior al 2% del recorrido total; y no podrán diferir de los valores teóricos calculados en más del 15% para un tendón particular, ni del 5% para la suma de todos los valores de tendones en la misma sección. Cuando los alargamientos realmente medidos superen estos valores se deberán realizar las comprobaciones oportunas y, en su caso, adoptar las medidas de corrección correspondientes.

86.5.6.2

Criterios de aceptación o rechazo

Se aceptará el hormigón suministrado si se cumplen simultáneamente las tres condiciones siguientes:

- Los resultados de los ensayos de consistencia cumplen lo indicado en 86.5.2.
- Se mantiene, en su caso, la vigencia del distintivo de calidad para el hormigón empleado durante la totalidad del período de suministro a la obra.
- Se mantiene, en su caso, la vigencia del reconocimiento oficial del distintivo de calidad.

COMENTARIOS

ELIMINADO

La Dirección Facultativa aceptará el lote en lo relativo a su resistencia, cuando se cumpla el criterio de aceptación que se haya seleccionado entre los definidos en los apartados 86.5.4, 86.5.5 u 86.5.6, según la modalidad de control adoptada.

(...)

En el caso que fuera necesaria la realización de ensayos de información o estudios complementarios, y dado el objeto que persiguen, se recomienda que la Propiedad y el Suministrador designen de mutuo acuerdo al laboratorio o a la entidad de control que los realice.

(...)

Antes de proceder al refuerzo o demolición de los elementos que componen el lote, se recomienda que se efectúe siempre un estudio para valorar la repercusión de la baja de resistencia en la seguridad estructural.

En el caso de hormigones con distintivo oficialmente reconocido con nivel de garantía conforme con el apartado 5.1 del Anejo nº 19, el articulado permite la aceptación automática incluso con una baja de resistencia acotada, ya que los criterios de aceptación del articulado en este caso deben interpretarse como un criterio de identificación, al asumirse que el lote sometido a recepción pertenece a una producción cuya conformidad de la resistencia característica está certificada, mediante la aplicación de criterios suficientemente rigurosos.

(...)

86.7.3.1

Decisiones derivadas del control de la resistencia

COMENTARIOS

Antes de iniciar la ejecución de la estructura, la Dirección Facultativa, deberá aprobar el Programa de control, que desarrolla el Plan de control definido en el proyecto, teniendo en cuenta el Plan de obra presentado por el Constructor para la ejecución de la estructura, así como, en su caso, los procedimientos de autocontrol de éste, conforme a lo indicado en el apartado 79.1 de esta Instrucción.

(...)

El programa de control, aprobado por la Dirección Facultativa a partir del Plan de control del proyecto, es el documento fundamental para la definición del control de ejecución. Además, de acuerdo con lo indicado en el artículo 92.1, para su definición deberán tenerse en cuenta los aspectos específicos que puedan concurrir en la ejecución y que, en su caso, deberán recogerse también en el Plan de Aseguramiento de la Calidad del Constructor.

Por ello, es conveniente valorar en cada caso la adaptación de los criterios generales definidos en esta Instrucción a las circunstancias concretas de la obra (dimensiones de la obra, ritmos de ejecución, garantías aportadas en cada uno de los procesos, sistema de autocontrol del Constructor, etc.), con la única limitación de aportar la suficiente garantía sobre las unidades de obra construidas.

92.2

PROGRAMACIÓN DEL CONTROL DE EJECUCIÓN

COMENTARIOS

El Programa de control aprobado por la Dirección Facultativa contemplará una división de la obra en lotes de ejecución, coherentes con el desarrollo previsto en el Plan de obra para la ejecución de la misma y conformes con los siguientes criterios:

(...)

92.4

LOTES DE EJECUCIÓN

Tabla 92.4

Tipo de obra	Elementos de cimentación	Elementos horizontales	Otros elementos
Edificios	<ul style="list-style-type: none"> – Zapatas, pilotes y encepados correspondientes a 250 m² de superficie – 50 m de pantallas 	<ul style="list-style-type: none"> – Vigas y Forjados correspondientes a 250 m² de planta 	<ul style="list-style-type: none"> – Vigas y pilares correspondientes a 500 m² de superficie, sin rebasar las dos plantas – Muros de contención correspondientes a 50 ml, sin superar ocho puestas – Pilares <i>in situ</i> correspondientes a 250 m² de forjado
Puentes	<ul style="list-style-type: none"> – Zapatas, pilotes y encepados correspondientes a 500 m² de superficie, sin rebasar tres cimentaciones – 50 m de pantallas 	<ul style="list-style-type: none"> – 500 m³ de tablero sin rebasar los 30 m lineales, ni un tramo o una dovola 	<ul style="list-style-type: none"> – 200 m³ de pilas, sin rebasar los 10 m de longitud de pila, – Dos estribos
Chimeneas, torres, depósitos	<ul style="list-style-type: none"> – Zapatas, pilotes y encepados correspondientes a 250 m² de superficie – 50 m de pantallas 	<ul style="list-style-type: none"> – Elementos horizontales correspondientes a 250 m² 	<ul style="list-style-type: none"> – Alzados correspondientes a 500 m² de superficie o a 10 m de altura

COMENTARIOS

Para mantener la coherencia con el desarrollo de la obra, recogida en el primer párrafo del articulado, la división de la obra en lotes de ejecución puede ser que obligue a no ajustarse exactamente a los límites establecidos en la tabla y a tener que utilizar lotes dimensionalmente más grandes que los estrictamente previstos por la Instrucción. En estos casos, la nueva dimensión del lote debe estar debidamente justificada en el Programa de Control, que a su vez estará aprobado por la Dirección Facultativa.

92.5 UNIDADES DE INSPECCIÓN

Para cada lote de ejecución, se identificará la totalidad de los procesos y actividades susceptibles de ser inspeccionadas, de acuerdo con lo previsto en esta Instrucción.

(...)

En el caso de obras de ingeniería de pequeña importancia, así como en obras de edificación sin especial complejidad estructural (formadas por vigas, pilares y forjados convencionales no pretensados, con luces de hasta 6,00 metros y un número de niveles de forjado no superior a siete), la Dirección Facultativa podrá optar por aumentar al doble los tamaños máximos de la unidad de inspección indicados en la Tabla 92.5.

COMENTARIOS

La identificación de un tamaño máximo de la unidad de la inspección que hace el articulado pretende reflejar la parte de un proceso o actividad que, con carácter general, puede ser comprobable en una visita a la obra de la Dirección Facultativa o, en su caso, de la entidad de control.

Por otra parte, el número de posibles unidades de inspección depende en gran medida de los medios disponibles en cada obra. A título de ejemplo, en el caso del vertido del hormigón, el volumen de obra ejecutado en una jornada vendrá condicionada por los medios habilitados por el Constructor, número de bombas, capacidad de la central, personal disponible, etc.

La tabla 92.5 tiene como finalidad definir unos valores orientativos que pudieran servir como referencia inicial. No obstante, en función del tipo de obra (edificación, puentes, etc.), de las características de la misma y coherentemente con la necesidad de adaptación que establece el artículo 92.1, los valores de dicha tabla podrían ser objeto de modificación en el correspondiente programa de control aprobado por la Dirección Facultativa.

La Dirección Facultativa llevará a cabo el control de la ejecución, mediante:

92.6
FRECUENCIAS
DE COMPROBACIÓN

Tabla 92.6

Procesos y actividades de ejecución	Número mínimo de unidades de inspección controladas por lote de ejecución			
	Control normal		Control intenso	
	Autocontrol del Constructor	Control externo	Autocontrol del Constructor	Control externo
Cimbras	1	1	Totalidad	50%
Encofrados y moldes	1	1	3	1
Despiece de planos de armaduras diseñadas según proyecto	1	1	1	1
Montaje de armaduras, mediante atado	15	3	25	5
Montaje de armaduras, mediante soldadura	10	2	20	4
Geometría de las armaduras elaboradas	3	1	5	2
Colocación de armaduras en los encofrados	3	1	5	2
Operaciones de pretensado	Totalidad	Totalidad	Totalidad	Totalidad
Vertido y puesta en obra del hormigón	3	1	5	2
Operaciones de acabado del hormigón	2	1	3	2
Ejecución de juntas de hormigonado	1	1	3	2
Curado del hormigón	3	1	5	2
Desencofrado y desmoldeo	3	1	5	2
Descimbrado	1	1	3	2
Uniones de los prefabricados	3	1	5	2

COMENTARIOS

La tabla 92.6 define unos valores de referencia para definir el mínimo número de unidades de inspección que deben ser controladas para comprobar la conformidad de cada lote de ejecución. Sin embargo, como ya se ha indicado, las unidades de inspección deberán definirse en el programa de control de acuerdo con el tipo y características de la obra, así como con los medios disponibles en la misma. Esto pudiera aconsejar que el número de unidades de inspección previstas para ese proceso, definidas en el programa de control, no permitan desarrollar las frecuencias indicadas en la tabla 92.6. En dichos casos, se recomienda adaptar las frecuencias y número mínimo de inspecciones a las características de la obra.

Cuando un proceso o actividad sea inspeccionado en su totalidad, debería entenderse como cumplida la comprobación de dicho proceso, bien como parte del Autocontrol del Constructor o dentro del control externo de la Dirección Facultativa, según sea el caso, e independientemente del número de inspecciones que se hayan efectuado.

Un ejemplo de lo expuesto en el párrafo anterior sería el de un proceso o actividad que pudiera ejecutarse en un periodo muy corto de tiempo, por disponer de medios materiales y humanos suficientes, y en el que, además, tanto el Constructor como la Dirección Facultativa pudieran efectuar su total inspección en un número de inspecciones inferiores a las indicadas en el articulado.

COMENTARIOS