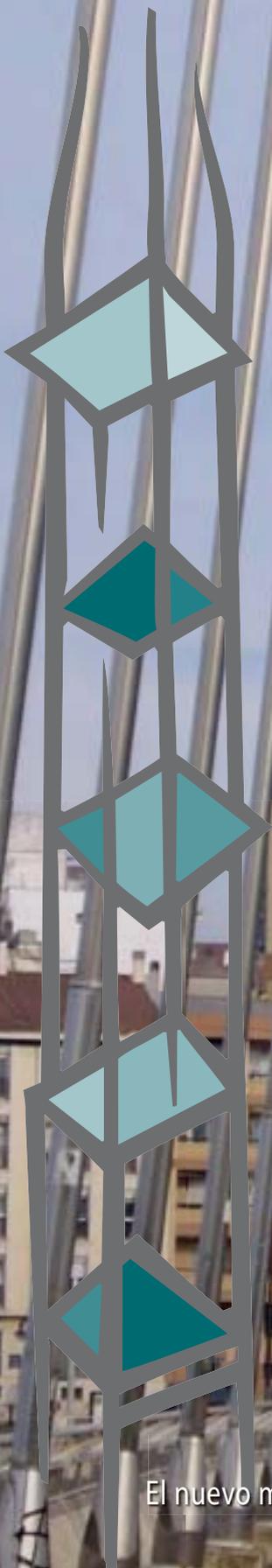


zunchho

Nº 23 • MARZO 2010



EN PORTADA

Las armaduras activas en la EHE-08

REPORTAJES

De las Autorizaciones de Uso al mercado CE

El nuevo marco normativo de los forjados de vigueta de hormigón prefabricado y bovedilla

AENOR

www.aenor.es ■ 902 102 201 ■ comercial@aeonor.es

Catálogo de aceros + normas UNE

Dos publicaciones clave

Para localizar, conocer y seleccionar el acero más adecuado para cada caso



Catálogo de aceros. Designación de aceros según normas UNE

4ª edición

Una completa base de datos con todos los aceros normalizados.

Presenta grandes ventajas:

1. Acceso a la ficha de 2 431 aceros.
2. Recoge las especificaciones de los aceros normalizados.
3. Localizar rápidamente los aceros por diversas opciones de búsqueda.
4. Conocer la interrelación entre los aceros por distintos campos.
5. Incluye el Catálogo de normas UNE.

De cada acero conocerá:

- Designaciones.
- Norma UNE.
- Uso previsto.
- Composición química.
- Características mecánicas.

2009 • DVD • 60 €

ISBN: 978-84-8143-659-4



Normas UNE vigentes del Catálogo de aceros

4ª edición

Agrupar el texto completo de las 136 normas UNE vigentes citadas en el Catálogo de aceros de cuyo contenido se han extractado y resumido las principales características de los aceros recogidos en las fichas que figuran en dicha publicación.

Complemento indispensable del Catálogo de aceros, ofrece a los técnicos a posibilidad de adquirir un conocimiento detallado de las especificaciones de los aceros, facilitando la selección del acero más adecuado en cada caso.

2009 • CD-ROM • 136 normas UNE • 92,8 €

ISBN: 978-84-8143-664-8

ADQUISICIÓN
¡OFERTA!
CONJUNTA



Catálogo de aceros.
Designación de aceros
según normas UNE



Catálogo de aceros.
Designación de aceros
según normas UNE

115 €

AENORediciones

Sumario

Zuncho es una revista técnica especializada en la fabricación, investigación, transformación y uso del acero para estructuras de hormigón, que se edita cuatro veces al año.

DIRECTOR DE LA PUBLICACIÓN:

Julio José Vaquero García

COORDINADORA EDITORIAL

Raquel Martín-Maestro Arranz

ASESORES:

Juan Jesús Álvarez Andrés

Ignacio Cortés Moreira

Antonio Garrido Hernández

Enric Pérez Plá

Valentín Trijueque y Gutiérrez de los Santos
Luis Vega Catalán

EDICIÓN:

CALIDAD SIDERÚRGICA, S.L.

C/ Orense 58, 10º C

28020 Madrid

DISEÑO, PRODUCCIÓN Y PUBLICIDAD:

Advertising Label 3, S.L. (ALCUBO)

Tel.: 91 553 72 20

Fax: 91 535 38 85

IMPRESIÓN:

MEDINACELI PRINTER, S.L.

Depósito legal: M-43355-2004

ISSN: 1885-6241

Las opiniones que se exponen en los artículos de esta publicación son de exclusiva responsabilidad de sus autores, no reflejando necesariamente la opinión que pueda tener el editor de esta revista. Queda terminantemente prohibido la reproducción total o parcial de cualquier artículo de esta revista sin indicar su autoría y procedencia.

3 EN PORTADA

- Las armaduras activas en la EHE-08. Principales novedades.

13 REPORTAJES

- De las Autorizaciones de Uso al mercado CE. El nuevo marco normativo de los forjados de viga de hormigón prefabricado y bovedilla.
- La eficiencia y la eficacia de las soluciones prefabricadas en la obra civil.
- Pavimentos de hormigón armado continuo frente a nuevas solicitudes: Megatrucks.

45 NOTICIAS

- FerraPlus presenta su nueva web.
- FERROINSA obtiene la marca FerraPlus.
- La producción mundial de acero cayó un 8 % en 2009.
- El Código Técnico de la Edificación se actualizará antes de 2011.
- La guía de la vivienda "inteligente" llega a España.
- UNESID, premiada por la Asociación para la Prevención de Accidentes.
- La aplicación de normas sismorresistentes en la construcción, clave en los efectos del terremoto en Chile.



13 - 15 de octubre de 2010
SEVILLA (ESPAÑA)

11^o

S I M P O S I O
I N T E R N A C I O N A L
D E P A V I M E N T O S D E
H O R M I G Ó N

LA RESPUESTA A LOS NUEVOS DESAFÍOS

Organizado por:



oficemen
Agrupación de fabricantes de cemento de España



afca
Cementos de Andalucía

Con la
colaboración de:



Patrocinado por:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE FOMENTO

Más información en www.2010pavimentosdehormigon.org

LAS ARMADURAS ACTIVAS EN LA EHE-08 PRINCIPALES NOVEDADES

Julio Vaquero – Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. IPAC

En este artículo se hace un repaso de las principales novedades que presenta la Instrucción EHE-08 en relación a las armaduras activas, como consecuencia de la consideración de los distintivos de calidad oficialmente reconocidos, pero también por las modificaciones efectuadas en las normas de referencia y en las exigencias establecidas para los sistemas de pretensado.

La Instrucción EHE del año 98 refundía en un solo texto las anteriores Instrucciones relativas al hormigón armado y hormigón pretensado. De esta forma, se dio un importante paso en la adecuación de nuestra reglamentación al tratamiento efectuado por el Eurocódigo 2 y en la familiarización de muchos proyectistas hacia una técnica que hasta entonces se limitaba al mundo de las grandes estructuras de obra civil, fundamentalmente puentes.

La nueva Instrucción EHE-08 vuelve a dar otro paso más al incorporar en el texto reglamentario el tratamiento específico de los elementos prefabricados, muchos de los cuales utilizarán la técnica del pretensado para optimizar sus prestaciones.

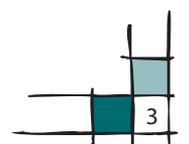
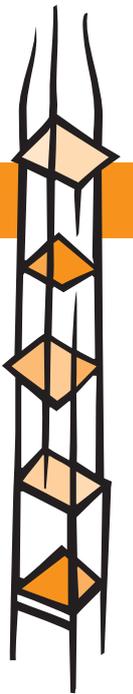
El tratamiento de las armaduras activas era ya muy completo en la anterior Instrucción, por lo que las novedades que se han introducido son pequeñas modificaciones que van diseminadas por todo el texto reglamentario, por lo que parece interesante que sean recopiladas en un documento resumen, como pudiera ser el caso de este artículo.

DISTINTIVOS OFICIALMENTE RECONOCIDOS

Una de las principales novedades de la Instrucción EHE-08, como ya se comentó en [1], es la consideración de la existencia de materiales o procesos que puedan ofrecer un nivel de garantía superior al exigido para ellos; por esta razón, se les pueden aplicar una serie de consideraciones especiales en distintos aspectos como pudieran ser el dimensionamiento de los elementos, la elección de suministradores o el control de recepción.

Para que este tratamiento especial pueda llevarse a cabo, es preciso que este nivel de garantía superior sea objeto de reconocimiento por parte de un organismo perteneciente a una Administración Pública con competencias en material de construcción. Este reconocimiento se efectúa en base a una serie de requisitos establecidos por el Anejo 19 de la Instrucción, tanto para el organismo de certificación, como para los productos o sistemas.

"Los sistemas de postesado están obligados a tener un Documento de Idoneidad Técnica Europeo y, en consecuencia, el mercado CE"





EN PORTADA

Aunque este reconocimiento pudiera efectuarse sobre procesos desarrollados en la propia obra, lo más habitual es que se realice sobre distintivos de calidad (como pudiera ser el caso de la marca N de AENOR), que pasarían a denominarse DOR (distintivos de calidad oficialmente reconocidos).

Pues bien, veremos a lo largo del texto qué diferencia de trato se produce cuando los materiales o los procesos están en posesión de un DOR.

En el caso del acero para armaduras activas la concesión de un DOR implica que se debe:

- Garantizar unas condiciones de adherencia suficientes para que puedan aplicarse las longitudes de anclaje y transferencia del pretensado contempladas en la Instrucción EHE-08.
- Garantizar el valor de la relajación al 80 % de la carga unitaria máxima a tracción ($f_{m\acute{a}x}$) en lugar de al 70 %, como es la exigencia normal contemplada en el artículo 38.9.
- Definir la realización de comprobaciones experimentales sobre probetas y/o elementos para establecer las características de adherencia, en número suficiente como para tener una garantía estadística adecuada y acotar el riesgo de variabilidad.

Para los sistemas de aplicación del pretensado también se contempla la posibilidad de que dispongan de un distintivo reconocido. Para ello, se les exige:

- La definición y cumplimiento de un sistema de aseguramiento de la calidad que cubra todos los procesos, incluida la inyección.
- La disposición de un sistema de seguridad y salud laboral auditado por el organismo certificador, con un nivel de garantías adicionales a las exigidas por la reglamentación vigente.
- La garantía de la trazabilidad completa del proceso de postensado.

ACERO PARA ARMADURAS ACTIVAS

Los productos de acero para armaduras activas son barras, alambres y cordones para los que la norma de referencia sigue siendo la UNE 36094, a falta de una norma europea al respecto.

La norma de referencia para la realización de los ensayos es la UNE-EN ISO 15630-3:2003 que en el momento de su publicación anuló las normas UNE 36422, UNE 36461, UNE 36464, y UNE 36466, relativas a los ensayos de relajación isotérmica, doblado alternativo, fragilización por hidrógeno mediante el método del tiocianato amónico y tracción esviada de cordones de acero de 7 alambres, todas ellas citadas en la anterior Instrucción EHE-98.

De este cambio normativo merece la pena destacar que, en el ensayo de doblado alternativo de alambres la norma UNE-EN ISO 15630-3 remite directamente a la norma ISO 7801:1984. Esta norma contempla un método de ensayo muy parecido al de la norma UNE 36461 pero con algunas diferencias. Las más importantes son que la validez del ensayo llega hasta diámetros de 10 mm (12 mm en la norma UNE) y que las dimensiones del dispositivo de ensayo son ligeramente diferentes, por lo que será preciso ajustarlo convenientemente.



Tabla 1.- Contenido porcentual de los elementos químicos constituyentes de los aceros utilizados en las armaduras activas (comentarios CPH al artículo 34.2).

Elemento	EHE-98	EHE-08
C	0,58 a 0,88	0,75 a 0,88
Mn	0,50 a 0,90	0,50 a 0,90
Si	0,15 a 0,40	0,10 a 0,30
P	≤ 0,040	≤ 0,020
S	≤ 0,040	≤ 0,025
N	—	≤ 0,007

Generalidades

Se añaden dos limitaciones importantes relativas al uso de productos de acero para armaduras activas.

La primera, que aunque parezca obvia no figuraba en la anterior Instrucción, es que no se admite el empleo de alambres o cordones oxidados, a menos que se trate de una ligera capa de óxido superficial no adherente.

La segunda, más limitativa que la anterior, es la indicación de que los productos de acero deben estar libres de defectos superficiales producidos en cualquier etapa de su fabricación que impida su adecuada utilización.

Características mecánicas

Entre las características fundamentales utilizadas para definir el comportamiento del acero desaparecen dos: el alargamiento remanente concentrado de rotura, ϵ_r , y el diagrama tensión-deformación.

Llama poderosamente la atención la desaparición de este último aspecto, por lo que no se descarta que se trate de una errata, habida cuenta de su importancia en el cálculo.

Hasta ahora, el fabricante debía garantizar una serie de parámetros como la carga unitaria máxima de tracción ($f_{m\acute{a}x}$), el límite elástico (f_y), el alargamiento bajo carga máxima ($\epsilon_{m\acute{a}x}$), el módulo de elasticidad (E_s), la relajación y la fatiga. Con la nueva Instrucción se ha de garantizar también la susceptibilidad a la corrosión bajo tensión.

Para ello, se efectúa un control sobre el valor medio de las tensiones residuales a tracción¹ que deben ser inferiores a 50 N/mm² en alambres (Art. 34.3) y cordones (Art. 34.5). En los cordones la tensión residual se debe medir en el alambre central.

Por último, en los comentarios que efectúa la Comisión Permanente del Hormigón se incluye una tabla cuyo objeto es fijar unos límites de composición química de los aceros utilizados como armaduras activas, para que sus características mecánicas resulten aceptables. Esta tabla no es más que una recomendación, pero los valores contenidos en la misma han experimentado una modificación, de forma que se ha estrechado el margen en los contenidos de carbono y silicio y se ha disminuido el límite en los contenidos de fósforo, azufre y nitrógeno.

Relajación

Aunque a primera vista pudiera parecer que se aumenta el valor admitido para la relajación² en alambres y cordones, al pasar de un valor del 2 % al 2,5 %, en realidad se está manteniendo esta especificación sin alteración alguna con relación a la Instrucción EHE-98.

Esto se debe a que la tensión inicial en la EHE-08 se refiere a la carga unitaria máxima real en lugar de a la carga unitaria máxima garantizada (o nominal), que era el valor adoptado por la EHE-98. Por lo tanto, se está aplicando una tensión de partida

- 1 El valor de estas tensiones se puede determinar mediante difracción de rayos X, difracción de neutrones o mediante su correlación con los resultados del ensayo de corrosión bajo tensión en solución de tiocianato amónico.
- 2 Pérdida de tensión que con el tiempo experimenta un alambre o un cordón tenso mantenido a longitud constante.



EN PORTADA

mayor, por lo que es lógico que se admita un valor de la relajación también mayor.

Ante la pregunta de si la correlación entre el 2 % y el 2,5 % es correcta, se puede indicar que ya se consideraba esta relación en la anterior EHE-98, en las Tablas 32.3.b y 32.5.c.

El valor exigido en el articulado es, en definitiva, que tanto en alambres como en cordones la relajación no sea superior al 2,5 % cuando la tensión inicial es igual al 70 % de f_{\max} real, valor que se incrementaría hasta el 80 % si el acero quiere ostentar un DOR.

"Los productos y sistemas con un DOR ofrecen mayores prestaciones y garantías"

SISTEMAS DE PRETENSADO

En el caso de armaduras activas postesadas únicamente pueden utilizarse sistemas que estén en posesión de un DITE (Documento de Idoneidad Técnica Europeo) conforme con la guía ETAG 013 "Guideline for European Technical Approval of post-tensioning kits for prestressing of structures".

El DITE es una evaluación técnica favorable de la idoneidad de un producto o de un sistema para el uso asignado, fundamentado en el cumplimiento de los Requisitos Esenciales previstos para las obras en las que se utilice dicho producto, de acuerdo con la DPC (Directiva de Productos de Construcción). Para establecer la metodología que ha de seguirse en la elaboración, concesión y reconocimiento mutuo del DITE entre los Estados Miembros, así como para redactar y actualizar las correspondiente Guías Técnicas, existe un organismo europeo denominado EOTA (European Organisation for Technical Approval) que agrupa al conjunto de Organismos designados por los Estados Miembros para la concesión del DITE en su ámbito de competencia. En el caso español, el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (IETcc) y el Institut de Tecnologia de la Construcció de Catalunya (ITeC) son los organismos autorizados para poder emitir DITES en el ámbito de los productos y sistemas de construcción.

Además de esta exigencia reglamentaria, se han producido algunas novedades que se relacionan a continuación.

Dispositivos de anclaje

El coeficiente de eficacia³ de un tendón anclado ha de ser superior al 95 %, con independencia de si se trata de un cordón adherente o no adherente, para los que la EHE-98 pedía valores superiores al 92 % y 96 % respectivamente. Además, se ha de verificar que se cumplen los criterios establecidos en la Guía ETAG 013 para verificar que no se reducen la capacidad y la ductilidad de la armadura.

En los anclajes por adherencia se establecen dos exigencias adicionales para comprobar su capacidad para retener los cordones una vez finalizado el tesado sin que se produzcan fisuras o plastificaciones anormales en la zona del anclaje.

La primera de ellas trata de garantizar la resistencia del anclaje ante variaciones de tensión, acciones dinámicas o efectos de fatiga. Para ello, se establece que el sistema de anclaje tiene que ser sometido a un ensayo de fatiga con los siguientes parámetros: $\sigma_{\max} = 0,65 f_{\max}$ y $\Delta\sigma = 80 \text{ N/mm}^2$ debiendo soportar 2 millones de ciclos sin que se produzcan roturas en la zona del anclaje, ni roturas en más de un 5 % de la sección de la armadura en su longitud libre⁴.

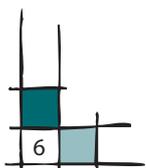
La segunda es que la zona de anclaje debe ser capaz de resistir 1,045 veces la carga de rotura del anclaje.

Elementos de empalme

En relación a los empalmes la CPH recuerda en sus comentarios que debido al modo constructivo los empalmes pueden estar sujetos a movimientos durante la

3 El coeficiente de eficacia de un tendón anclado es la relación entre la carga de rotura del tendón con su anclaje y el valor medio de la carga máxima que es capaz de resistir el tendón en un ensayo de tracción de aceros normalizado.

4 Esta comprobación a fatiga se incluía como recomendación en los comentarios de la EHE-98. Las condiciones de ensayo coinciden con las del apartado B.2.1.2 de ETAG 013.





fase de tesado, y que por lo tanto, el sistema utilizado debe estar preparado para permitir estos movimientos, detallando el sistema de guiado y justificando su correcto funcionamiento.

Vainas y accesorios

La Instrucción EHE-08 incorpora un nuevo artículo, el 35.3.2, en el que se describen los tipos de vainas y los criterios de selección de las mismas. Asimismo, para los accesorios (tubos de purga, boquillas de inyección, tubo matriz, etc.) se añade el requisito de que deben resistir una presión nominal de 2 N/mm² a falta de especificaciones concretas del proveedor.

Productos de inyección

Se ha ampliado el contenido del artículo correspondiente a productos de inyección incorporando un nuevo artículo con los requisitos exigibles a los del tipo adherente (Art. 35.4.2.2) que básicamente se trata de las especificaciones establecidas por la norma UNE-EN 447 "Lechadas para tendones de pretensado. Especificacio-

nes para lechadas corrientes", determinadas según los métodos de ensayo recogidos en la norma UNE-EN 445 "Lechadas para tendones de pretensado. Métodos de ensayo" (fluidez, exudación, variación de volumen, resistencia a compresión). No obstante, se ha mantenido en el Anejo 5 el método de ensayo utilizado tradicionalmente para determinar la estabilidad de la inyección.

Para la confección de estas lechadas adherentes se debe utilizar un cemento tipo CEM I, admitiéndose el empleo de otros tipos siempre que se justifique convenientemente. Esta justificación se puede realizar a través del procedimiento contemplado en la ETAG 013 en su apartado C.4.3.

En el caso de productos no adherentes se produce una incoherencia entre los productos que cita el articulado (Art. 35.4.3): grasas, ceras, polímeros, productos bituminosos, poliuretanos o cualquier otro material adecuado para proteger las armaduras activas sin que se produzca su adherencia con los conductos, y la exigencia de que éstos sean conformes al Anejo C4 de ETAG 013, en el que tan sólo se contemplan dos materiales: las grasas en base aceite y las ceras en base a productos bituminosos.



EN PORTADA

DURABILIDAD

El tratamiento de la durabilidad es similar al de la anterior Instrucción EHE-98 con dos novedades.

La primera es la consideración de la contribución de recubrimientos de mortero como espesor equivalente de hormigón, una solución pensada fundamentalmente para elementos prefabricados, como las viguetas de forjados, cuando el recubrimiento de la armadura activa no satisfaga las exigencias establecidas.

En estos casos, se puede tratar de obtener una protección adicional mediante la aplicación de revestimientos de mortero con un espesor no superior a 20 mm. El factor de equivalencia de recubrimiento (λ) puede variar entre un valor de 0,5 a 2 y las condiciones para ello se indican en el Anejo 9 "Consideraciones adicionales sobre durabilidad".

La segunda novedad hace referencia a los valores de recubrimiento de las armaduras postesas, para las que se igualan las exigencias en dirección vertical y horizontal, fijándose un límite superior que no puede exceder de 80 mm (Art. 37.2.4.2).

DIMENSIONAMIENTO

En el dimensionamiento de los elementos es donde se pueden producir más modificaciones como consecuencia de las consideraciones especiales efectuadas hacia los productos y sistemas en posesión de un DOR.

Coefficientes parciales de seguridad

El coeficiente parcial de seguridad del acero puede disminuirse de 1,15 a 1,10 cuando se den las siguientes condiciones:

1. La estructura se ejecuta con un nivel de control intenso y las tolerancias del proyecto son, al menos, tan exigentes como las indicadas en el apartado 6 del Anejo 11 (ver Tabla 2).
2. Las armaduras activas están en posesión de un DOR o forman parte de un elemento prefabricado en posesión de un DOR.

Limitación de la fuerza de pretensado

La EHE-08 ha disminuido, con relación a la Instrucción EHE-98 la tensión que puede introducirse en las arma-

⇒ **Tabla 2.- Tolerancias aplicables para reducir los coeficientes parciales de seguridad de los materiales (Art. 6 del Anejo 11).**

Dimensión h ó b (mm)	Sección transversal $\pm \Delta h, \Delta b$ (mm)	Posición de la armadura $\pm \Delta c$ (mm)
≤ 150	5	5
400	10	10
≥ 2.500	30	20

Nota 1: los valores intermedios se podrán obtener por interpolación lineal.

Nota 2: Δc se refiere al valor medio obtenido para las armaduras pasivas o para los tendones de pretensado en la sección transversal o en una anchura de 1,0 m para el caso de losas o muros.

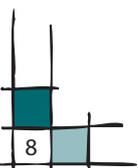
Nota 3: En el caso particular de elementos prefabricados el cálculo de la capacidad resistente de la sección debe realizarse considerando los valores reales medidos en el elemento ya terminado, o bien una sección reducida con unas dimensiones geométricas críticas obtenidas a partir de los valores nominales reducidos por las desviaciones indicadas en esta tabla.

⇒ **Tabla 3.- Limitación de la tensión inicial en las armaduras activas σ_{p0} .**

Situación	Instrucción EHE-98	Instrucción EHE-08	
		Sin DOR	Con DOR
Permanente	El menor de $0,75 f_{p \max k}$; $0,90 f_{pk}$	El menor de $0,70 f_{p \max k}$; $0,85 f_{pk}$	El menor de $0,75 f_{p \max k}$; $0,90 f_{pk}$
Temporal	El menor de $0,85 f_{p \max k}$; $0,95 f_{pk}$	El menor de $0,80 f_{p \max k}$; $0,90 f_{pk}$	El menor de $0,85 f_{p \max k}$; $0,95 f_{pk}$

$f_{p \max k}$ Carga unitaria máxima característica.

f_{pk} Límite elástico característico.



duras activas salvo en aquellos casos en los que tanto el acero como el aplicador del pretensado (el prefabricador en su caso) estén en posesión de un DOR (ver Tabla 3).

Adherencia

En los comentarios de la CPH al artículo 70.2.3 se indica que la tensión de cálculo de adherencia, f_{bpd} , de cordones y alambres se puede incrementar en un valor del 10 % cuando éstos estén en posesión de un DOR, por lo que las longitudes de transferencia y de anclaje se ven reducidas en un 9 % para este tipo de aceros.

"La susceptibilidad de corrosión bajo tensión del acero para armaduras activas debe ser garantizada por el fabricante"

CONTROL

El control es donde, en general, se han producido más novedades en la Instrucción EHE-08, como consecuencia de la existencia de distintivos de calidad oficialmente reconocidos [2].

Aceros para armaduras activas

En el caso de las armaduras activas, para las que en estos momentos no existe marcado CE, se distinguen dos situaciones en función de que estén en posesión o no de un DOR.

Si las armaduras están en posesión de un DOR el control se reduce al comprobar que el reconocimiento se encuentra en vigor.

En caso contrario, hay dos modalidades de control en función de que el tamaño del suministro sea superior o inferior a 100 toneladas.

Para suministros de hasta 100 toneladas se forman lotes con un tamaño máximo de 40 toneladas –cuatro veces superior al contemplado por la EHE-98 para el caso de acero no certificado–, correspondientes cada uno a un mismo suministrador, designación y serie. Por cada lote se ensayan dos probetas comprobando la sección equivalente. Ahora ya no es preciso realizar el ensayo de doblado especificado para barras y alambres.

Durante la realización de la obra, y como mínimo en dos ocasiones, se debe realizar un ensayo de tracción para determinar los valores del límite elástico, la carga de rotura y el alargamiento bajo carga máxima. En esta circunstancia también se reduce el nivel de control con relación a lo indicado en la EHE-98 que prescribía este ensayo sobre, al menos, una probeta de cada diámetro, tipo de acero utilizado y suministrador.

Si los suministros son de más de 100 toneladas se exigen los siguientes aspectos:

- Certificado de trazabilidad indicando los fabricantes y coladas correspondientes a cada parte del suministro.
- Copia del certificado de control de producción del fabricante en el que se indiquen los resultados de los ensayos mecánicos y químicos de cada colada.
- Certificado de resultados de ensayos efectuados por un laboratorio oficial o acreditado que permita comprobar la conformidad del acero frente a la corrosión.
- División en lotes correspondientes a colada y fabricante, sin indicar un tamaño máximo de los mismos⁵. Sobre cada lote se toman dos probetas sobre las que se comprueba el valor de la sección equivalente.
- Sobre un lote de cada cuatro, se efectuará un ensayo composición química, con el fin de efectuar un contraste de la trazabilidad. El número de ensayos finales no puede ser inferior a cinco.

5 Una colada tiene un tamaño comprendido entre 100 y 140 toneladas, dependiendo de las dimensiones del horno.



EN PORTADA

- Durante la obra se efectuará, como mínimo en dos ocasiones, un ensayo de tracción completo.

El texto reglamentario no incluye ningún criterio para aceptar o rechazar los lotes, por lo que sin duda será necesario que los pliegos de condiciones del proyecto o bien el plan de control de la obra cubran esta laguna, pues el control que se efectúa sobre productos de acero para armaduras activas es realmente reducido.

En el caso de aceros que no estén en posesión de un DOR o que ni siquiera estén certificados por tercera parte, lo primero que habría que comprobar es si se trata de productos conformes con la norma UNE 36094. Para ello, la Instrucción EHE-08 contempla en el Anejo 21 la posibilidad de adjuntar un certificado de ensayos que garantice el cumplimiento de todas las especificaciones que se establecen para estos productos en el artículo 34. Si bien el articulado indica que este certificado debe ser emitido por un laboratorio oficial o un laboratorio acreditado, no menciona nada en relación a la antigüedad de este certificado –algo



que sí establece para otros materiales– o al número de ensayos mínimos que hay que efectuar para poder tener una cierta certeza estadística, por lo que debería pedirse a la Comisión Permanente del Hormigón que se pronunciase al respecto y expusiera los criterios mínimos que desde su punto de vista deberían exigirse, o que sería razonable que exigiesen las Direcciones Facultativas.

Sistemas de pretensado

El control de los sistemas de pretensado incluye el control de todos los elementos que pudieran formar parte de los mismos, tales como:

- el acero de pretensar,
- las unidades de pretensado (alambres, cordones, barras, etc.),
- los dispositivos de anclaje, en su caso,
- los dispositivos de empalme, en su caso,
- las vainas, en su caso,
- los productos de inyección, en su caso y
- los sistemas para aplicar la fuerza de pretensado.

Para los sistemas de postesado se exige estar en posesión de un DITE (Art. 35.1), lo que en la práctica implica estar en posesión del marcado CE. En este caso, el control se efectúa sobre la documentación que acompaña el marcado CE para verificar que se satisfacen las especificaciones del proyecto.

Dado que no existe un modelo acordado para todos los sistemas, el Anejo 21 de la EHE-08 indica la información mínima que ha de contener el mencionado marcado CE y que hace referencia a las especificaciones del acero, de los tendones y de los anclajes.

Para los sistemas de pretensado que no están obligados a ostentar un DITE, el procedimiento que se aplica distingue la situación de que el sistema disponga o no de un DOR. Si lo tiene, la comprobación es exclusivamente documental sin que sea necesario hacer un control experimental. En caso contrario, hay que proceder al control de cada uno de los elementos que constituyen el sistema: dispositivos de anclaje y empalme, vainas y accesorios, y productos de inyección, de forma similar a la que se venía haciendo en la EHE-98.

"La fuerza de pretensado disminuye salvo para productos y aplicadores en posesión de un DOR"

Control de ejecución

Tanto el control del tesado de las armaduras activas como el control de la ejecución de la inyección no han experimentado cambio alguno con relación a la Instrucción EHE-98.

CONCLUSIONES

El tratamiento del pretensado en la Instrucción EHE-08 ha experimentado los cambios necesarios para adaptarse a las siguientes circunstancias:

1. Cambios en las normas de referencia para la realización de los ensayos.
2. Cambios en las exigencias comunitarias en relación a los sistemas de postesado, obligados a estar en posesión de un DITE y, como consecuencia, de un marcado CE.
3. La incorporación de productos y sistemas con un nivel de garantía superior en posesión de un distintivo oficialmente reconocido.

En este último caso, y con el fin de poder ofrecer unas consideraciones especiales para estos productos y sistemas en posesión de un DOR se han realizado una serie de modificaciones:

1. Ampliación de las prestaciones a los productos de acero a través de ensayos de relajación más exigentes, así como de la garantía de sus condiciones de adherencia con el hormigón.
2. Disminución de las fuerzas de pretensado, salvo para los productos y aplicadores en posesión de un DOR.
3. Disminución de las longitudes de anclaje y de transferencia para las armaduras activas en posesión de un DOR.
4. Disminución de los coeficientes parciales de seguridad del acero cuando se dé la circunstancia de que las armaduras activas (o el elemento prefabricado) estén en posesión de un DOR y el nivel de control de ejecución de la estructura sea intenso.

Por último, el capítulo de control tanto de los aceros para armaduras pasivas como de los sistemas de pretensado debería ser completado con comentarios de la Comisión Permanente del Hormigón debido a la existencia de una serie de lagunas y de indefiniciones que han de ser aclaradas.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] VAQUERO, J.: "Los distintivos de calidad oficialmente reconocidos". Zuncho nº 19. Marzo 2009.
- [2] VAQUERO, J.: "El control en la Instrucción EHE-08". Zuncho nº 20. Junio 2009.
- [3] MINISTERIO DE FOMENTO: "Instrucción de Hormigón Estructural". Diciembre 1998.
- [4] MINISTERIO DE FOMENTO: "Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08". Octubre 2008.
- [5] EOTA: ETAG 013 "Guidelines for European Technical Approval of Post-Tensioning Kits for Prestressing of Structures". Junio 2002. ■

MUROS PREFABRICADOS FORTE

Tecnología, fiabilidad y diseño

LANDMARK®



ALPENSTEIN®



NEW®



VERTICA®



ALPENSTEIN®



VERTICA®



LANDMARK®



WINDSOR®



NEW®



RIBAZO



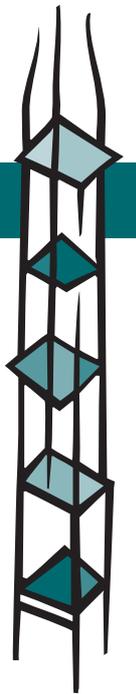
M.C.F.



M.E.V.

Además de un catálogo específico de muros, **FORTE** tiene programadas diversas jornadas formativas en todo el territorio nacional.

Si desea recibir nuestro catálogo o solicitar información sobre las jornadas a celebrar en su zona, puede dirigirse a muros@forte.es



DE LAS AUTORIZACIONES DE USO AL MERCADO CE EL NUEVO MARCO NORMATIVO DE LOS FORJADOS DE VIGUETA DE HORMIGÓN PREFABRICADO Y BOVEDILLA

Alejandro López Vidal - Responsable del Departamento Técnico Estructural de ANDECE (Asociación Nacional de la Industria del Prefabricado de Hormigón).

El sistema constructivo más reglamentado en la historia de la edificación en España es, sin lugar a dudas, el de los forjados. La solución habitualmente más utilizada en nuestros edificios es el tradicional sistema de forjado de vigueta y bovedilla, que durante muchos años ha estado obligado a disponer de la correspondiente Autorización de Uso, a fin de permitir su empleo en las obras de edificación españolas.

La reciente exigencia del mercado CE para las viguetas de hormigón prefabricado de forma obligatoria a partir de enero de 2011 y de aplicación voluntaria durante el año 2010, supone la última etapa de un largo proceso de transformación normativa que comenzó en 1941 y que ha ido evolucionando de forma continua hasta la fecha.

El objeto de este artículo es analizar la nueva situación que se presenta y aclarar las dudas que pueda originar el nuevo marco normativo de este sistema constructivo.

Según el artículo 3.1. del Anejo 12 de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08, el forjado de vigueta y bovedilla es un sistema constructivo formado por los siguientes elementos:

- a) Viguetas prefabricadas de hormigón u hormigón y cerámica, armadas o pretensadas.
- b) Piezas de entrevigado (o bovedillas) cuya función puede ser de aligeramiento o colaborante en la resistencia. Generalmente son de hormigón, cerámicas o de poliestireno expandido.
- c) Armaduras: longitudinales, transversales y de reparto, colocadas previamente al hormigonado.



Figura 1.- Vista general de instalación del sistema de forjado: viguetas, bovedillas y zuncho perimetral. Foto: PRENOR.



REPORTAJES



Figura 2.- Imagen vigueta (prefabricada de hormigón) pretensada.

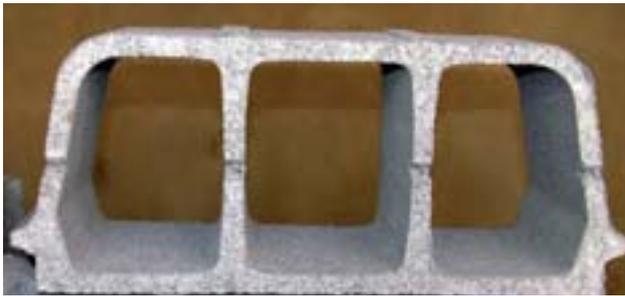


Figura 3.- Imagen bovedilla de hormigón prefabricado.

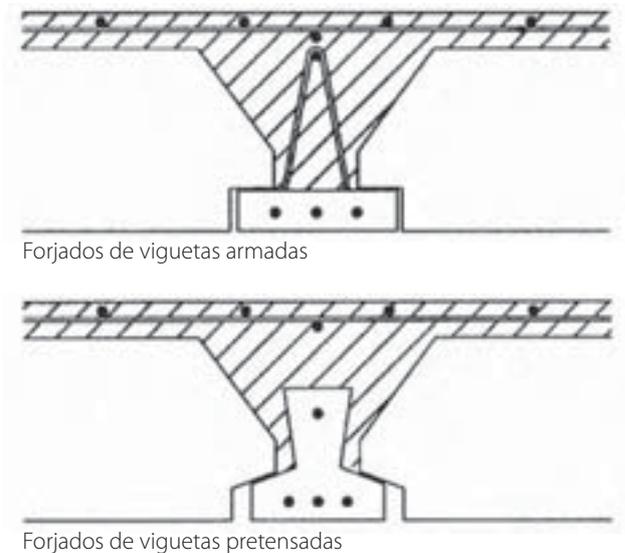


Figura 4.- Tipos usuales de forjados de viguetas.

d) Hormigón vertido en obra para relleno de nervios y formación de la losa superior del forjado.

DESARROLLO Y EVOLUCIÓN DE LA NORMATIVA

Las primeras exigencias reglamentarias datan de 1941, en las que se definieron una serie de restricciones en el empleo de acero y se publicaron las primeras normas técnicas para el cálculo de estos elementos.

"Mercado CE de forjados de vigueta y bovedilla: aplicación voluntaria durante 2010 y obligatoria a partir de 2011, lo que implicará la derogación automática de las Autorizaciones de Uso"

La enorme trascendencia estructural de los forjados y el acusado aumento de los colapsos en la época de la post-guerra española, motivó que la Administración decidiese establecer un procedimiento reglamentario más amplio y profundo que permitiese asegurar la adecuación y correcto cumplimiento de estos sistemas con la normativa existente. Este procedimiento, al que se le denominó Autorización de Uso, se materializó en el Decreto 124/1966 y en él se establecieron unas normas para garantizar el cumplimiento de las características proyectadas de los elementos resistentes para pisos y cubiertas, reduciéndose así el empleo de productos defectuosos y, como consecuencia, los daños que por esta causa se venían produciendo en las obras.

Catorce años después se aprobó el Real Decreto 1630/1980, todavía vigente en algunas de sus partes, recogiendo la experiencia acumulada en la utilización de este sistema constructivo y adecuándose a los cambios que se habían ido produciendo en la reglamentación

oficial en materia de redacción y ejecución de proyectos de obras de hormigón. Este Real Decreto supuso un salto cualitativo importante pues, entre otras cuestiones, exigía que el fabricante de elementos prefabricados dispusiese de una ficha de características técnicas que proporcionara datos relevantes para el cálculo, la ejecución y el control del forjado.

Años más tarde, la aprobación de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE-98 y, más concretamente, de la Instrucción para el Proyecto y la Ejecución de Forjados Unidireccionales de Hormigón Estructural realizados con elementos prefabricados (EFHE-02), constituyó la penúltima etapa de este procedimiento reglamentario, antes de la entrada en vigor de la Instrucción actual, EHE-08, que marca de algún modo el final de las Autorizaciones de Uso.

SITUACIÓN NORMATIVA ACTUAL

La Instrucción EHE-08, marco normativo general que regula el proyecto y la construcción de las estructuras de hormigón en España, aprobada mediante el Real Decreto 1247/2008, vigente desde el 1 de diciembre de 2008, establece en su disposición adicional primera que *"en el caso de elementos resistentes para pisos y cubiertas que incluyan elementos prefabricados de hormigón que deban ostentar obligatoriamente el mercado CE, no será exigible la Autorización de Uso a que hace referencia el Real Decreto 1630/1980, de 18 de julio, sobre fabricación y empleo de elementos resistentes para pisos y cubiertas"*.

Por lo tanto, productos como las losas alveolares (UNE-EN 1168), las prelosas (UNE-EN 13747) o los elementos para forjados nervados (UNE-EN 13224), que ya disponían en ese momento de marcado CE obligatorio, dejaron de estar sometidos a tener que disponer de una Autorización de Uso para permitir su empleo en forjados. Esta obligación se mantenía, no obstante, para las viguetas armadas y pretensadas en tanto no estuviesen obligadas a ostentar el mercado CE para su comercialización dentro del Espacio Económico Europeo.



Figura 4. - Estructura totalmente prefabricada con losas alveolares empleadas en los forjados.

El pasado 18 de diciembre de 2009, la Comisión Europea, en el marco de aplicación de la Directiva de Productos de Construcción (89/106/CEE), publicó una nueva comunicación de los productos de construcción obligados a ostentar el marcado CE en la que se incluía por primera vez la norma europea de viguetas prefabricadas de hormigón para sistemas de forjado de vigueta y bovedilla, EN 15037-1:2008, definiendo un periodo inicial de aplicación voluntaria del marcado CE por parte del fabricante durante el año 2010, y obligatorio a partir del 1 de enero de 2011.

"El mercado CE exige al fabricante un control de producción en fábrica, que debe ser evaluado periódicamente por un Organismo Certificador"

Esta nueva situación tiene unas implicaciones directas a nivel reglamentario, puesto que obliga a la derogación del Real Decreto 1630/1980 a partir del 1 de enero de 2011, fecha en la que dejarán de ser obligatorias las Autorizaciones de Uso para elementos que constituyan parte de pisos y cubiertas.



REPORTAJES

➔ **Tabla 1.- Exigencias reglamentarias para forjados de vigueta de hormigón prefabricado y bovedilla.**

Exigencia reglamentaria	PERIODO		
	1/12/2008 ⁽¹⁾ a 31/12/2009	1/01/2010 a 31/12/2010	A partir del 1/01/2011
Autorización de Uso	Obligatoria ⁽²⁾	Obligatoria ⁽³⁾	No (se derogará el Real Decreto 1630/1980)
Marcado CE	No (aunque ya estaba aprobada la norma europea)	Voluntario	Obligatorio

(1) Fecha de entrada en vigor de la Instrucción EHE-08.
 (2) Para obras conforme a la Instrucción EHE-08, se requerirán Autorizaciones de Uso adaptadas a esa normativa.
 (3) El Ministerio de Vivienda publicará en breve un Real Decreto para la derogación del RD 1630/1980, en el que se definirá si el fabricante que opte por la vía del mercado CE quedará eximido de tener la Autorización de Uso o si ambas herramientas reglamentarias pueden coexistir simultáneamente durante el 2010.

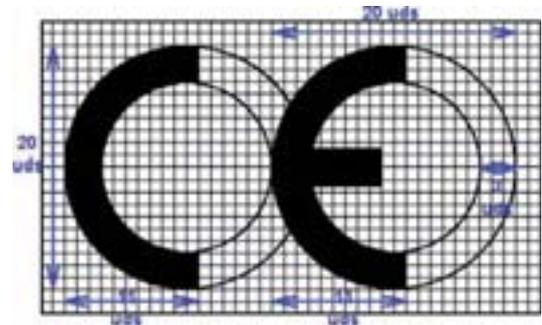
Desde el punto de vista regulador, este hecho provoca que la Administración comenzará a ceder el protagonismo a los fabricantes que, a partir de ahora, serán los únicos responsables de la garantía de sus productos, en primer lugar, con la aportación del marcado CE obligatorio y, en un segundo plano, el fabricante podrá voluntariamente proporcionar un nivel de cumplimiento adicional, mediante la posesión de un Distintivo de Calidad Oficialmente Reconocido (DOR), otorgado por un organismo certificador acreditado, que sea conforme a los requisitos definidos en el Anejo 19 de la EHE-08.

También hay que dejar claro que aunque el fabricante pueda ya optar por poner en marcha todas las acciones necesarias para poner el marcado CE en sus viguetas, el Ministerio de Vivienda seguirá tramitando durante el año 2010 todas las solicitudes de Autorizaciones de Uso que reciba, aunque su validez no se prolongue más allá del próximo mes de diciembre.

Pero vayamos paso por paso. La primera pregunta que nos podemos hacer es si la transición normativa de las Autorizaciones de Uso al mercado CE supone un salto cualitativo y cuantitativo importante para el fabricante; la respuesta debe ser no. La entrada en vigor de la Instrucción EHE-08 fue aprovechada por el Ministerio de Vivienda (regulador y concesionario de las Autorizaciones de Uso) para, en vista de la inminente entrada del mercado CE, adaptar en parte las exigencias de dichas autorizaciones a las que iban a ser establecidas con el mercado CE.

El cambio más importante fue el de pasar de tener que demostrar que el fabricante disponía de un plan de autocontrol de la calidad de la producción, a tener que justificar la existencia de un sistema

de autocontrol de producción en fábrica conforme a las exigencias de la EHE-08, mediante la aportación de un certificado de dicho control, resultado de la conformidad de la evaluación realizada por un organismo de control o una entidad de certificación en una auditoría inicial y auditorías periódicas posteriores. Es decir, se pasaba de tener un plan de autocontrol evaluado por el mismo fabricante, a otro cuya validez es verificada periódicamente por un agente externo y acreditado.



De hecho, esta certificación del control de producción en fábrica es ya, básicamente, la misma que se lleva a cabo para la mayor parte de los prefabricados de hormigón estructurales, obligados a poseer el marcado CE. Por lo tanto, esta exigencia supuso simplemente una ampliación del alcance de la certificación para aquellos fabricantes de viguetas que ya fabricasen otros productos estructurales con marcado CE, y un cambio más importante para aquellos que sólo fabricasen viguetas o, además, otros prefabricados que aunque estuvieran obligados a ostentar el marcado CE no necesiten una verificación por tercera parte (sistema 4 de evaluación de la conformidad).

Tabla 2.

Documentación	Autorizaciones de Uso	Marcado CE
Fichas técnicas y memoria de cálculo conforme a la Instrucción EHE-08	Obligatorio	Voluntario (aunque el fabricante debe decidir si seguir proporcionando esta información, pues constituye una información fundamental que contiene los datos necesarios para el estudio del forjado)
Certificado expedido por un organismo certificador en base a una auditoría inicial y posteriores periódicas	Obligatorio	Obligatorio
Declaración de conformidad del fabricante	No	Obligatorio

La diferencia fundamental entre ambos marcos reglamentarios es que con las Autorizaciones de Uso el fabricante debe aportar una memoria de cálculo y unas fichas técnicas de los elementos para los que solicita la autorización.

"Las fichas técnicas seguirán siendo fuente de información válida, pero con el mercado CE dejarán de ser obligatorias"

La **memoria de cálculo** describe el sistema del forjado, los tipos de materiales utilizados (hormigón y acero) y su designación, así como las expresiones de cálculo empleadas para determinar las características mecánicas del sistema que se dan en las fichas técnicas.

Cada serie homogénea de elementos resistentes del sistema y de las unidades construidas con ellos se describen en una **ficha técnica**, en la que se detallan:

- La configuración geométrica de la vigueta.
- La descripción del elemento de aligeramiento (bovedilla) y del forjado, los materiales empleados, el armado de la vigueta y las características mecánicas de la vigueta aislada.
- Las características mecánicas para cada tipo de forjado y vigueta: momento último positivo, momento de fisuración, rigidez fisurada y no fisurada, momentos límite de servicio para cada clase de exposición ambiental, valores de cortante y de rasante.

El **certificado del control de producción en fábrica** es concedida por un organismo certificador en base a una inspección inicial de la fábrica y a la verificación de que el fabricante tiene establecido, y mantiene en el tiempo, un control de producción en fábrica conforme con los requisitos definidos en las partes obligatorias (Anexo ZA) de la norma europea de producto que le afecte.

La verificación externa del control de producción en fábrica asegura que el fabricante cumple los requisitos normativos que le son aplicables, relativos por ejemplo a la calidad de los materiales empleados, las tolerancias dimensionales, la correcta colocación de las armaduras, los recubrimientos mínimos, etc. Si a esto añadimos que las viguetas, al igual que cualquier otro producto prefabricado de hormigón, son

Tabla 3.

Aspecto	Autorizaciones de Uso	Marcado CE
Control del hormigón según EHE-08	Obligatorio	Voluntario (si se quiere reducir el coeficiente de minoración del hormigón de 1,7 a 1,5)
Norma de referencia	Norma europea UNE-EN 15037-1:2010	
Intervención administrativa	Ministerio de Vivienda	Ministerio Industria (y CC.AA.)



REPORTAJES



Figura 5.- Fabricación de las viguetas, en la que se pueden apreciar una línea completa de fabricación. Foto: PRENOR.

el resultado de un proceso industrial, se reduce al máximo el riesgo de utilización de productos defectuosos en obra pues el control se hace ya en la fábrica. De hecho, el Art. 79 de la EHE-08 permite que el control de recepción en obra de productos en posesión del marcado CE se puede limitar a una simple verificación documental, eliminando operaciones de control y ensayos redundantes y, por tanto, agilizando la ejecución y reduciendo costes.

Debe distinguirse que, en el caso de las Autorizaciones de Uso, el control del hormigón debe realizarse conforme a lo definido en la EHE-08, y en el caso del marcado CE el control debe seguirse con

Tabla 4.

PRODUCTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN	Coeficientes de seguridad ⁽²⁾	
	HORMIGÓN	ACERO
	γ_c	γ_s
Con obligación de marcado CE (control según Norma Europea UNE-EN 206-1:2008)	1,70	1,15
Control del hormigón según EHE-08, acreditado por organismo de control o entidad de certificación	1,50	1,15
Elemento prefabricado con Distintivo de calidad Oficialmente Reconocido, conforme al Anejo 19 de la EHE-08 (+ control de la ejecución de la estructura a nivel intenso según Capítulo XVII de la EHE-08) ⁽¹⁾	1,35	1,10

(1) Según los comentarios relativos al Art. 15.3 "Coeficientes parciales de seguridad de los materiales", para la aplicación de los coeficientes menores (1,35 y 1,10), el fabricante de los elementos prefabricados en posesión del DOR deberá proporcionar unas instrucciones de puesta en obra de dichos elementos que permitan controlar su montaje con un nivel intenso, según se establece en el Art. 92.

(2) El uso de coeficientes de seguridad menores permite la optimización de secciones y, por tanto, de mejorar la relación entre prestaciones mecánicas del elemento y materiales empleados.

respecto a la norma europea UNE-EN 206-1. No obstante, el fabricante puede seguir voluntariamente los criterios de control definidos en la Instrucción EHE-08, en cuyo caso la Instrucción le permite reducir el coeficiente parcial de seguridad del hormigón de 1,7 a 1,5.

UTILIZACIÓN DE LAS AUTORIZACIONES DE USO

Aunque la Instrucción EHE-08 entró en vigor el 1 de diciembre de 2008, el Real Decreto 1247/2008 por el que se aprobaba contenía una disposición transitoria que posponía su entrada en vigor para una serie de situaciones. En el caso de las Autorizaciones de Uso vigentes en esos momentos, es decir, las concedidas conforme a las Instrucciones EHE-98 y EFHE-02, se ha permitido seguir empleándolas en los siguientes casos:

- En obras promovidas por las Administraciones Públicas cuyas órdenes de redacción o estudio de los proyectos correspondientes se hubiesen efectuado antes de la entrada en vigor de la Instrucción (1/12/08) y siempre que las obras se inicien en un plazo no superior a tres años desde dicha fecha (antes del 1/12/11).
- En obras de índole privado cuya fecha del encargo del proyecto fuese anterior al 1/12/08 y las obras se hubiesen iniciado en el plazo de un año (antes del 1/12/09).

Para dar respuesta a esta situación, que podía prolongarse durante varios años, y dada la circunstancia de que el periodo de validez de las Autorizaciones de Uso expedidas era de cinco años, el Ministerio de Vivienda concedió una prórroga indefinida para ellas, siempre que se destinasen a obras que se fueran a ejecutar con proyectos redactados conforme a las Instrucciones EHE-98 y EFHE-02.

En cualquiera de ambos casos (Autorizaciones de Uso, nuevas o antiguas), su fecha de caducidad será el 31 de diciembre de 2010, por ser obligatorio el marcado CE a partir del día siguiente.

EL FUTURO DE LAS FICHAS TÉCNICAS

Como ya se ha indicado, las fichas técnicas dejarán de ser obligatorias con la entrada en vigor del marcado CE. No obstante, dada la enorme valía que representan para proyectistas y otros agentes, los fabricantes podrán seguir proporcionándolas de forma opcional.

Otro caso es el de los DOR para elementos prefabricados destinados a forjados unidireccionales (tanto viguetas como los otros productos antes mencionados), para los que es condición necesaria la tenencia de estas fichas. No debe olvidarse que la posesión de uno de estos dis-

tintivos permitirá aplicar unos coeficientes de seguridad menores a los materiales (hormigón y acero). En este caso ya no es el Ministerio de Vivienda quien se encargará de sellar las fichas, como ocurre con las Autorizaciones de Uso, sino el propio organismo certificador que conceda el distintivo de calidad objeto de reconocimiento.

"Los fabricantes podrán aportar un nivel de garantía de calidad adicional mediante la posesión de un DOR, que permitirá el empleo de coeficientes menores de seguridad de los materiales"

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- UNE-EN 15037-1:2010. "Productos prefabricados de hormigón. Sistemas de forjado de vigueta y bovedilla. Parte 1: Viguetas".
- EHE-08. "Instrucción de Hormigón Estructural".
- www.vivienda.es
- www.andece.org ■



zuncho Revista trimestral

Si todavía no recibe nuestra revista y quiere recibirla gratuitamente o que la reciba otra persona, por favor háganos llegar los datos adjuntos por fax (91 562 45 60) o por correo electrónico (buzon@calsider.com).

Nombre: _____

Empresa: _____

Cargo: _____

Dirección postal: _____

E-mail: _____ Tel.: _____ Fax: _____

De acuerdo con la Ley 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal (LOPD), los datos personales suministrados por el Usuario serán incorporados a un fichero automatizado. En cumplimiento de lo establecido en la LOPD, el Usuario podrá ejercer sus derechos de acceso, rectificación, cancelación y oposición. Para ello puede contactar con nosotros en el teléfono: 91 561 87 21; o enviándonos un correo electrónico a: buzon@calsider.com.



PRECER[®]

ACEROS PARA ARMADURAS ACTIVAS

Es una marca de excelencia destinada a destacar aquellos productos de acero para armaduras activas de hormigón pretensado de más alto nivel.

Producto	Tipo acero	Etiquetas
CORDONES	Y 1770 S2	
	Y 1770 S7	
	Y 1860 S3	
	Y 1860 S7	
	Y 1960 S3	
	Y 2060 S3	
ALAMBRES	Y 1570 C	
	Y 1670 C	
	Y 1770 C	
	Y 1860 C	

Empresas en posesión de la licencia de uso de la marca PRECER:



Emesa
Trefilería



PRODERAC
PRODUCTOS DERIVADOS DEL ACERO, S.A.



SOCITREL



Emesa Trefilería, S.A. (EMESA)

Productos Derivados del Acero, S.A. (PRODERAC)

Sociedade Industrial de Trefilaria, S.A. (SOCITREL)

Trenzas y Cables de Acero PSC, S.L. (TYCSA)



Calidad Siderúrgica

LA EFICIENCIA Y LA EFICACIA DE LAS SOLUCIONES PREFABRICADAS EN LA OBRA CIVIL

José Fernando Hernández Milán - Director Técnico de FORTE Hormigones Tecnológicos, S.L.

Los elementos estructurales de hormigón son parte vital y principal en la obra civil. Hoy en día, la mayoría de los proyectistas recurren habitualmente al hormigón armado, pretensado o postesado, para resolver las estructuras de un proyecto de obra civil. El hormigón armado y pretensado, tanto por su gran desarrollo tecnológico, como por su coste, eficiencia energética, gran experiencia acumulada en su uso y facilidad de adaptación a las formas requeridas es, sin duda, el material empleado por excelencia en todas las obras civiles actuales. Sin embargo, cuando hablamos de hormigón, en la mente de todos siempre está la idea de elaboración in situ, olvidando las grandes posibilidades y ventajas que nos ofrece el hormigón prefabricado.

El hormigón prefabricado, presente en nuestras vidas desde hace ya más de 50 años, ha revolucionado las técnicas de construcción, aportando soluciones innovadoras y haciendo las obras de construcción más seguras, económicas y eficaces.

El proceso de convergencia con Europa ha contribuido enormemente a la normalización de muchos productos para la construcción. El marcado CE, obligatorio, se ha impuesto y se han introducido nuevos conceptos de seguridad para el usuario, ofreciendo con los elementos prefabricados un *bonus* adicional sobre las unidades ejecutadas *in situ*, las cuales no están sometidas a estos requisitos.

La presencia generalizada de productos prefabricados de hormigón para usos estructurales ha sido reconocida explícitamente en la reciente Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08, contemplándolos en un apartado específico para ellos en el artículo 59 "Estructuras construidas con elementos prefabricados".

Una posible definición actualizada de hormigón prefabricado es "aquella pieza o elemento que ha sido mol-

deado y curado en una planta industrial y ha estado sometida a un proceso industrializado". Esta definición nos sirve para obtener una primera idea de cuál es la principal ventaja con la que contamos a la hora de utilizar un hormigón prefabricado, y es que precisamente estamos frente a un producto altamente especializado, realizado en plantas específicamente diseñadas para este fin, lo que se traduce a priori en una mayor garantía en su utilización respecto a los elementos ejecutados *in situ*.



↳ Marco.



REPORTAJES

La certificación de sistemas de calidad, certificaciones de productos, marcado CE de la mayoría de los prefabricados, que de forma generalizada ostentan las industrias de prefabricación, son una clara garantía de calidad frente a similares soluciones obtenidas *in situ*.

LAS SOLUCIONES PREFABRICADAS SON MÁS EFICACES Y EFICIENTES... MÁS SOSTENIBLES

Dar soluciones a los retos y necesidades que cada día plantean las obras es el trabajo del ingeniero; la prefabricación ha sido y será una herramienta inestimable para poder hacer realidad estos retos, incorporando a las obras elementos de más calidad, más perdurables, más seguros, acortando los plazos de puesta en obra y aportando operaciones más seguras en el desarrollo de las obras.

"Toda obra que emplee elementos de hormigón repetitivos puede ser realizada con prefabricado"

La prefabricación, al convertirse en una actividad industrial donde la mejora continua y la necesidad de optimización son absolutamente necesarias para permanecer en el mercado, ha conducido de manera inexorable a la optimización de las soluciones, haciéndolas más eficaces y eficientes, y reduciendo el impacto de su producción en el medio ambiente, como consecuencia.

También es sabido que, por desconocimiento o desconfianza, algunas administraciones o direcciones de obra en ocasiones son reacias a la incorporación o al uso de prefabricados en las obras. Hoy en día, la industria del prefabricado para uso estructural es una industria madura que ha incorporado a muchos profesionales con la formación y la experiencia necesarias para realizar un trabajo óptimo. La maquinaria y los equipos disponibles para la producción, infinitamente mejores que los disponibles en la obra pero, sobre todo, la cultura de la calidad, los procesos perfectamente definidos, y los mecanismos de control y corrección, han posibilitado que los productos prefabricados sean por definición mejores que los obtenidos *in situ*.

LA SEGURIDAD

Las empresas suministradoras de productos prefabricados no sólo están obligadas a asegurar el funcionamiento estructural de los productos que suministran a las obras durante su vida útil, sino que también lo están a facilitar sistemas y procedimientos de manipulación y puesta en obra para los mismos. La seguridad ha sido un requisito omnipresente en los últimos años, abarcando desde el diseño hasta la puesta en obra de los productos; se han tenido que diseñar útiles específicos para la manipulación en obra, que han requerido el marcado CE, así como documentar procedimientos de trabajo seguro para estas operaciones. Todo este nuevo proceso sin duda ha eliminado operaciones de riesgo en las obras que ha sido asumido por el industrial suministrador de los productos prefabricados. Evidentemente, también en las obras hay que estar vigilante para evaluar las capacidades, medios y responsabilidades que cada proveedor aporta con sus productos y soluciones, también en los servicios de montaje.

LOS PRODUCTOS

Tenemos que partir de la idea de que todo aquello que se proyecta en hormigón es susceptible de realizarse con hormigón prefabricado; sin embargo, el prefabricado tiene ciertas limitaciones, ya que económicamente no resulta viable la inversión necesaria en moldes y utillajes específicos si no se dan unas condiciones de repetitividad suficientes que permitan la adecuada amortización de estos equipos necesarios, o bien simplemente porque su forma, tamaño o peso dificulta la elaboración de esas piezas en fábrica. De este modo, en la práctica, la industria del prefabricado ha tendido siempre a la estandarización de sus diseños para una mejor amortización de los moldes y para la optimización del proceso productivo, haciendo que sus productos resulten competitivos en el mercado.

Aparte de los productos clásicos y más populares que han sido el inicio de la prefabricación, y que normal-

mente se han utilizado en las obras de edificación y urbanismo (tales como los bloques de hormigón, los pavimentos de baldosas y adoquines, los bordillos, las tuberías para saneamiento y abastecimiento), en los últimos años la industria del prefabricado ha incidido en los elementos con función estructural.

En la amplia gama de productos que existen en el mercado para la obra civil, encontramos canalizaciones, bien sea para conducción de agua a través de **tuberías** y **marcos, dovelas** para la construcción de puentes y conductos, canaletas para canalizaciones de cables, puentes con diferentes soluciones de **vigas** y **estribos, muros** en todas sus variantes (desde el muro en ménsula, de gravedad hasta el muro de suelo reforzado), **barreras** y **pretilos** para seguridad vial, **impostas, arquetas, bajantes, traviesas** para ferrocarriles y, por último, elementos altamente tecnológicos como, por ejemplo, los **arrecifes artificiales beachsaver**, o los pantalanes artificiales con "arrecife **bara**", **fustes para aerogeneradores**, y un sinnúmero de aplicaciones diversas. Por tanto, podemos afirmar que la aplicación del prefabricado en la obra civil es muy amplia, pudiendo llegar a todo tipo de infraestructuras civiles como carreteras, ferrocarriles y puertos.

"La prefabricación es capaz de cubrir hoy en día obras de edificación, urbanismo e infraestructuras civiles"

Siempre que nos encontremos ante una obra de hormigón cuya ejecución se pueda realizar mediante el empleo de elementos repetitivos, estaremos ante una obra susceptible de ser estudiada en prefabricado. Pero, ¿qué hace al prefabricado mejor solución frente al *in situ*?

La permanente demanda de soluciones por parte del mercado ha obligado a las empresas a potenciar las la-

bores de I+D+i con recursos propios, o mediante proyectos de colaboración con centros tecnológicos y universidades, actividades que van aportando al mercado nuevas soluciones y productos.



➤ Estructura para depuradora.



➤ Arrecife bara.



➤ Marcos formando un colector.



REPORTAJES

VENTAJAS DE LOS PREFABRICADOS

- **Producción industrializada:** Productos estandarizados, ajustados y optimizados, producidos en plantas industriales, sometidos a procedimientos y procesos de control. Todos los materiales utilizados son medidos, dosificados y controlados mediante un proceso totalmente industrializado. Se garantizan factores tan importantes como las dosificaciones, granulometrías, humedad de los áridos, almacenamiento de los diferentes materiales, tiempos de fraguado, etc. De igual modo, se controla el producto terminado mediante ensayos normalizados, desechando las piezas que no cumplen los estándares establecidos.
- **Reducción en los plazos de ejecución:** Al eliminar los procesos de elaboración en obra, se consigue reducir drásticamente los plazos de ejecución, ya que el trabajo en obra se limita principalmente al montaje de las piezas prefabricadas. Además, se eliminan los tiempos de espera, impuestos por la naturaleza del hormigón entre las distintas tareas de obra, ya que todos los trabajos responden a una metodología elaborada en un orden concatenado.

La producción de elementos en serie agiliza el ritmo de obra reduciendo los costes finales de producción.

- **Economía:** La utilización de prefabricados no sólo permite mejorar los tiempos de obra, con su consiguiente reducción de gastos fijos, sino que permite un control más eficiente de horas/hombre. Además, se simplifican las tareas de administración, contratación y post-venta, ya que se reduce la interlocución a un único proveedor.



➡ Muro.

- **Mejora de la seguridad en obra:** Una de las premisas en seguridad es eliminar el riesgo para evitar el accidente. Al prescindir, por ejemplo, de encofrados y de sistemas de andamios, se reducen un gran número de riesgos que nos encontramos habitualmente en las obras. Todas estas actividades de riesgo que antes se realizaban en obra, son ahora realizadas en instalaciones ajenas a ella.

"El prefabricado ha superado con éxito todos los mitos existentes sobre el mismo"

- **Durabilidad:** El mayor control de todos los procesos; la evaluación de los proveedores de las materias primas; la uniformidad y continuidad de los suministros; la maquinaria específica para elaborar la ferralla; la especialización del personal; la maquinaria específica para el moldeo y compactación del hormigón; los procedimientos de fabricación ajustados y en permanente mejora; el autocontrol del producto semielaborado y acabado; las auditorías y controles externos por entidades de certificación y control; etc., hacen posible la producción de elementos que cumplen los requisitos de durabilidad exigidos por la EHE.
- **Calidad controlada:** Calidad de los productos garantizada por la empresa en las declaraciones de



➡ Paso inferior.

conformidad, y avalada por los organismos de control notificados.

- **Mejores acabados:** La utilización de moldes de mayor calidad y la elaboración mediante procesos industriales, permite evitar problemas habituales de acabado del hormigón *in situ* como pueden ser: fisuras por retracción, segregación de los materiales, coqueas, discontinuidades, cambios de coloración, etc. De este modo, se asegura estéticamente un acabado final muy superior.
- **Sostenibilidad y compromiso con el medio ambiente:** La necesidad de optimización de los diseños para mantener la competitividad de las soluciones aportadas, hace que las soluciones prefabricadas sean más eficaces que las ejecutadas *in situ*, en cuanto a las necesidades de recursos. Por lo general, una solución prefabricada consume menos hormigón y acero, sin menoscabo de las condiciones de seguridad exigidas.

Además, en la plantas de producción se empieza a utilizar material reciclado, con lo que el índice de contribución de la estructura a la sostenibilidad ICES mejora respecto a las soluciones *in situ*.

MITOS DEL PREFABRICADO

A pesar del alto grado de especialización de la industria del prefabricado en la actualidad, y de la notable mejora de los productos (consecuencia de la normalización y de la implantación de los sistemas de calidad y certificación), actualmente persisten ciertos mitos que pueden hacer que los proyectistas o los constructores sean reticentes a la hora de proyectar o construir con elementos prefabricados de hormigón. A estas reticencias, puntualizamos:

- **Manipulación y transporte:** "Los elementos prefabricados pueden sufrir estados de carga transitorios

en su transporte, izado y colocación, que pueden afectar la resistencia estructural de la pieza."

"El producto prefabricado ofrece un nivel de garantía y de satisfacción muy superior al de los productos elaborados *in situ*"

Hoy en día todos los procesos de transporte y colocación están debidamente procedimentados y son realizados por personal cualificado. Además, estas situaciones transitorias son contempladas desde el inicio, formando parte de las hipótesis de cálculo utilizadas por los fabricantes a la hora de diseñar los productos.

- **Aspecto económico:** "El prefabricado es más caro que el *in situ*."

Si se tienen en cuenta todos los costes que intervienen en una unidad de obra incluyendo los costes auxiliares y los costes fijos, así como la reducción de plazos de ejecución, vemos como el hormigón prefabricado, en la mayoría de las ocasiones, resulta más económico que el *in situ*.

- **Acopio:** "Debe disponerse de espacio suficiente para acopiar el material en obra."

Este problema se puede resolver fácilmente con una organización previa de los tiempos de ejecución. La coordinación con el prefabricador permite que se pueda transportar la pieza a obra cuando ésta vaya a ser montada y no antes, eliminado así la necesidad de zonas de acopio.

CONCLUSIÓN

La construcción con elementos prefabricados de hormigón es una técnica constructiva segura, rápida, eficiente y de calidad. Su constante desarrollo permite diseñar elementos cada vez más eficaces, optimizando el coste y la rentabilidad para el cliente. ■

Prefabricados de Hormigón

La mejor forma
de construir el mañana... Hoy



Los Prefabricados de Hormigón son la mejor solución por :

Diseño y Calidad
Eficiencia y Seguridad
Construcción Sostenible

Las empresas asociadas, garantía de calidad y servicio



www.bibm.eu

El equipo de ANDECE, así como todas las empresas que la integran, ofrecen el asesoramiento técnico necesario para obtener los mejores resultados y conseguir los diseños más vanguardistas.



PAVIMENTOS DE HORMIGÓN ARMADO CONTINUO FRENTE A NUEVAS SOLICITACIONES: MEGATRUCKS

César Bartolomé Muñoz - Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Departamento de Prospectiva de OFICEMEN.

Carlos Jofré Ibáñez - Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Director Técnico de IECA.

Recientemente se ha reabierto a nivel europeo el debate sobre la conveniencia de incrementar la carga máxima permitida en los camiones dedicados al transporte de mercancías. La normativa vigente permite un límite de carga por vehículo de 40 toneladas para el transporte intracomunitario, situándose la carga máxima por eje en 20 toneladas. Los nuevos planteamientos proponen alcanzar cargas de hasta 60 toneladas. En este sentido, ya existen países europeos que han llevado a cabo proyectos piloto con resultados muy positivos.

La posibilidad real de que se apruebe una nueva normativa para la utilización de este tipo de camiones en el transporte de mercancías agravaría el problema de un gran número de firmes de carreteras que, debido al tráfico intenso de vehículos pesados, sufren importantes deterioros al poco tiempo de su apertura y es necesario repararlos o incluso rehabilitarlos de manera frecuente con los costes económicos, medioambientales y sociales que esto supone.

Por este motivo, es necesario disponer de unos firmes de carretera que se adecuen a este tráfico potencial para no perder los beneficios económicos y medioambientales derivados del menor número de desplazamientos que se conseguirían gracias al incremento de la carga por camión.

NORMATIVA

La Directiva 96/53/CE del 25 de julio de 1996, modificada posteriormente por la Directiva 2002/7/CE, establece

un conjunto de requisitos a cumplir por parte de los vehículos para el transporte de personas y mercancías dentro de la Unión Europea con el objetivo de armonizar las dimensiones y pesos máximos autorizados.

"Por su resistencia y durabilidad, los pavimentos de hormigón son los que mejor se adecuan al tráfico con alta intensidad de vehículos pesados"

Como se ha comentado con anterioridad, dichas directivas establecen un peso máximo por eje de 20 toneladas y un peso máximo del vehículo de 40 toneladas para aquellos vehículos que transporten mercancías a nivel intracomunitario. Sin embargo, a nivel interno de cada país es posible superar estos pesos, lo cual ha permitido que algunos estados miembros hayan realizado pruebas con vehículos con una carga de hasta 60 toneladas, manteniendo siempre el peso por eje por debajo del límite permitido.

Parece probable que el debate originado para la modificación de la normativa vigente permita en un futuro próximo que el peso máximo por vehículo sea de 44 toneladas, es decir, un incremento de un 10 % con respecto a la situación actual.

ADAPTACIÓN DE LAS CARRETERAS

Un aumento del peso total de los vehículos conlleva un incremento de sus dimensiones, por lo que existen tres aspectos de las ca-



REPORTAJES

reteras que es necesario revisar antes de la implantación de este tipo de medidas: la geometría, especialmente de los accesos, salidas y rotondas; las estructuras, que deben soportar el incremento del peso de los camiones; y los firmes de carretera, con especial atención a los carriles lentos de la autopistas y nuevamente a las rotondas, por el mismo motivo que lo anterior.

No es el objetivo de este artículo estudiar los requisitos geométricos que deben incorporar las carreteras y autopistas para adaptarse a este nuevo tipo de vehículos. Simplemente citar aquí que existen programas informáticos que analizan los radios de curvatura de las vías y los radios de giro de los vehículos, estableciendo unas dimensiones mínimas que permitan a estos camiones maniobrar con facilidad.

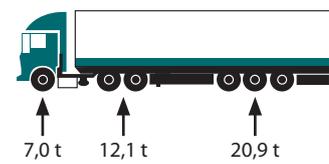
En lo referente a las estructuras, la Instrucción sobre Acciones a considerar en el proyecto de Puentes de carretera (IAP-98) establece que el cálculo de un paso superior o un viaducto debe incluir, además de las cargas uniformemente repartidas, un carro con un peso de 60 toneladas dividido en seis cargas puntuales. Aunque la carga máxima autorizada para el transporte de mercancías alcanzara esta cifra, la distribución de cargas del carro de la Instrucción continuaría siendo más desfavorable a efectos de cálculo que los *megatrucks* de 60 toneladas. Por este motivo, no se prevé que este tipo de camiones implique un riesgo para la seguridad de las estructuras, aunque sería necesario analizar, para las nuevas cargas, el Estado Límite de Fatiga de puentes y pasos superiores.

Por el contrario, es más probable que surjan problemas de durabilidad. El incremento de carga puede afectar a las partes más débiles de la estructura desde un punto de vista de los Estados Límite de Servicio. En consecuencia, puede que sea necesario reforzar algunas estructuras en las zonas de apoyo y en las juntas de dilatación para evitar fisuraciones excesivas que acorten su vida útil. Ahora bien, los potenciales problemas únicamente podrán diagnosticarse mediante un análisis individual en cada caso.

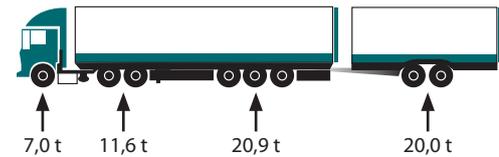
Así como el análisis de las estructuras, aunque tedioso, es razonablemente sencillo, los efectos de un incremento de carga sobre los firmes es más complejo, ya que en este caso hay que considerar no sólo la carga total, sino también los efectos dinámicos de

dichas cargas, el número de ejes y la configuración de los camiones.

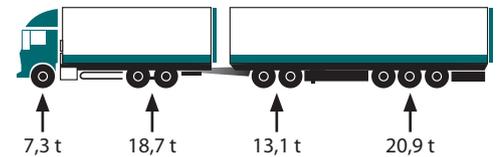
Con este objetivo se han realizado y se continúan realizando estudios que tratan de reproducir el comportamiento de firmes de distinto tipo frente las nuevas configuraciones de los camiones, algunas de las cuales se pueden observar en la Figura 1.



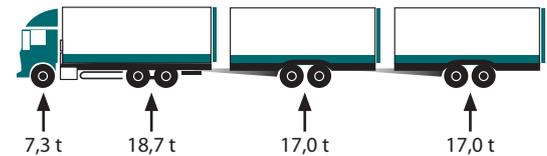
Distribución de cargas de un vehículo actualmente permitido: cabeza tractora con tres ejes y trailer de tres ejes.



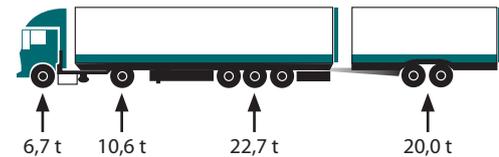
Distribución de cargas de un vehículo M_{333} : cabeza tractora con tres ejes, semitrailer de tres ejes y trailer de dos ejes.



Distribución de cargas de un vehículo LDS: cabeza tractora con tres ejes, remolque de dos ejes y semitrailer de tres ejes.



Distribución de cargas de un vehículo LTT: cabeza tractora con tres ejes con dos trailers de dos ejes cada uno.



Distribución de cargas de un vehículo M_{st23} : cabeza tractora con dos ejes, semitrailer de tres ejes y trailer de dos ejes.

Figura 1.- Configuraciones de megatrucks con diferente número de ejes utilizados en un proyecto piloto en Bélgica (Fuente: Belgian Road Research Centre -BRRC-).

En ninguno de los vehículos arriba descritos, la carga máxima por eje supera el límite establecido en la normativa actual y, en un gran número de casos, esta carga es inferior a la carga por eje de los camiones tradicionales. Sin embargo, aún cuando las cargas pueden ser menores, es necesario llevar a cabo un análisis de los efectos potenciales de los *megatrucks* sobre el pavimento, bien por el efecto dinámico, bien por el mayor número de repeticiones en las cargas.

La agresividad de un eje sobre el pavimento se puede obtener de la expresión $\left(\frac{P_i}{P_{ref}}\right)^\gamma$, donde P_i es la carga por eje, P_{ref} es una carga de referencia y γ es un coeficiente de fatiga que depende del material del pavimento sobre el que se aplica la carga. A partir de la agresividad individual de cada eje, la total del vehículo se obtiene como sumatorio de las mismas.

El resultado final de este análisis está condicionado por dos factores. Por un lado, la resistencia a fatiga del pavimento y, por otro, la reducción del número total de vehículos gracias a la mayor carga individual de cada uno de ellos.

Utilizando este tipo de análisis, un proyecto piloto llevado a cabo en Bélgica estudió la agresividad de camiones de hasta 60 toneladas de peso sobre distintos tipos de pavimentos, obteniéndose los resultados que figuran en la Tabla 1:

Analizando los datos de la tabla, se observa que los pavimentos flexibles son considerablemente más sensibles a un incremento de carga que los pavimentos rígidos. Este mejor comportamiento de los pavimentos de hormigón se debe a su capacidad de distribuir las

cargas en una superficie mayor y su óptimo rendimiento frente al agotamiento por fatiga.

"El consumo de combustible de los camiones se reduce cuando circulan sobre pavimentos de hormigón"

A modo de conclusión, si bien en la mayoría de los casos los *megatrucks* no supondrían un problema importante para cierto tipo de pavimentos, es conveniente tomar ciertas precauciones, puesto que la vida útil de los firmes podría reducirse aumentando exponencialmente los gastos de mantenimiento y conservación. En este sentido, los pavimentos de hormigón se adecuan mejor a este nuevo tipo de transporte que se está desarrollando en algunos países europeos.

ADECUACIÓN DE LOS PAVIMENTOS DE HORMIGÓN PARA VEHÍCULOS PESADOS

Aunque aptos para cualquier intensidad de tráfico, los pavimentos de hormigón optimizan su rendimiento para los tráficos extremos, es decir, para los tramos con una intensidad elevada de vehículos pesados (T00 ó T0) o para los tráficos con una muy baja intensidad de tráfico como pueden ser los caminos rurales.

En el caso de los caminos rurales, la principal cualidad que confiere a los pavimentos de hormigón una ventaja competitiva con respecto a otras soluciones es su mayor durabilidad y su menor necesidad de mantenimiento, ya que generalmente se trata de vías cuyo presupuesto de conservación es reducido o nulo.

Esta característica de los firmes rígidos también es importante en el caso de las vías con una alta intensidad de tráfico de vehículos pesados, ya que permite minimizar los cortes de tráfico y, en consecuen-

Tabla 1.- Agresividad relativa de un megatruck en comparación con un camión tradicional (Fuente: Belgian Road Research Centre –BRRC–).

	Agresividad relativa comparada con un camión tradicional			
	LDS	MST23	MST33	LTT
Pavimento flexible	0.96	1.24	0.79	1.26
Pavimento rígido	0.49	1.02	0.06	0.59



REPORTAJES

cia, disminuir la congestión derivada de este tipo de actuaciones. Sin embargo, los pavimentos de hormigón poseen otras propiedades de mayor relevancia en el caso que nos ocupa, como es su elevada capacidad estructural, su resistencia a los esfuerzos tangenciales y el menor consumo de carburante que producen en los camiones.

Esta última característica es especialmente importante desde un punto de vista económico y medioambiental. El Consejo Nacional de Investigación de Canadá realizó un estudio experimental en el que se llevaron a cabo numerosos ensayos haciendo circular vehículos de pesos variados sobre diferentes tipos de firme y en condiciones climáticas distintas. Los vehículos utilizados en los ensayos estaban equipados con dispositivos capaces de medir el consumo instantáneo de carburante, que era el objeto del estudio. Sus conclusiones fueron bastante significativas: por un lado, se determinó que el tipo de firme no tiene ninguna influencia sobre el consumo de combustible de los turismos y vehículos ligeros. Por el contrario, en el caso de los camiones, el estudio concluyó que éstos consumen menos carburante cuando circulan sobre un pavimento de hormigón que cuando lo hacen sobre uno bituminoso, debido a que la deformación que sufren los firmes bituminosos bajo la acción de cargas elevadas absorbe una energía que, de otra manera, se emplearía en la propulsión del vehículo. La mayor rigidez de los pavimentos de hormigón evita esta disipación de energía y propicia el ahorro de combustible.

"A nivel europeo existe un renovado interés por el empleo de pavimentos de hormigón armado continuo"

El estudio canadiense también permitió cuantificar el ahorro entre un 0,8 % y un 6,9 %, dependiendo del tipo de camión, de la velocidad y de la carga. Para un camión que recorra una distancia de 150.000 km anuales, el ahorro potencial de emisiones podría alcanzar las 12,8 toneladas de CO₂, los 145,2 kg de NO_x y los 18,3 kg de SO₂ al año.

Los motivos enunciados han llevado a ciertos países europeos a construir pavimentos rígidos para los carriles lentos de las autopistas de nueva construcción o cuando se han ejecutado am-

pliaciones para absorber un incremento de tráfico no previsto en la etapa de diseño. En estos casos, el reducido espacio que se necesita para la ejecución de dicha ampliación y la posibilidad de una rápida apertura al tráfico, 3 ó 4 días en condiciones normales y 12 horas en condiciones especiales, otorga a los firmes rígidos una ventaja adicional.

Pavimentos continuos de hormigón armado

Aún cuando todos los tipos de pavimentos de hormigón tienen características comunes como las enunciadas anteriormente, existe una amplia gama de soluciones con sus respectivas ventajas y desventajas: pavimentos de hormigón con juntas con y sin pasadores, pavimentos de hormigón con fibras, pavimentos continuos de hormigón armado, pavimentos de hormigón pretensado, etc.

Se constata que, desde hace algunos años, existe en Europa un renovado interés en la aplicación de los pavimentos continuos de hormigón armado (PCHA) en el caso de tráfico pesado. Los motivos de esta elección derivan de su muy reducida conservación cuando se proyectan y construyen correctamente, lo cual se debe a la ausencia de juntas, elementos que concentran la mayor parte de las actuaciones de mantenimiento de los pavimentos de hormigón. Además, la eliminación de las juntas mejora la calidad de la rodadura. Como principal desventaja, los pavimentos continuos de hormigón armado presentan unos costes de construcción mayores que el resto de soluciones, sin embargo, la disminución de los costes del usuario puede compensar el sobreprecio introducido por la armadura.

Adicionalmente, la ausencia de juntas disminuye las probabilidades de fallo del pavimento ya que, si no se realiza una ejecución adecuada de las mismas o de la base del firme, se pueden producir escalonamientos que dificulten la rodadura. Las juntas también constituyen un punto débil donde un mantenimiento incorrecto puede provocar desmenuzados y la rotura de las

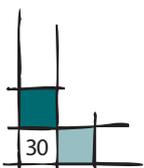




Figura 2.- Disposición de armadura y construcción de pavimentos continuos de hormigón armado.

esquinas. Todos estos problemas no intrínsecos a los pavimentos de hormigón con juntas, sino derivados de un mal proyecto, de una mala ejecución o de un mantenimiento deficiente, y se evitan con la construcción de pavimentos continuos de hormigón armado.

A este respecto, en la última revisión de la Norma 6.1-IC sobre Secciones de Firme del Ministerio de Fomento (2003) se prescribe que los pavimentos de hormigón a utilizar en las dos categorías superiores de tráfico (T00 y T0) deben ser PCHA. El excelente comportamiento la autopista Oviedo-Gijón-Avilés, también conocida como "La Y" asturiana, ha influido en la adopción de esta recomendación por parte del Ministerio. Se trata de una vía de 43 km en calzada de dos carriles que a pesar de llevar en servicio desde 1976, con labores de mantenimiento muy reducidas y cuyos terrenos sobre los que se emplaza son de muy baja calidad, se encuentra actualmente en perfecto estado.

Además del mayor coste de construcción, que como se ha comentado con anterioridad se amortiza con creces durante la vida útil del pavimento, los pavimentos continuos de hormigón armado presentan la desventaja de una mayor dificultad durante la construcción, ya que la disposición de la armadura impide la circulación de los camiones encargados del suministro del material, por lo que es necesario utilizar alternativas, tales como:

1. La ejecución por semianchos, que deben conectarse mediante barras de unión.
2. El empleo, ya mencionado, de un pórtico de una cierta longitud con una cinta que permita transportar el hormigón por encima del mismo y alimentar la pavimentadora mientras se va colocando la armadura.
3. La utilización de pavimentadoras provistas de guías (trompetas) que permitan concentrar las armaduras longitudinales en los bordes de la capa de apoyo del PCHA, dejando un espacio libre suficiente para que circulen los camiones del transporte. El hor-



REPORTAJES



⇒ **Figura 3.-** Disposición de armaduras en pavimentos continuos de hormigón armado mediante pavimentadoras provistas de guías.



⇒ **Figura 4.-** Peine para la ejecución del ranurado longitudinal y denudado químico para obtener un acabado con árido visto.

migón es vertido con tolva de recepción de una cinta transportadora que salva la longitud necesaria para que las armaduras se vayan situando en su posición definitiva al ir pasando a través de las guías. En España se ha utilizado este método en la construcción al aire libre del PCHA de la autopista Oviedo-Pola de Siero.

Por último, destacar que uno de los inconvenientes que tradicionalmente se les achaca a los pavimentos de hormigón es su

acabado superficial y la presencia de juntas transversales, que incomodan la conducción y originan niveles elevados de



⇒ **Figura 5.-** Textura de árido visto.

ruido. Como se ha comentado, los pavimentos continuos de hormigón armado han superado el problema de las juntas. En cuanto al acabado superficial, utilizando técnicas normales de construcción se pueden conseguir valores de regularidad (IRI) por debajo de los establecidos por la normativa vigente, pudiéndose recurrir en último término al fresado del pavimento aunque, como se ha comentado, no tiene por qué ser necesario.

En lo referente a niveles de ruido, se están ejecutando actualmente pavimentos de hormigón con un ranurado longitudinal o con árido visto que son realmente silenciosos. En el caso de la textura longitudinal, el acabado se consigue mediante un peine metálico incorporado a la extendidora que dibuja el ranurado en el hormigón fresco.

"La mayor eficiencia del transporte por carretera pasa por el progresivo aumento de las cargas por vehículo"

El acabado con árido visto se consigue mediante técnicas de denudado químico, que consiste en rociar un inhibidor del fraguado sobre la superficie del hormigón fresco y, después de que la masa de hormigón haya endurecido, realizar un cepillado enérgico con un dispositivo de cerdas metálicas para eliminar el mortero de la superficie.

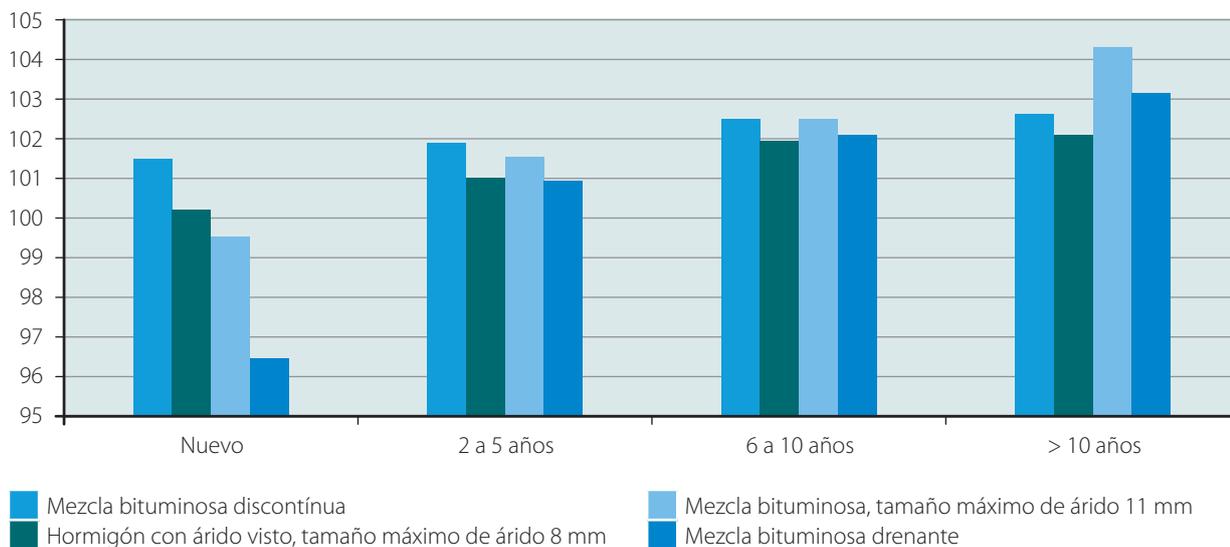


Figura 6.- Nivel sonoro en decibelios de varios tipos de pavimentos a diferentes edades.

Con esta textura se han alcanzado, en el momento de la apertura al tráfico, sonoridades que rebajan el ruido producido por firmes ejecutados con mezclas bituminosas discontinuas. En cualquier caso, no es posible llegar a los niveles de ruido de una mezcla bituminosa drenante, muy por debajo del resto de soluciones, ya sean bituminosas o en hormigón. Ahora bien, en un periodo de tiempo relativamente bajo, los poros de las mezclas drenantes se colmatan perdiendo sus propiedades sonoras. Tal y como se puede ver en la Figura 6, entre 6 y 10 años después de su construcción, un pavimento de hormigón con árido visto alcanza un nivel de ruido equivalente al del resto de soluciones, convirtiéndose en la solución más silenciosa transcurridos 10 años desde su construcción.

CONCLUSIONES

El hecho de que la mayor parte de los estudios y proyectos piloto realizados en Europa concluyan que la utilización de *megatrucks* conlleva un aumento de la productividad, una reducción de las emisiones y un ahorro de combustible, hace pensar que su uso se permitirá en el interior de la UE en un periodo de tiempo relativamente corto.

Ante esta situación, es necesario adaptar nuestras carreteras y, más en concreto, las autopistas y sus accesos para evitar continuas reparaciones que reduzcan los beneficios que se espera obtener mediante el uso de vehículos de gran capacidad de carga. En este sentido, llevar a cabo un análisis del estado de conservación de las estructuras sobre las que va a discurrir este tipo de camiones, disponer carriles lentos de hormigón en las autopistas y utilizar pavimentos de hormigón en las rotondas de acceso a las mismas se convierten en una necesidad previa a la implantación de este tipo de transporte.

REFERENCIAS

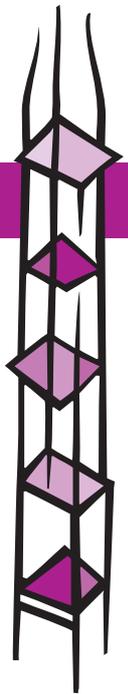
1. Carlos Kraemer, José María Pardillo, Sandro Rocci, Manuel G. Romana, Víctor Sánchez Blanco y Miguel Ángel del Val. "Ingeniería de carreteras". McGraw Hill, 2004.
2. Carlos Jofré Ibáñez, IECA. "Construcción de pavimentos de hormigón en túneles".
3. Carlos Jofré Ibáñez, IECA. "Experiencias recientes con pavimentos de hormigón armado continuo". Revista Rutas. Número mayo-junio de 2006.
4. W. Debauche y D. Decock, Belgian Road Research Centre. "Working Group on Longer and Heavier goods Vehicles: a multidisciplinary approach to the issue". 2007.



REPORTAJES

5. Griet De Ceuster y Tim Breemersch. "Final report – Effects of adapting the rules on weights and dimensions of heavy commercial vehicles as established within Directive 96/53/EC".
Officials National Cooperative Highway Research Program.
6. Kenneth Ramberg, Transporte & Infraestructuras. "Fewer Trucks Improve the Environment". Octubre, 2004.
7. Gunnar Lindberg, Informe de VTI 605A. "The effect of long and heavy trucks on the transport system". 2008.
8. John Aurell & Thomas Wadman, Volvo. "Vehicle combinations based on the modular concept".
9. Griet De Ceuster et. alt., Transport & Mobility Leuven. "Effects of adapting the rules on weights and dimensions of heavy commercial vehicles as established within Directive 96/53/EC".
10. James D. Grove. "Portland Cement Concrete Pavement Construction".
11. "Long-Life Concrete Pavements in Europe and Canada, International technology Scanning program: In Cooperation With American Association of State Highway and Transportation
Officials National Cooperative Highway Research Program".
12. <http://www.nomegatrucks.eu/>
13. <http://www.trb.org/>
14. Norma 3.1-IC: "Trazado", de la Instrucción de Carreteras.
15. Norma 6.3-IC: "Rehabilitación de firmes", de la Instrucción de Carreteras.
16. Norma 6.1-IC: "Secciones de firme", de la Instrucción de Carreteras.
17. Directiva 96/53/CE: "Dimensiones máximas autorizadas en el tráfico nacional e Internacional y los pesos máximos autorizados en el tráfico internacional".
18. National Research Council de Canada. "Effect of pavement surface type on fuel consumption". ■





FERRAPLUS PRESENTA SU NUEVA WEB

La marca FerraPlus ha renovado su página web (www.ferraplus.com) ofreciendo una imagen más moderna, acorde con la evolución que ha experimentado el sector de la ferralla.

Con una navegación clara y sencilla, la nueva web cumple a la perfección el objetivo de facilitar a los usuarios la búsqueda de información, gracias a la incorporación de un buscador y de accesos directos a los diferentes apartados de la página.

La nueva web organiza sus contenidos en cuatro secciones:

- **'FerraPlus'**, donde se localiza toda la información general relativa a la descripción, objetivos y ventajas de la marca, su identificación y los requisitos necesarios para su obtención.
- **'Actualidad'**, en la que se encuentran noticias, agenda de eventos, informes, publicaciones y preguntas frecuentes para satisfacer el interés informativo y técnico especializado en el sector del acero corrugado.
- **'Revista Zuncho'**, sección en la que se pueden descargar todos los números y artículos publicados en la revista a la que se ha añadido un buscador, bien por título, por autor o mediante palabras clave, para facilitar la localización de artículos de interés para el usuario.
- **'Empresas FerraPlus'**, donde se ubican todas las empresas asociadas a la marca, con su información completa de contacto y un formulario para que los interesados puedan dirigirse a ellas para solicitar información, presupuestos u ofertas.

Con la remodelación de su web FerraPlus ha querido crear una herramienta moderna y práctica de intercambio de información entre las empresas del sector y sus potenciales clientes, y con la flexibilidad suficiente para poder adaptarse a las demandas de sus usuarios, mediante la incorporación de nuevos contenidos y/o de nuevas utilidades.





NOTICIAS

FERROINSA OBTIENE LA MARCA FERRAPLUS

Una de las más importantes ferrallas a nivel nacional, FERROINSA, se ha incorporado recientemente a FerraPlus, lo que consolida a esta marca como un elemento diferenciador que acoge a un selecto grupo de empresas que se distinguen por ofrecer a sus clientes el más alto nivel de calidad y garantía en sus productos.



➡ *Oficinas de Ferroinsa.*

FERROINSA, desarrolla su actividad de productor y suministrador de armaduras pasivas de acero en todo el ámbito nacional. Sus centros de producción, localizados estratégicamente en Madrid y Andalucía, están equipados con la última tecnología en la elaboración de ferralla (robots de doblado, estribadoras automáticas, carros de corte, piloterías, etc.) y cuentan con el apoyo de una oficina técnica que ofrece a sus clientes la posi-



➡ *Variante de Despeñaperros (Jaén).*



➡ *Esclusa del Puerto de Sevilla.*

bilidad de elaborar una propuesta de despiece óptima con las condiciones del proyecto y de ejecución de la estructura. Además, esta empresa dispone de un equipo altamente especializado de operarios y montadores en obra, lo que la capacita para abordar proyectos de cualquier envergadura, incluso a nivel internacional, garantizando siempre los plazos de ejecución.

Al tratarse de una compañía especializada en las grandes infraestructuras de obra pública, entre sus clientes figuran las principales constructoras españolas, lo que ha posibilitado que en los últimos años esta compañía haya participado en la ejecución de obras significativas del país, como la variante de Despeñaperros (Jaén), el soterramiento de la M-30 en Madrid, diversos tramos de la línea del tren de alta velocidad Madrid-Valencia, o la esclusa de Sevilla, entre otras.

Consciente de la configuración de un mercado cada vez más competitivo, FERROINSA ha hecho de la profesionalidad y calidad factores estratégicos en todas sus actuaciones. Muestra de ello son la certificación de sus servicios por la entidad BVQI, conforme a norma ISO 9001 y la certificación de todos sus productos por la marca N de AENOR, dando un paso más en garantías al haber conseguido el pasado mes de enero la marca FerraPlus.

LA PRODUCCIÓN MUNDIAL DE ACERO CAYÓ UN 8 % EN 2009

La producción mundial de acero alcanzó 1.220 millones de toneladas en 2009, lo que representa un descenso del 8 % respecto al año anterior. La caída no ha sido la pauta común en todas las regiones, según la Asociación Mundial del Acero (Worldsteel). Los datos ofrecidos por esta institución, a la que pertenecen los mayores productores de acero del mundo, muestran que mientras la Unión Europea, Norteamérica, Suramérica y la Confederación de Estados Independientes (CEI) redujeron su volumen de producción, en China, India y Oriente Medio aumentó.

Con una producción de 567,8 millones de toneladas (+13,5 %), China representó el 47 % de la producción total de acero mundial en 2009. Le siguió Japón, que cerró el año con una producción de 87,5 millones de toneladas, un 26,3 % menos que en 2008. Por otro lado, India aumentó su producción un 2,8 %, hasta situarla en 56,6 millones de toneladas.

Rusia ocupó el tercer puesto en el ranking de los mayores países productores de acero con 59,9 millones de toneladas, lo que representa una reducción de su producción del 12,5 %, cifra muy similar a la reducción experimentada por la Confederación de Estados Independientes (CEI).

De la Unión Europea, sólo Alemania consiguió colocarse entre los diez mayores países productores de acero, al contabilizar 32,7 millones de toneladas, un 28,7 % menos que en 2008, que le situaron en el séptimo puesto. La crisis económica desplomó las estadísticas de la producción de acero en la UE de los Veintisiete, que registró un retroceso del 29,7 %, al alcanzar 139,1 millones de toneladas. Según Worldsteel, en 2009 España se situó en el décimo tercer puesto del ranking mundial, con un descenso del 23,3 % en su producción.

La producción de Norteamérica, por su parte, se situó en 82,3 millones de toneladas, lo que supone un descenso del 33,9 %. De esta región, la caída de Estados

Unidos fue la más importante (-36,4 %), con 58,1 millones de toneladas, ocupando el cuarto lugar del ranking.

➡ **Tabla 1.- Ranking de los diez países con mayor producción de acero.**

Ranking	País	2009	2008	Δ %
1	China	567,8	500,3	13,5
2	Japón	87,5	118,7	-26,3
3	Rusia	59,9	68,5	-12,5
4	Estados Unidos	58,1	91,4	-36,4
5	India	56,6	55,1	2,7
6	Corea del Sur	48,6	53,6	-9,4
7	Alemania	32,7	45,8	-28,7
8	Ucrania	29,8	37,3	-20,2
9	Brasil	26,5	33,7	-21,4
10	Turquía	25,3	26,8	-5,6

➡ **Tabla 2.- Ranking de los diez países europeos con mayor producción de acero.**

Ranking	País	2009	2008	Δ %
7	Alemania	32,7	45,8	-28,7
11	Italia	19,7	30,6	-35,5
13	España	14,3	18,6	-23,3
15	Francia	12,8	17,9	-28,2
17	Reino Unido	10,1	13,5	-25,4
20	Polonia	7,2	9,7	-25,9
22	Austria	5,7	7,6	-25,4
23	Bélgica	5,6	10,7	-47,2
26	Holanda	5,2	6,9	-24,2
29	República Checa	4,6	6,4	-28,1

EL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN SE ACTUALIZARÁ ANTES DE 2011

La ministra de Vivienda, Beatriz Corredor, anunció que el Código Técnico de la Edificación (CTE) se actualizará antes de 2011. Esta decisión entronca con la propia razón de ser del CTE, como norma moderna, viva y abierta a las novedades y avances que presenten los materiales y técnicas constructivas, así como a las demandas de la sociedad.

Según Corredor, esta actualización responde al mandato de Bruselas de revisar cada cinco años las exigencias de eficiencia energética, y se enmarca en la elevada sensibilidad del Gobierno hacia el desarrollo y la construcción sostenible, plasmada en un buen número de políticas que tienen como *alma mater* el proyecto de Ley de Economía Sostenible.



NOTICIAS

Cuando en 2006 se aprobó el CTE se incorporaron al panorama constructivo nacional importantes novedades en materia de eficiencia energética. La calificación energética de los edificios (similar a la de los electrodomésticos), la obligación de instalar paneles solares, la instalación de un sistema de control que optimice el aprovechamiento de la luz natural, la mejora de los aislamientos, entre otros, se empezaron a considerar con el objetivo de reducir el consumo energético de los edificios una media del 25 %.



El avance experimentado en la construcción gracias al CTE ha hecho que "España se haya situado entre las naciones más innovadoras en materia de edificación", aseguró la titular de Vivienda, "cumpliendo las Directivas europeas sobre calidad y eficiencia energética, y fomentando la innovación y el desarrollo tecnológico, tanto en los procedimientos de edificación, como en la fabricación y producción de los materiales de construcción".

Europa demanda una mayor eficiencia energética de los edificios

En noviembre de 2008, la Comisión propuso la refundición de las Directivas relativas a la eficiencia energética de los edificios (2002/91/CE y 2006/02/CE) como parte de su segunda revisión estratégica del sector de la energía. La nueva normativa exige unos niveles de consumo energético más restrictivos y, por lo tanto, unas construcciones más eficientes.

Su intención es cumplir con los objetivos de ahorro energético de la UE y luchar contra el cambio climático, además de contribuir a la seguridad energética. Al ser la edificación uno de los grandes segmentos consumidores de energía, reducir su dependencia energética conllevará un gran ahorro para los hogares y una mejora estratégica para el medio ambiente.

Las estimaciones europeas en este sentido apuntan a que una reducción en el consumo energético total de la UE comprendido entre un 5 % y un 6 %, supondría un ahorro energético de 60 a 80 millones de toneladas de CO₂ equivalente en 2020. Un volumen considerable y un gran paso para conseguir cumplir los ambiciosos objetivos que propuso la Unión Europea en la pasada Cumbre de Copenhague.

LA GUÍA DE LA VIVIENDA "INTELIGENTE" LLEGA A ESPAÑA

La Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR) la Asociación Española de Domótica (CEDOM) y la Federación Nacional de Empresarios de Instalaciones Eléctricas y Telecomunicaciones de España (FENIE) han publicado el 'Código de Prácticas del Proyecto SmartHouse'. Esta guía técnica presenta, por primera vez, un enfoque que engloba todos los sistemas y equipos, interactuando entre sí y conectados a la red, que forman la "vivienda inteligente".



De izquierda a derecha: la Presidenta de CEDOM, Concepción García, el Director General de AENOR, Ramón Naz y el Presidente de FENIE, Francisco Paramio, durante la presentación del Código.

Este documento recoge el acuerdo del Comité Europeo de Normalización Electrotécnica (CENELEC), elaborado con la colaboración de numerosos expertos de empresas, asociaciones y centros de investigación procedentes de 28 países europeos.

El Código es un documento de referencia útil para todos aquellos que participan en el diseño, instalación y mantenimiento de una vivienda inteligente. Comprende más de 250 normas técnicas internacionales, europeas y otras especificaciones prácticas que permiten aprovechar las ventajas de una sistematización de la arquitectura de forma coherente y la interoperabilidad entre las aplicaciones y los servicios.

El 'Código de Prácticas del Proyecto SmartHouse' incorpora, además, criterios de confort, diseño universal y accesibilidad, teniendo en cuenta las necesidades de las personas mayores o con discapacidad.

UNESID, PREMIADA POR LA ASOCIACIÓN PARA LA PREVENCIÓN DE ACCIDENTES

La Unión de Empresas Siderúrgicas (UNESID) ha sido galardonada con una mención honorífica dentro del Trofeo Nacional de Seguridad 2009 de la Asociación para la Prevención de Accidentes (APA). Esta distinción le ha sido otorgada por la realización del proyecto **PREMASID** "Plan de Integración en Prevención de Mandos Intermedios en la Siderurgia", financiado por la Fundación para la Prevención de Riesgos Laborales (FPRL) y promovido conjuntamente por UNESID, CSIS, MCA-UGT, FI-CCOO, Fundación UNESID, el Centro de La Toba y las empresas del sector siderúrgico de UNESID y la Comisión de Seguridad en la Industria Siderometalúrgica (CSIS).



La relación de UNESID con la prevención de riesgos laborales no es nueva. Al contrario, es una variable estratégica que, como destacó la patronal mediante un comunicado, lleva implementando desde hace más de diez años. Entre los proyectos desarrollados hasta el momento, además del premiado, figuran:

- **SISPRESID** (Sistema de Prevención de Riesgos en la Siderurgia),
- **FORPRESID** (Guía de Riesgos Significativos en el Sector Siderúrgico),
- **CAMPRESID** (Campañas de Sensibilización en Prevención en la Industria Siderúrgica),
- **DIPRESID** (Información y Difusión de la Prevención en el Sector Siderúrgico) y
- **ENTALSID** (Sistema de Entrenamiento Práctico en Trabajos de Altura en el Sector Siderúrgico).

Todos ellos están dirigidos a la consecución de mejoras tanto en las condiciones como en las prácticas de seguridad en la industria del acero.

LA APLICACIÓN DE NORMAS SISMORRESISTENTES EN LA CONSTRUCCIÓN, CLAVE EN LOS EFECTOS DEL TERREMOTO EN CHILE

En apenas un mes dos terremotos de grandes proporciones han hecho temblar la tierra en Haití y Chile. El 12 de enero, la capital haitiana se estremecía con un sismo de 7,2 grados en la escala de Richter. Un movimiento telúrico de gran severidad que devastó el país en segundos, produciendo además la trágica cifra de más de 200.000 fallecidos. El 27 de febrero, en las costas de Chile se produjo un terremoto aún mayor, de 8,8 grados en la misma escala y, salvo excepciones, los edificios siguen en pie mostrando sólo daños estructurales de distinta magnitud, lo que ha permitido que el número de víctimas fatales fuese menor. Las últimas cifras oficiales, al cierre del presente número de Zuncho, situaban en 800 el número de fallecidos, del que más de la mitad procede del tsunami que acompañó al sismo.

A pesar de tener una intensidad menor, el terremoto de Haití tuvo mayores consecuencias. Para comprender este fenómeno, los expertos en sismología indican que, de entrada, ambos terremotos han sido muy distintos. El sismo de Haití se produjo a tan sólo 25 km de la capital y su epicentro se localizó más cerca de la superficie, a 10 km de profundidad. Eso hizo que el temblor fuera más virulento que el chileno, con epicentro en el océano, a 115 km de las costas de Concepción y a 34 km de profundidad, que provocó un maremoto de grandes proporciones.

No obstante, el factor clave en el desastre producido en Haití es que la construcción no atendía a norma sismorresistente alguna, ni siquiera en las infraestructuras vitales para casos de emergencias (hospitales, cuarteles de bomberos, infraestructuras de agua y luz, carreteras, etc.). En ese sentido, hay que tener en cuenta que desde hacía más de 200 años Haití no registraba un terremoto de gran intensidad como el del pasado enero, lo que había restado atención hacia este tipo de catástrofes.

En el análisis del desastre haitiano, el Presidente de la Asociación Española de Ingeniería Sísmica (AEIS), Alex Barbat, afirma que "la pobreza es uno de los factores importantes que provocaron la vulnerabilidad del país. La población tiene en mente otras prioridades para subsistir día a día". Esta carestía hizo que se escatimara en los materiales constructivos.



NOTICIAS

Muchos de los edificios eran de mampostería de bloques de hormigón y adobe. Otros, presentaban diseños contrarios a los mínimos conceptos sismorresistentes (vigas y columnas sin confinar, columnas cortas, losas sin atar, etc.). Diversos medios de comunicación que recogieron las impresiones de los equipos de rescate en la zona, señalaron la sorpresa de éstos cuando las paredes y los muros de hormigón se desahacían al primer golpe. El acero empleado en las estructuras, de existir en el mejor de los casos, era de muy mala calidad, sin el grosor, ni las dimensiones adecuadas para aportar ductilidad al edificio.

Por el contrario, Chile es un país con un alto índice de terremotos. Ubicado entre las placas tectónicas de Nazca y la Suramericana, está en una de las zonas de mayor actividad sísmica del mundo. Precisamente en su localidad de Valdivia se registró el mayor movimiento telúrico de la historia, en 1960, con 9,5 grados en la escala de Richter.

Todo ello ha hecho que Chile esté preparado para este tipo de emergencias. Además de ser un país con una economía sólida, dispone de normas sismorresistentes y las ha hecho respetar en todos los ámbitos. Desde que en 1939 el terremoto de Chillán registrara cerca de 30.000 muertes, el país ha ido incorporando a las normas de proyecto y construcción de viviendas los avances en el ámbito de la investigación sísmica, permitiéndole estar a la vanguardia en normas de diseño sísmico. La vigente norma NCh 433, revisada en 1972 y 1996, asegura un adecuado cálculo en el diseño sísmico de los edificios y establece métodos de análisis para obtener los esfuerzos producidos por los sismos en los elementos estructurales de los edificios, al mismo tiempo que muestra las disposiciones para el dimensionamiento de las estructuras resistentes. Completa a esta norma la NCh 2369, de 2003, que regula el diseño sísmico de las estructuras e instalaciones industriales.

Al cumplirse estas normas, arropadas por controles en todos los niveles (proyectos, materiales, realizaciones) los edificios sufren daños,

pero no colapsan, lo que permite disponer a sus habitantes de un tiempo suficiente para su evacuación.

España: ¿estamos preparados?

En nuestro país se producen numerosos sismos de pequeña intensidad. El mapa sísmico de España muestra que, salvo la zona Centro y la Cornisa Cantábrica, estamos expuestos a un terremoto.

En España está en vigor la norma sismorresistente NCSE-02, obligatoria para las construcciones que se encuentran en las zonas de mayor actividad sísmica, y exenta para aquellas ubicadas en áreas de escasa o nula actividad.



➡ Edificio de la capital chilena (EFE).

Esta norma indica los parámetros a contemplar desde el proyecto constructivo, como los que atañen a los materiales. Respecto al acero, en zonas de alta peligrosidad sísmica es obligatorio el uso de aceros SD de alta ductilidad (Art. 33 de la EHE-08). En ese sentido, hay que decir que, desde el año 2000, las empresas siderúrgicas españolas comenzaron a fabricar productos con características especiales de ductilidad para las obras de hormigón localizadas en zonas de peligrosidad sísmica y crearon la marca de excelencia ARCER, con la cual se garantiza que sus aceros

disponen de prestaciones superiores a las establecidas por la reglamentación oficial, lo que redundará en una mayor seguridad en las estructuras para sus ocupantes.

Por lo tanto, normativa y materiales nos protegen frente a un posible terremoto, si bien la responsabilidad es de todos aquellos que intervienen en la obra, desde el proyectista, el fabricante, el suministrador de materiales, el obrero profesional a la dirección facultativa. La suma de todas las partes contribuirá a la seguridad final del edificio. Se debe aprender de la lección de Chile. ■

ARCER

Armaduras para Hormigón

La Trazabilidad de un proceso garantizado

Garantía

Seguridad

Compromiso

Innovación

I+D+i

Trazabilidad

Prestaciones

En ARCER la **Investigación** e **Innovación Tecnológica** son nuestra razón de ser. Por ello, hemos desarrollado una nueva generación de barras corrugadas para hormigón con unas mayores **Prestaciones**, asumiendo el **Compromiso** de mantener este elevado nivel de **Calidad** y de seguir aportando al usuario final el mejor de los aceros.

Orense 58, 10º C; 28020 MADRID • Tel.: 91 556 76 98; Fax: 91 556 75 89
www.arcer.es
e-mail: buzón@arcer.es

AENOR



Producto
Certificado

FERRA PLUS

CALIDAD
FIABILIDAD
GARANTÍA

FerraPlus, más que ferralla certificada

Empresas en posesión de la marca

ARMACENTRO, S.L. • ARMALLA, S.L. • ARTEPREF, S.A.U. • CESÁREO MUNERA, S.L. • COFEMA, S.A. • ELABORACIÓN Y MONTAJES DE ARMADURAS, S.A. • ELABORADOS FÉRRICOS, S.A. • EURDARMADURAS, S.L. • FERRALLA GASTÓN, S.A. • FERRALLADOS CORE, S.A. • FERRALLAS ALBACETE, S.A. • FERRALLAS JJP MAESTRAT, S.L. • FERRALLATS ARMANGUÉ, S.A. • FERROBÉRICA, S.L. • FERROFET CATALANA, S.L. • FERROINSA, S.A. • FERROS ILURO, S.L. • FERROS LA POBLA, S.A. • FORJADOS RIOJANDOS, S.L. • FORMAC, S.A. • HIERROS AYDRA, S.L. • HIERROS DEL NOROESTE, S.L. • HIERROS DEL PIRINED, S.A. • HIERROS GODDY, S.A. • HIERROS HUESCA, S.A. • HIERROS LUBESA, S.L. • HIERROS SÁNCHEZ, S.L. • HIERROS SANTA CRUZ SANTIAGO, S.L. • HIERROS URIARTE, S.L. • HIERROS Y ACEROS DE MALLORCA, S.A. • HIERROS Y FERRALLA DE FORTUNA, S.L. • HIERROS Y MONTAJES, S.A. • HIJOS DE LORENZO SANCHO, S.A. • JESÚS ALONSO RODRÍGUEZ, S.L. • LENUR FERRALLATS, S.L. • MANUFACTURADOS FÉRRICOS, S.A. • PENTACERO HIERROS, S.L. • PREFORMADOS FERROGRUP, S.A. • S. ZALDÚA Y CÍA, S.L. • SINASE FERRALLA Y TRANSFORMADOS, S.L. • TÉCNICAS DEL HIERRO, S.A. • TEINCO, S.L. • TRANSFORMADOS Y FERRALLA MORAL, S.L.

