

zunchho

Nº 22 • DICIEMBRE 2009

EN PORTADA

Las Torres de Hércules

REPORTAJES

Aceros y armaduras para hormigón

El nuevo enfoque de la Instrucción EHE-08

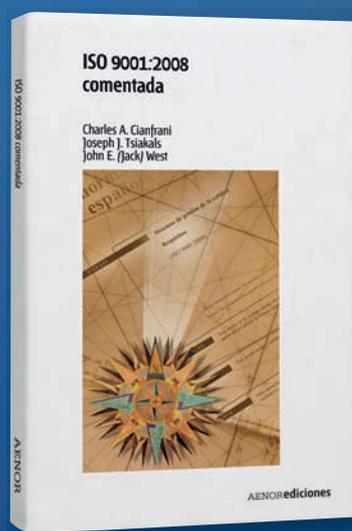
AENOR

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

¡ACTUALIZADOS!
según ISO 9001:2008

TRES LIBROS CLAVES

Para la mejor comprensión y aplicación
de la nueva Norma ISO 9001 en todas sus fases

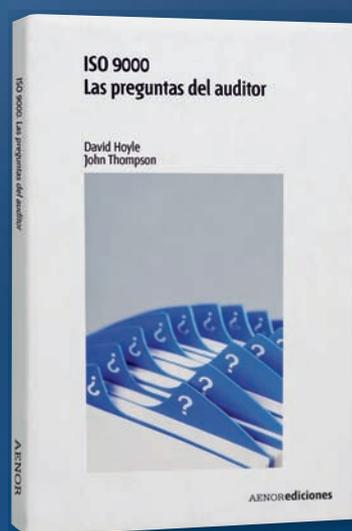


ISO 9001:2008 COMENTADA

Explica el significado y la finalidad de cada uno de los requisitos de la Norma UNE-EN ISO 9001:2008, ofreciendo múltiples consejos para implantar y mantener un sistema de gestión de la calidad que esté orientado a la mejora continua y a la satisfacción del cliente.

Además, incluye un listado con las preguntas más habituales que se plantean en las auditorías y que son de utilidad para que las organizaciones evalúen su conformidad con cada uno de los requisitos.

2009 – Cartoné – 17x24 cm
292 páginas - 31,20 € (IVA incluido)
ISBN: 978-84-8143-646-4

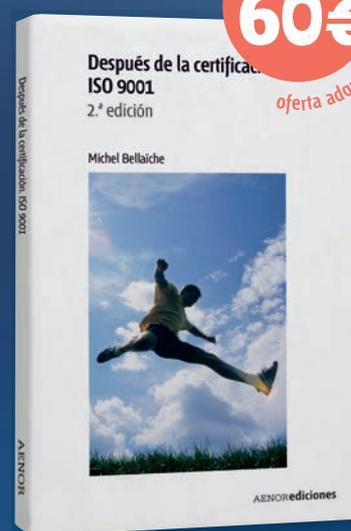


ISO 9000 LAS PREGUNTAS DEL AUDITOR

Desarrolla un método eficaz basado en numerosas preguntas útiles, enfocadas a mejorar la gestión de la empresa y no simplemente a constatar que la normativa se cumple.

Utilizando como marco de referencia los ocho principios de gestión de la calidad y los requisitos de la norma ISO 9001:2008, nos conduce por un trayecto que va desde la misión de la empresa hasta la contribución individual, pasando por políticas, objetivos, mediciones, procesos, resultados y mejora continua.

2009 – Cartoné – 17x24 cm
170 páginas - 26 € (IVA incluido)
ISBN: 978-84-8143-643-3



DESPUÉS DE LA CERTIFICACIÓN ISO 9001

Responde a las dudas más habituales que surgen entre los responsables de la calidad, una vez obtenida la certificación ISO 9001, al enfrentarse a problemas que creían haber solucionado con la certificación de su sistema de gestión.

Mediante un lenguaje directo y sencillo, plantea 100 preguntas que ayudarán a que el sistema de gestión de la calidad sea eficaz y perdure en el tiempo.

2009 – Cartoné – 17x24 cm
122 páginas - 20,80 € (IVA incluido)
ISBN: 978-84-8143-632-7

3 libros
60€

oferta adquisición conjunta

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 EDITORIAL

5 EN PORTADA

- Las Torres de Hércules.

13 REPORTAJES

- Aceros y armaduras para hormigón.
El nuevo enfoque de la Instrucción EHE-08
- La marca AENOR N para productos de acero para hormigón.
- El Certificado de Homologación de Adherencia y la EHE-08.
Ventajas de su uso.

45 NOTICIAS

- COFEMA y EUROARMADURAS entran a formar parte de FerraPlus.
- Invertir en infraestructuras es rentable, según SEOPAN.
- Pavimentos de hormigón:
ejemplo de construcción sostenible.
- La marca ARCER renueva su página web.
- Se actualiza el Catálogo de Residuos Utilizables en Construcción.



ROZANDO EL CIELO

TORRES DE HÉRCULES. LAS MÁS ALTAS DE ANDALUCÍA



Las Torres de Hércules constituyen el proyecto más ambicioso desarrollado en Andalucía, dos edificios que rozan el cielo franqueando las puertas del Mediterráneo.

Sando ha querido formar parte de la construcción de las torres con mayor altura de la comunidad andaluza aportando sus principales valores: la experiencia, el compromiso, la calidad, la seguridad y la ilusión.

 **SANDO**
CONSTRUCCIONES

www.sando.com

Editorial



LUIS VEGA CATALÁN

Arquitecto. Jefe de la Unidad de Calidad en la Edificación. Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja. Vocal de la Comisión Permanente del Hormigón.

Superados los plazos previstos en la Instrucción EHE-08 para la ejecución de obras de edificación cuya orden de estudio se hubiera efectuado con anterioridad al mes de diciembre de 2008, esta reglamentación ha entrado en vigor de forma efectiva.

Si bien, el proceso de adaptación a la nueva Instrucción se ha venido realizando de forma gradual, es realmente ahora cuando podremos empezar a calibrar el impacto real de la nueva Instrucción sobre la calidad de nuestras estructuras de hormigón en términos globales.

Por otra parte, y siendo realistas con la actual coyuntura, el marcado descenso del número de obras generado por la crisis económica puede permitir un mejor engranaje de los sistemas que tanto en ejecución, como en control, prevé la nueva Instrucción.

Es precisamente sobre estos dos aspectos, ejecución y control, sobre los que realmente se han de implantar las novedades que implica la nueva reglamentación, ya que los aspectos relacionados con el proyecto se han ido integrando de manera voluntaria desde su publicación, en julio de 2008, y obligatoriamente desde diciembre del año pasado.

En lo relativo a la ejecución de las obras de hormigón, la Instrucción supone un salto cualitativo al introducir criterios de actuación y control análogos a los que se aplican habitualmente en procesos industriales. La exigencia de que el

Constructor disponga de un sistema de gestión de acopios, así como su obligación de elaborar un plan de obra y un procedimiento de autocontrol de la estructura –que será verificado mediante inspecciones puntuales por la Dirección Facultativa– acerca la obra a la forma estándar de proceder en los procesos industriales. Carece de toda lógica someter a controles rigurosos los procedimientos de fabricación de los materiales y productos de construcción y relajar el control durante su puesta en obra, si lo que se desea es garantizar la calidad final de la misma.

Otro aspecto destacable de la nueva Instrucción es el tratamiento global y homogéneo del control durante todo el proceso de fabricación/ejecución de la estructura. El objetivo final es garantizar un nivel de calidad determinado (prestación final) acorde con los coeficientes parciales de seguridad establecidos en cada caso, con independencia de donde se realicen las diferentes fases de conformación de la estructura. La fabricación del hormigón en obra o en central, la elaboración de la ferralla en instalación industrializada o en obra, etc., reciben por parte de la Instrucción un tratamiento homogéneo, independientemente de donde se realice el proceso, y guiado por un objetivo único: la fiabilidad del resultado final.

Al margen de los diferentes escenarios que pueden darse la Dirección Facultativa debe velar porque se consigan los objetivos de calidad requeridos por la Instrucción y definidos en el proyecto. Debe ser consciente de lo que ello supone, pues cuando los procesos se llevan a cabo en obra deben realizarse con el mismo rigor y control exigido a una instalación industrial ajena a la misma.

Tampoco debe inferirse de esto que un proceso industrializado, por el mero hecho de serlo, tiene que ser necesariamente más fiable que un proceso en obra. Esto será así cuando pueda reconocerse su calidad en base a controles efectuados sobre el proceso y convenientemente verificados. Esta verifi-



EDITORIAL

cación puede realizarse de forma puntual por la propia Dirección Facultativa o por entidades por ella designadas y, de forma global, por entidades de certificación mediante distintivos de calidad, procedimiento este último más óptimo y racional.

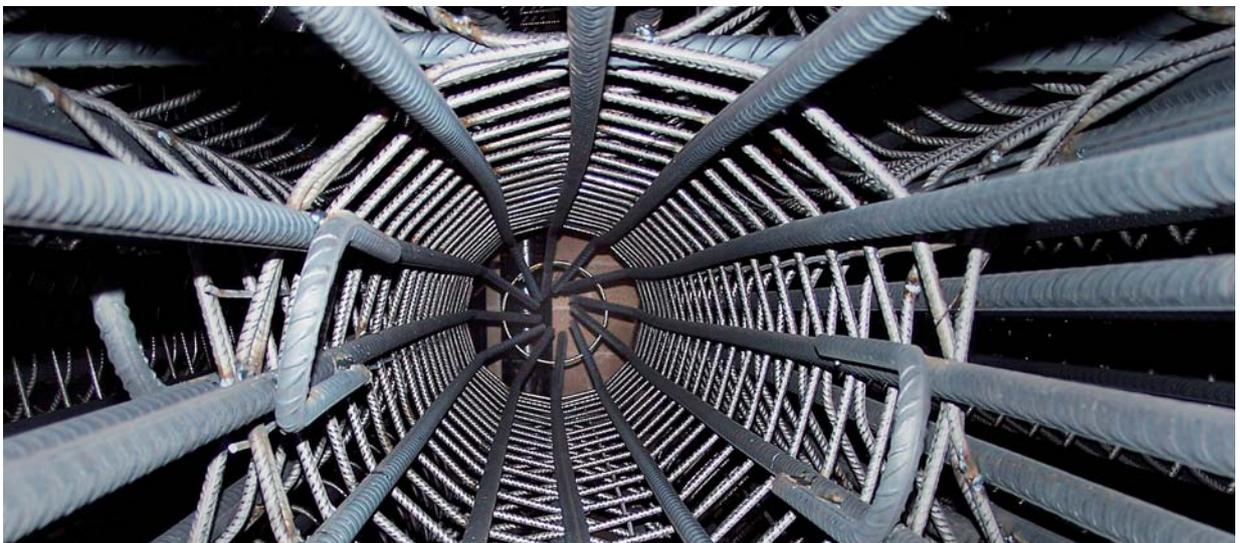
La labor principal de estos distintivos es, en definitiva, dar certeza a la Dirección Facultativa de la calidad estadística de los productos y sistemas amparados por ellos, y están llamados a jugar un papel fundamental en el proceso constructivo. Es por ello fundamental que los distintivos sean absolutamente transparentes y que el usuario disponga de la información suficiente para valorar las garantías que se derivan de su uso. Es importante destacar que en la Instrucción EHE-08 no sólo se da cabida a los mismos, sino que se les integra de forma clara. De este modo, la imbricación de los resultados del control (autocontrol y control externo) derivados del proceso de certificación en los procedimientos de recepción y en las decisiones derivadas del mismo –como ocurre en el hormigón–, y la vinculación de los coeficientes parciales de seguridad a adoptar en el proyecto, con la certificación de los productos o procesos mediante distintivos oficialmente reconocidos, son muestra de esa íntima conexión en el seno de la norma.

Por último, conviene destacar la implicación que ha asumido la Administración en este proceso mediante el reconocimiento de distintivos. Una faceta necesaria, puesto que en la Instrucción se habilita la utilización de coeficientes parciales de seguridad reducidos cuando intervienen productos amparados por dichos

distintivos. El procedimiento de reconocimiento no es, pues, un puro procedimiento administrativo, sino que tiene que valorar de forma rigurosa las garantías del distintivo para mantener el riesgo del consumidor en los niveles admitidos por la Instrucción.

En cualquier caso, es importante insistir sobre el papel que los distintivos deben tener en el futuro, no sólo como garantes de las condiciones establecidas por la Administración para la utilización de factores parciales de seguridad reducidos u otros tratamientos singulares, sino como garantes de otras características adicionales y, sobre todo, como elementos capaces de generar confianza en el usuario y contribuir en la mejora de la calidad general de la edificación.

Como conclusión, podría decirse que la Instrucción ha definido un escenario que implica a todos los agentes de forma racional y consistente, pero que requiere del lógico esfuerzo de todos para su implementación y para su funcionamiento armonioso. A su vez, también permite a los diferentes agentes poner en valor sus esfuerzos en pos de la calidad. Empieza ahora el proceso complejo, y a la vez ilusionante, de implementación de esta nueva Instrucción en las obras, en el cual todos debemos implicarnos y del que sin duda saldrán estructuras de hormigón más eficientes y seguras. ■



LAS TORRES DE HÉRCULES

Juan José Gutiérrez Moya - Jefe de Obra. Sando Construcciones, S.A.
Vicente Antón Maicas - Director Servicios Técnicos. Sando Construcciones, S.A.

Cada día los proyectos arquitectónicos plantean nuevos retos. La ejecución de las Torres de Hércules es muestra de la resolución con éxito de éstos. Inspirada en la mitología romana, sus dos torres gemelas, de 25 m de diámetro y 129 m de altura total, han requerido de una gran pericia para construir el rompecabezas de su magnífica celosía exterior de hormigón visto.

El presente artículo detalla paso a paso la realización de esta obra, el edificio más alto de Andalucía.

La obra objeto de este artículo está situada en la fracción de parcela T-4A, del Polígono Guadacorte, en el barrio de Palmones, en la localidad de los Barrios, provincia de Cádiz. Está implantada en un solar urbano, de topografía prácticamente plana, de dimensiones aproximadas 103 x 116 m².

DESCRIPCIÓN GENERAL

La obra consiste en un edificio de oficinas, además de un aparcamiento en superficie y urbanización. Es una promoción de Valcruz Gestión, S.L. El proyecto fue redactado por el arquitecto D. Rafael de la Hoz Castans quié asumió también la Dirección Facultativa con la colaboración del arquitecto técnico D. Rafael Vegas Sánchez. La construcción ha corrido a cargo de Construcciones SANDO.

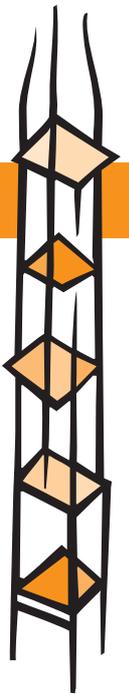
El edificio de oficinas es muy singular. Inspirado en la mitología romana¹ se compone de dos torres cilíndricas gemelas de 25 metros de diámetro, unidas mediante un prisma cristalino que alberga pasarelas de comunicación entre ellas.

El aspecto exterior de las torres lo configura la propia estructura del edificio a modo de celosía calada de gran escala que las envuelve en la totalidad de su perímetro, protegiendo el interior de las oficinas de un exceso de radiación solar en todas las orientaciones, pero sin entorpecer las vistas panorámicas sobre la Bahía de Algeciras y el Peñón de Gibraltar hacia el Sur, y de la Serranía hacia el Norte. La sentencia latina "Non plus ultra" se desarrolla horizontalmente en el perímetro de cada torre de manera repetida, decorando la celosía.

Esta retícula exterior se prolonga más allá del límite de la edificación como un elemento singular que protege las azoteas-mirador y a la vez sirve de soporte a posibles sistemas de captación de energía y telecomunicaciones.

El edificio cuenta con 20 plantas sobre rasante y una más bajo rasante; la altura entre plantas es de 4 m. La prolongación de

¹ Dos singulares montes situados al sur de España y al norte de África delimitaban el límite del mundo conocido, marcando la frontera para los antiguos navegantes del Mediterráneo. Los montes Kalpe (el actual peñón de Gibraltar) y Abila (Monte Hacho en Ceuta) fueron bautizados por los fenicios como las Columnas de Melkart, a las que posteriormente los griegos denominaron Columnas de Heracles y los romanos Columnas de Hércules. Más allá de ellos no se admitía, en la antigüedad, más que el mar infinito, plagado de misterio y animales fantásticos, y de ahí la creencia de que Hércules, después de separar con sus manos los montes referidos, anteriormente unidos, colocó sobre ellos el lema de "Non Plus Ultra" (no hay más allá).





EN PORTADA

la celosía de fachada sobre la última planta tiene una altura equivalente a 5 plantas más, y sobre ella está instalada la antena de telecomunicaciones, alcanzándose una altura total de 129 m, lo que convierte a estas torres en el edificio más alto de Andalucía.



Figura 1.- Aspecto exterior Torres de Hércules.

La planta de cada una de las torres tiene forma circular, dividida en cuatro espacios y un núcleo excéntrico que funciona como núcleo rígido estructural y que a la vez alberga las comunicaciones verticales, las instalaciones y los servicios.

El edificio cuenta con una entrada principal de peatones y vehículos desde la que se tiene una visión despejada de las torres. El aparcamiento en superficie se sitúa al otro lado de las torres

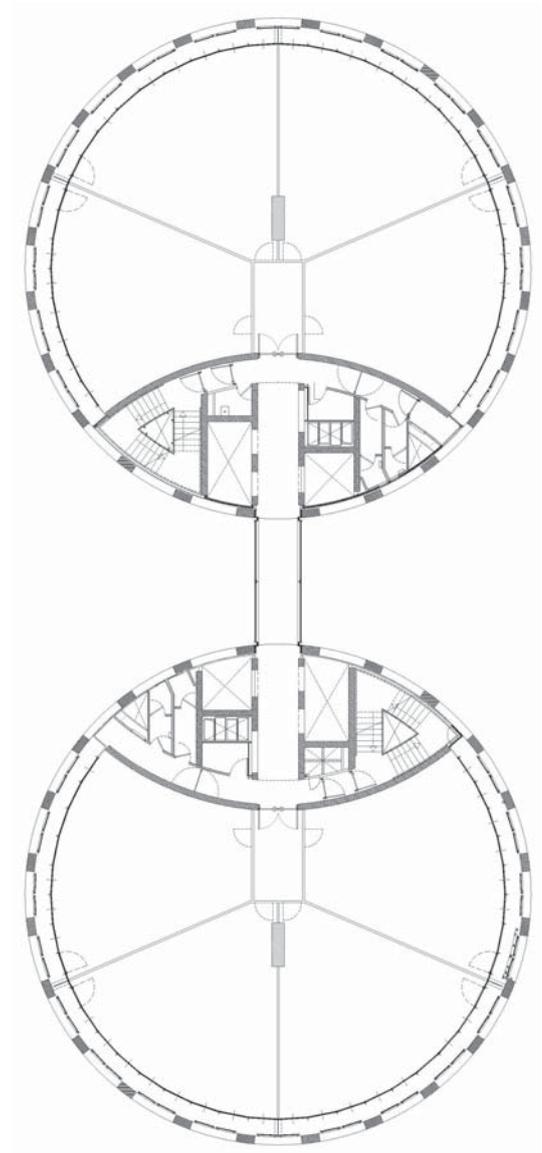
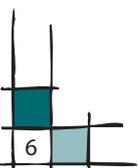


Figura 2.- Planta tipo.

y se organiza en torno a una zona arbolada en la que se integra el pabellón de acceso al que conducen los accesos peatonales procedentes de la entrada principal o de la zona de aparcamiento.

Se ha evitado la creación de una planta técnica intermedia para no consumir espacio para oficinas, haciendo el esfuerzo de dividir las instalaciones generales del edificio en dos zonas: un casetón situado en la cubierta de la Torre B y un pabellón subterráneo situado en la urbanización de la parcela.



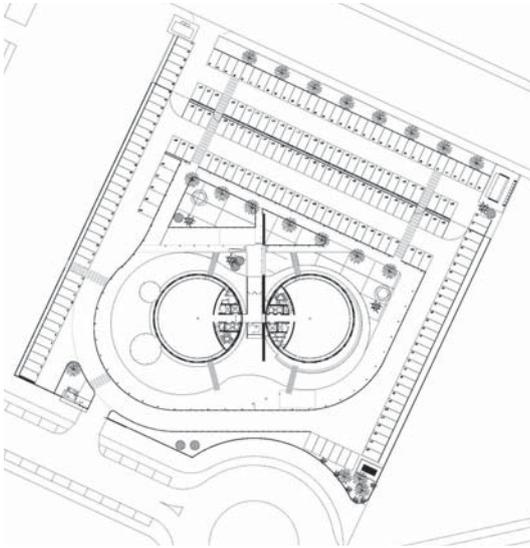


Figura 3.- Planta urbanización.

CIMENTACIÓN

El inicio de la construcción estuvo marcado por las características del terreno donde se sitúa el edificio. Dada su ubicación, en una zona de marismas, sobre un suelo de compacidad suelta-media y donde las capas compactas comienzan a partir de los 20 metros, se optó por un tipo de cimentación profunda a base de pilotes prefabricados de hincas tipo Terratest de sección cuadrada (T-235, T-350 y T-400). El total de pilotes hincados fue de 8.600 metros. La profundidad de hincas estuvo comprendida entre 20 y 36 metros. El volumen total de hormigón empleado en losas de cimentación fue de 1.300 m³.

ESTRUCTURA

La estructura del edificio está formada por los siguientes elementos:

- Celosía perimetral en la que se insertan los pilares, de sección constante de 0,90 x 0,40 m, con separación entre ejes de 3,2 m. Al formar parte del diseño de la fachada, la celosía perimetral presenta un acabado en hormigón visto.
- Pantallas de contorno curvo, con acabado en hormigón visto, que separan las zonas de oficinas del recinto de comunicaciones verticales.

- Pantallas de lados planos que limitan los huecos de ascensores, también con acabado en hormigón visto.
- Pilar interior de sección variable de dimensiones 2,50 x 0,70 m en planta baja y sección circular de 0,50 m de diámetro en la última planta. Este pilar también presenta un acabado en hormigón visto.
- Forjados a base de losas macizas de hormigón armado de 40 cm de espesor. En cada planta, coincidiendo con el techo del pasillo perimetral situado entre la fachada y el cerramiento de oficinas, la losa tiene un acabado en hormigón visto en una superficie de corona circular de 1,20 m de ancho.

Las losas apoyan sobre la celosía de fachada, las pantallas y el pilar interior, quedando unas luces máximas del orden de 12 m.

Los forjados del prisma de comunicación entre las torres se resolvieron mediante losas de hormigón armado con acabado visto, de 25 cm de espesor, con un extremo empotrado y el otro móvil con 4 anclajes tipo Crets.

En todos los elementos estructurales con acabado en hormigón visto se ha utilizado el color arena desierto, de acuerdo con el proyecto arquitectónico. Para evitar pérdidas de lechada en estos elementos se consumieron 32.000 m de burlete de caucho autoadhesivo.



Figura 4.- Ejecución elementos verticales en planta baja.



EN PORTADA

Se emplearon, en total, 9.000 m³ de hormigón visto.

El volumen total de hormigón en losas de forjado ascendió a 7.050 m³. La cantidad total de acero corrugado B 500 SD en la obra (incluida losa de cimentación) alcanzó las 2.000 toneladas.

PROCESO CONSTRUCTIVO

Celosía Perimetral

Dada la singularidad del diseño exterior de la fachada, se optó por el sistema auto trepa ACS de Peri para el hormigonado vertical exterior, el mismo que se empleó en Malasia para la construcción de las torres Petronas, en Kuala Lumpur, las más altas del mundo hasta 2003.

Las dimensiones colosales de las torres y la gran magnitud de los encofrados, determinaron que todo el montaje del mismo se realizara en la propia obra. Se tardaron dos meses en llevarlo a cabo, contando con una media de catorce encofradores, dos técnicos a pie de obra y el apoyo de la oficina técnica de obra de Sando y de la empresa suministradora de encofrados.



⇒ **Figura 5.-** Detalle de moldes de poliestireno en encofrado perimetral.

Al mismo tiempo que se preparaba el encofrado, se decidió ir fabricando los moldes de poliestireno expandido de alta densidad, que iban a definir los huecos de la celosía. El volumen teórico de los moldes fue de 2.600 m³, con un total de 1.200 piezas de una sola utilización.

El proceso de construcción se fue repitiendo en cada planta, trabajando en las dos torres simultáneamente. A modo descriptivo, la construcción de la planta baja fue como se describe a continuación.

Una vez realizada la losa de cimentación se procedió al montaje exterior de los paneles curvados. El siguiente paso consistió en el replanteo de pilares y figuras. Para ello, se colocaron los moldes de poliestireno, se dispusieron las armaduras, se cerró el panel interior y se procedió al hormigonado de la fachada.

El hormigonado se ejecutó de forma continuada, en tongadas de 50 cm de altura, siguiendo un sentido en el perímetro exterior. Se trató de un hormigonado preciso, laborioso, donde el vibrado representaba un factor primordial. Resulta necesario recordar que se trata de un hormigón visto, por lo que el proceso de hormigonado de una planta de fachada se realizaba en 16 horas de trabajo continuado.

Al día siguiente de cada hormigonado, se procedía al desapriete de toda la tornillería que sujetaba los paneles y a la separación del encofrado de los elementos hormigonados. Transcurridas 48 horas, en la que los elementos hormigonados ya habían adquirido la resistencia establecida para soportar el encofrado, se comenzaba con el colgado de la primera puesta de auto trepa.

Posteriormente, se enganchaban de las consolas los paneles curvados, se cerraba el perímetro exterior, se replanteaban los pilares y figuras que conforman las letras, se colocaban los moldes de poliestireno, las armaduras, se cerraban los paneles interiores y se procedía al hormigonado de la segunda postura de fachada.

Igualmente, pasado el tiempo para que los pilares alcanzaran la resistencia necesaria para soportar los encofrados y los esfuerzos que le transmitiría el auto trepado



Figura 6.- Primera puesta de auto trepa.

de todo el sistema, se procedía al desapriete de toda la tortillería y se despegaban los paneles de encofrados.

Es a partir de este momento cuando se comenzó con el primer auto trepado automático de todo el encofrado de la fachada. El sistema de encofrado exterior se dividió en tres sectores comandados cada uno por una central hidráulica, la cual controlaba ocho cilindros hidráulicos (uno por cada pilar) que eran los encargados de trepar cada sector.

A grandes rasgos la operación de auto trepa consistía en lo siguiente:

- Separar los encofrados de los elementos hormigonados.
- Colocar los soportes de trepa.
- Lanzar los carriles de auto trepa, alojándolos en los soportes de trepa superior.

- Asegurar dichos carriles a los soportes.
- Elevar la unidad de trepa de cada sector desde su correspondiente central, de forma sucesiva para los tres sectores.



Figura 7.- Ejecución plantas inferiores.



EN PORTADA



⇒ **Figura 8.-** Ejecución plantas superiores.



⇒ **Figura 9.-** Avance de la estructura en plantas altas.



⇒ **Figura 10.-** Cimbrado de la losa.

Resto de Elementos Estructurales

Las pantallas y el pilar interior así como las losas de forjado se iban ejecutando por plantas de forma coordinada con el avance de la celosía perimetral. En pantallas y pilar interior se utilizaron encofrados tipo VARIO de Peri, que se montaban sobre la última losa hormigonada. La colocación de la ferralla y el hormigonado se realizaban simultáneamente a la ejecución de esas mismas actividades en la celosía perimetral.

Las losas de forjado se encofraban con el sistema GRIDFLEX de Peri, cimbrando sobre la planta inferior. Se realizó un detallado estudio sobre los plazos de desencofrado, descimbrado y reapuntalamiento de las losas, teniendo en cuenta la resistencia mínima a tracción del hormigón necesaria para absorber los esfuerzos producidos durante estas fases constructivas; cuando la resistencia a tracción del hormigón alcanzaba los $0,208 \text{ N/mm}^2$ se realizaba un descimbrado parcial, retirando paneles y apeando únicamente con puntales, separados una distancia máxima de 2,50 m; cuando la resistencia a tracción del hormigón llegaba a $1,53 \text{ N/mm}^2$, la losa podía descimbrarse completamente; en dicho estudio se analizó también la transmisión de cargas entre plantas consecutivas, para determinar el número de plantas inferiores que había que mantener apuntaladas para soportar el forjado a hormigonar; en este caso era suficiente con tener una planta encofrada y la inferior apuntalada.

Los forjados de las pasarelas de comunicación entre torres se construían con un cierto decalaje respecto de la estructura principal, por debajo de la zona ocupada por los encofrados perimetrales.

RENDIMIENTOS

Los rendimientos fueron mejorando durante las primeras semanas con la experiencia de la ejecución de las primeras plantas.

Para realizar todas las operaciones correspondientes al avance de una planta (celosía perimetral, pantallas, pilar



Figura 11 - Hormigonado de la losa.

interior, losa de forjado y trepado), se tardaron 16 días en las plantas 1ª y 2ª. Este tiempo se redujo a 12 días en las plantas 3ª, 4ª y 5ª. Finalmente, a partir de la planta 6ª y hasta la última, el tiempo de ejecución por planta fue de 10 días.

CONCLUSIONES

La obra se comenzó en febrero de 2007 y finalizó en marzo de 2009, dentro de los plazos previstos. Los trabajos correspondientes a la estructura se iniciaron en agosto de 2007 y concluyeron en septiembre de 2008.

Por su envergadura, la ejecución de esta obra ha supuesto una oportunidad para Construcciones SANDO de demostrar, una vez más, su capacidad técnica, su calidad y su experiencia en la ejecución de edificaciones singulares, contando con un equipo de profesionales que ha sabido resolver con éxito todas las dificultades y problemas que una obra de este tipo plantea durante la ejecución de los trabajos. ■

ESTRUCTURA TORRES DE HÉRCULES

Ficha Técnica

Propiedad: Valcruz Gestión, S.L.

Proyecto: D. Rafael de la Hoz Castanys.

Dirección Facultativa:

D. Rafael de la Hoz Castanys (Arquitecto).

D. Rafael Vegas Sánchez (Arquitecto Técnico).

Empresa Constructora: SANDO CONSTRUCCIONES, S.A.

Jefe de Obra: D. Juan José Gutiérrez Moya (Arquitecto Técnico).

Mediciones de principales unidades:

Pilotes prefabricados:	8.600 m
Hormigones: Losa cimentación:	1.300 m ³
Forjados:	7.050 m ³
Hormigón visto:	9.000 m ³
Acero B 500 SD:	2.000 t



WWW.INTEMAC.ES • WWW.INTEMAC.ES

WWW.INTEMAC.ES



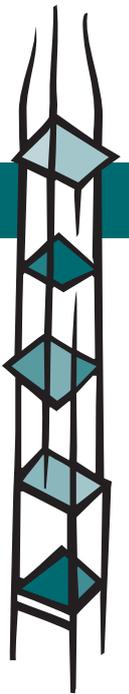
INTEMAC

**INSTITUTO TÉCNICO
DE MATERIALES
Y CONSTRUCCIONES**

Prestigio en el Control de Calidad

Una organización independiente de control de calidad
y asistencia técnica en la Construcción

www.intemac.es



ACEROS Y ARMADURAS PARA HORMIGÓN

EL NUEVO ENFOQUE DE LA INSTRUCCIÓN EHE-08

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

La entrada en vigor de la Instrucción EHE-08 se ha producido el 1 de diciembre de 2009, finalizando así el periodo transitorio contemplado para las obras de edificación, lo que supone tener que aplicar a partir de esta fecha todas las exigencias y criterios recogidos en la misma.

Este artículo trata de sintetizar el nuevo enfoque que se ha dado a los productos de acero para hormigón y a las armaduras pasivas elaboradas con ellos, así como los controles que hay que efectuar sobre los mismos.

Aunque la Instrucción EHE-08 sigue manteniendo los mismos principios básicos que sus predecesoras, ha introducido un nuevo enfoque en el tratamiento y uso de los aceros, desarrollando una nueva nomenclatura y definiendo de una forma mucho más precisa su elaboración en instalaciones de ferralla pertenecientes o ajenas a la obra.

ACEROS PARA ARMADURAS PASIVAS

Para la elaboración de las armaduras pasivas pueden emplearse los siguientes productos, debiendo ser todos ellos conformes con lo establecido en la norma UNE-EN 10080:2006:

- Barras rectas de acero corrugado soldable.
- Rollos de acero corrugado soldable.
- Alambres de acero corrugado o grafilado soldable.
- Alambres lisos de acero soldable.

Los alambres lisos se contemplan, exclusivamente, como elemento de conexión de las armaduras básicas electrosoldadas en celosía.

Por otro lado, los alambres corrugados o grafilados sólo pueden emplearse para la elaboración de armaduras normalizadas (mallas electrosoldadas y armadura básica), no pudiéndose utilizar de forma individual para la confección de cercos y estribos, o bien como armadura principal de un elemento estructural.

"Actualmente ni los aceros corrugados ni las armaduras normalizadas están obligados a disponer del marcado CE para su comercialización"

Por último, en el caso de estructuras sometidas a acciones sísmicas, únicamente pueden utilizarse aceros SD con características especiales de ductilidad. De acuerdo con la Norma



REPORTAJES

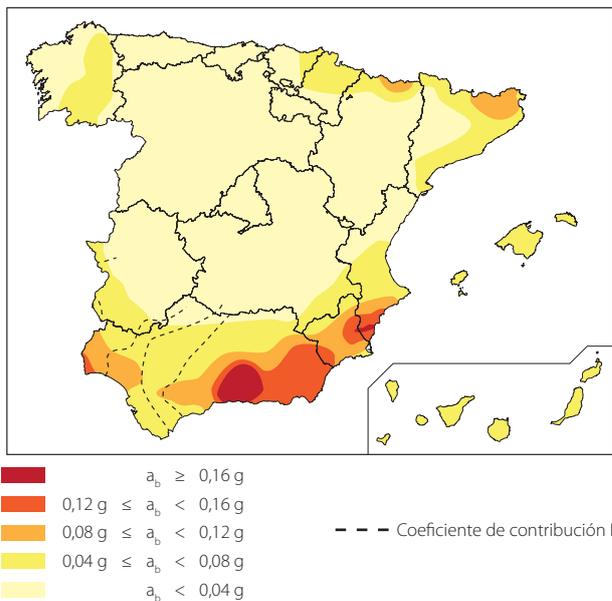
➔ **Tabla 1.-** Productos de acero que pueden emplearse para la elaboración de armaduras pasivas.

Producto de acero para hormigón	Armadura pasiva			
	Ferralla armada	Mallas electrosoldadas	Armadura básica electrosoldada en celosía	Elementos de conexión de armaduras básicas
Barras corrugadas	X	X	X	—
Rollos corrugados	X	X	X	—
Alambres corrugados	—	X	X	X
Alambres grafilados	—	X	X	X
Alambres lisos	—	—	—	X

de Construcción Sismorresistente, NCSE-02, esta situación se produce en todas aquellas zonas en las que el valor de la aceleración sísmica básica es superior a 0,4 g (ver Figura 1).

En la Tabla 2 se indican las propiedades que se les exige a los aceros para armaduras pasivas. La principal novedad es la modificación efectuada en el valor del alargamiento total bajo carga máxima, ϵ_{max}' , en el que la exigencia es mayor para los aceros corrugados suministrados en forma de rollo, para tener en cuenta que pueda producirse un descenso de este valor como consecuencia del proceso de enderezado al que tienen que ser sometidos para su uso.

El resto de las exigencias contempladas para las características de los aceros son similares a las contempladas por la Instrucción anterior.



➔ **Figura 1.-** Mapa de peligrosidad sísmica. Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02.

Todas estas propiedades y características están garantizadas en estos momentos por la marca N de producto certificado.

Condiciones de adherencia

Para demostrar las condiciones de adherencia del acero ya no es obligatorio estar en posesión de un Certificado de Homologación de Adherencia¹, que pasa a ser uno de los procedimientos posibles junto con el área proyectada de corrugas o grafilas, f_{Rt} , al que se conoce también por “índice de corruga”.

En el caso de que el producto de acero (barra, rollo o alambre) haya optado por el Certificado de Homologación de Adherencia, debe acompañar este certificado junto con su documentación, con el fin de que sea posible verificar que sus características geométricas (altura, separación e inclinación de corrugas, y perímetro sin corruga) cumplen con los valores indicados en su certificado, no sólo cuando se recepciona el acero sino, sobre todo, después de su transformación cuando forma parte de la armadura pasiva.

La ventaja que presenta este sistema, tradicionalmente utilizado en España, es que el proceso de verificación es muy sencillo y no necesita la realización de cálculos, como es el caso del f_{Rt} , además de dar lugar a longitudes de anclaje y solapo menores, lo que supone un considerable ahorro.

1 El Certificado de Homologación de Adherencia es un requisito obligatorio para la obtención de la marca N de producto certificado.

Tabla 2.- Características mecánicas de las barras y rollos de acero corrugado.

Tipo de acero		Alambre	Acero soldable		Acero soldable con características especiales de ductilidad	
Designación		B 500 T	B 400 S	B 500 S	B 400 SD	B 500 SD
Límite elástico, f_y (N/mm ²)		500	≥ 400	≥ 500	≥ 400	≥ 500
Carga unitaria de rotura, f_s (N/mm ²)		550	≥ 440	≥ 550	≥ 480	≥ 575
Alargamiento de rotura, $\epsilon_{u,5}$ (%)		8	≥ 14	≥ 12	≥ 20	≥ 16
Alargamiento total bajo carga máxima, $\epsilon_{máx}$ (%)	Acero suministrado en barra	—	≥ 5,0	≥ 5,0	≥ 7,5	≥ 7,5
	Acero suministrado en rollo	—	≥ 7,0 (*)	≥ 7,0 (*)	≥ 9,5 (*)	≥ 9,5 (*)
Relación f_s/f_y		1,03	≥ 1,05	≥ 1,05	≥ 1,20 ≤ 1,35	≥ 1,15 ≤ 1,35
Relación $f_{y,real}/f_{y,nominal}$		—	—	—	≤ 1,20	≤ 1,25
Resistencia a fatiga (**)		—	—	—	SI	SI
Resistencia a deformación alternativa (**)		—	—	—	SI	SI

(*) En el caso de aceros corrugados procedentes de suministro en rollo, las muestras deberán ser previamente enderezadas y envejecidas. Considerando la incertidumbre que puede conllevar el procedimiento de preparación de las probetas, la Instrucción admite una disminución de 0,5 % de los valores característicos de $\epsilon_{máx}$ lo que da como resultado los valores recogidos en esta tabla.
(**) Conforme a norma UNE 36065.

ARMADURAS PASIVAS

La armadura pasiva es el resultado de montar en el correspondiente molde o encofrado las armaduras normalizadas, las armaduras elaboradas o la ferralla armada, según corresponda, que convenientemente solapadas y con los recubrimientos adecuados tienen una función estructural.

Como vemos, la armadura pasiva puede estar formada por tres tipos de armaduras que se definen de la siguiente forma:

- **Armaduras normalizadas:** son aquellas que se elaboran conforme a una norma de producto y tienen unas dimensiones normalizadas. Son las mallas electrosoldadas y las armaduras básicas electrosoldadas en celosía.
- **Armaduras elaboradas:** son cada una de las formas en las que se despieza una armadura pasiva (barras rectas, barras curvadas, cercos, estribos, etc.).
- **Ferralla armada:** es el resultado de proceder al armado de las armaduras elaboradas mediante procesos

de atado con alambre o puntos de soldadura, obteniendo “jaulas” de armado. Por ejemplo, un pilote, un zuncho, un pilar, etc.

Las armaduras pasivas se designan conforme a lo indicado en la Tabla 3, donde también se indica el tipo de acero o de armadura normalizada que puede emplearse para su elaboración, así como el valor del alargamiento total bajo carga máxima que finalmente tiene que presentar.

IDENTIFICACIÓN Y DESIGNACIÓN

La identificación y designación de los aceros para armaduras pasivas y de las armaduras normalizadas debe hacerse conforme a lo indicado en la norma UNE-EN 10080:2006. En ambos casos –designación e identificación– ha de mencionarse la clase técnica del acero, por la que se identifica el tipo, las prestaciones y las características de éste.

En los aceros corrugados, el tipo de acero se sigue identificando, en estos momentos, mediante la forma en la que se disponen las corrugas en cada uno de los sectores en los que se divide la barra.

En cuanto a la identificación del país de origen y el fabricante se mantienen los mismos criterios que hasta ahora, con la única modificación

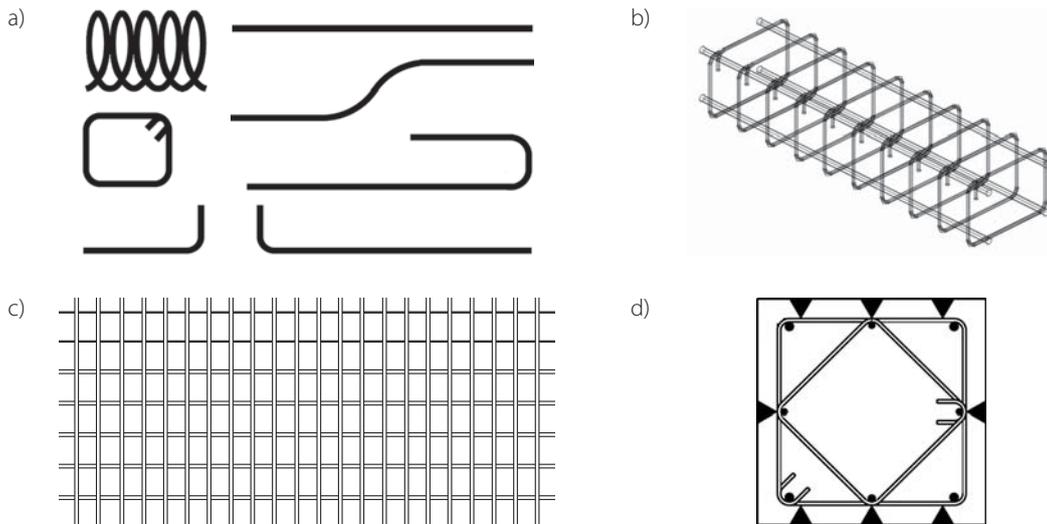


REPORTAJES

⇒ **Tabla 3.-** Tipos de acero y armaduras normalizadas a emplear para las armaduras pasivas.

Tipo de armadura	Armadura con acero de baja ductilidad		Armadura con acero soldable de ductilidad normal		Armadura con acero soldable con características especiales de ductilidad	
	Barra	Rollo (*)				
Designación	AP 500 T		AP 400 S	AP 500 S	AP 400 SD	AP 500 SD
Alargamiento total bajo carga máxima, $\epsilon_{m\acute{a}x}$ (%)	Barra	—	$\geq 5,0$	$\geq 5,0$	$\geq 7,5$	$\geq 7,5$
	Rollo (*)	—	$\geq 4,5$	$\geq 4,5$	$\geq 7,0$	$\geq 7,0$
Tipo de acero	—		B 400 S	B 500 S	B 400 SD	B 500 SD
Tipo de malla electrosoldada	ME 500 T		ME 400 S	ME 500 S	ME 400 SD	ME 500 SD
Tipo de armadura básicas electrosoldada en celosía	AB 500 T		AB 400 S	AB 500 S	AB 400 SD	AB 500 SD

(*) Dada la incertidumbre asociada al enderezado y preparación de las probetas procedentes del acero en forma de rollo, la Instrucción admite valores un 0,5 % inferior a los especificados para armaduras procedentes de acero en forma de barra recta.



⇒ **Figura 2.-** Distintas formas de armadura: a) armadura elaborada, b) ferralla armada, c) armadura normalizada, d) armadura pasiva.

de que el inicio de lectura se hará conforme al criterio definido en la norma UNE-EN 10080, es decir, dos corrugas regruesadas consecutivas. No obstante, durante un cierto tiempo seguirá habiendo en el mercado productos en los que el inicio de lectura sea el habitualmente utilizado en nuestro país, de una corruga sencilla limitada entre dos corrugas regruesadas (gruesa-fina-gruesa).

También se admite, y algún fabricante de acero corrugado puede acudir a esta vía, la identificación del país de origen y del fabricante mediante números grabados en la superficie de la barra. Esta opción facilita enormemente la identificación del acero una vez

que forma parte de una armadura pasiva. El sistema definido por la norma UNE-EN 10080:2006 consiste en un inicio de lectura constituido por una O, seguida de las cifras correspondientes al país (7 en el caso de España y Portugal) y al fabricante, separadas entre sí por alguna corruga.

En cualquier caso, y mientras no entre en vigor el marcado CE, en el caso del acero cada partida debe ir acompañada de la declaración del sistema de identificación empleado por el fabricante.

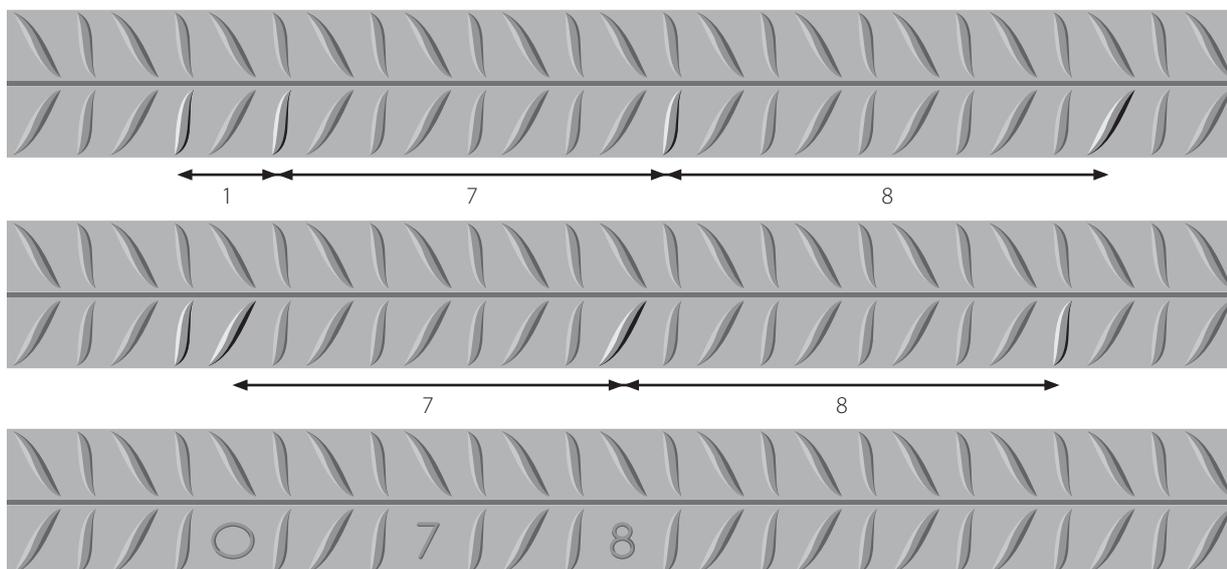


Figura 3.- Identificación de un acero B 500 SD fabricado en España (país 7) por el fabricante 8: a) Según UNE 36065; b) Según UNE-EN 10080 por engrosamiento de corrugas; c) Según UNE-EN 10080 por medio de números.

ELABORACIÓN DE LAS ARMADURAS EN LA FERRALLA

Para poder garantizar un comportamiento adecuado de la armadura pasiva en el elemento estructural del que forme parte, no sólo hay que comprobar las características de los aceros utilizados para su elaboración, sino también la aplicación de unos determinados criterios en los procesos de elaboración y montaje de las mismas, con el fin de que no se produzcan alteraciones en sus prestaciones mecánicas.

El desarrollo experimentado por las instalaciones de ferralla, con una extraordinaria mecanización y automatización de los procesos, se ha visto reflejado en la Instrucción en la que se han incluido por primera vez una serie de artículos que regulan sus características y su funcionamiento.

Para poder elaborar armaduras la instalación de ferralla, sea o no de la obra², debe poder llevar a cabo las siguientes operaciones:

² Aplicable también a instalaciones de prefabricación en las que se elaboren las armaduras pasivas.

- **Almacenamiento de los productos** de acero recibidos, de las armaduras elaboradas y de la ferralla armada en áreas destinadas para ello que, preferiblemente, estén protegidas de la intemperie para evitar posibles deterioros o contaminaciones de los productos.
- **Sistema de gestión de acopios** que permita el mantenimiento de la trazabilidad entre el acero utilizado, los procesos desarrollados, las armaduras elaboradas y/o la ferralla armada resultante, y que finalmente identifique el elemento estructural al que van destinadas.
- **Proceso de enderezado**, en el caso de emplearse acero corrugado suministrado en forma de rollo, efectuado con equipos específicamente diseñados para ello y mediante un proceso controlado que no produzca alteraciones significativas en las características del acero utilizado.
- **Procesos de corte, doblado, soldadura y armado**, según el caso.
- **Sistema de control de producción** que incluya ensayos e inspecciones sobre las armaduras elaboradas y la ferralla armada, para lo cual deberá disponer de un laboratorio de autocontrol, propio o contratado.



REPORTAJES



Figura 4.- Área de almacenamiento de una instalación de ferralla.

- **Control de recepción de los productos de acero.** En el caso de instalaciones de ferralla en obra, la recepción de los productos de acero es responsabilidad de la Dirección Facultativa y los ensayos correspondientes se efectuarán, en su caso, en el laboratorio de control de la obra. En el caso de las instalaciones ajenas a la obra, el control de recepción debe efectuarse por el responsable designado para ello, debiendo dejar un registro adecuado del proceso (acta de toma de muestras y resultados de ensayo, en su caso, documentación aportada, etc.). Esta actuación es fundamental como soporte del certificado de garantía del producto suministrado que se deberá emitir al finalizar el suministro.

Por otro lado, la instalación de ferralla es la responsable de efectuar una propuesta de **despiece de las armaduras** respetando las indicaciones del proyecto y de la Instrucción, que requiere la aprobación de la Dirección Facultativa para poder llevarse a cabo. Lo habitual es que se acuda a formas sencillas y repetitivas que permitan la automatización del proceso y simplifiquen las operaciones de montaje. Aunque la Instrucción advierte que en el despiece hay que evitar que se pueda producir una disminución de las secciones de armado establecidas en el proyecto, lo habitual es que estos valores se mantengan o que incluso experimenten un ligero aumento, como consecuencia de la racionalización del armado.

Por último, tanto las armaduras elaboradas como la ferralla armada que se suministren a la obra deben ir acompañadas de las correspondientes etiquetas que permitan la trazabilidad e identificación del acero y del elemento al que están destinadas, así como de la documentación que debe acompañar al suministro y que se indica más adelante.

CONTROL DE PRODUCCIÓN EN LA FERRALLA

El sistema de control de producción de las instalaciones de ferralla ajenas a la obra, o el sistema de autocontrol establecido por el Constructor para la ferralla elaborada en la propia obra, es una de las novedades más destacadas en la Instrucción EHE-08.

En ambos casos se han de controlar la totalidad de los procesos que se lleven a cabo, incluyéndose al menos los siguientes aspectos:

- Control de cada uno de los procesos de ferralla: enderezado, doblado, corte y soldadura.
- Ensayos e inspecciones para el autocontrol de las armaduras elaboradas y/o de la ferralla armada, efectuando como mínimo las siguientes comprobaciones:
 - Validación del proceso de enderezado.
 - Validación del proceso de corte.
 - Validación del proceso de doblado.
 - Validación del procedimiento de soldadura.

Como ya se ha indicado, tanto en las instalaciones pertenecientes a la obra como en las ajenas a la misma debe haber un laboratorio propio o contratado que efectúe los ensayos correspondientes al control de producción.

Validación del proceso de enderezado

La validación del proceso de enderezado se efectúa mediante la realización de ensayos de tracción para cada máquina enderezadora sobre muestras tomadas antes y

Tabla 4.- Tolerancias geométricas de las armaduras elaboradas, según la Instrucción EHE-08.

Dimensión	Elemento	Condiciones
Longitud	Barras rectas y dobladas	Para $L \leq 6.000$ mm - $20 \text{ mm} \leq \Delta L \leq 50 \text{ mm}$
		Para $L > 6.000$ mm - $30 \text{ mm} \leq \Delta L \leq 50 \text{ mm}$
	Estribos y cercos	Para $\varnothing \leq 25$ mm - $16 \text{ mm} \leq \Delta L \leq 16 \text{ mm}$
		Para $\varnothing > 25$ mm - $24 \text{ mm} \leq \Delta L \leq 20 \text{ mm}$
		Diferencia entre longitudes de las ramas ⁽¹⁾ $ L1 - L2 \leq 10 \text{ mm}$
Ángulo de doblado	Ganchos, patillas, ganchos en U y barras dobladas	- $5^\circ \leq \Delta \leq 5^\circ$

(1)

El diagrama muestra un estribo cuadrado con dimensiones L1 y L2. Un detalle de un gancho muestra su longitud L3.

después del proceso, comprobando que la máxima variación que se produce en la deformación bajo carga máxima no es superior al 3 %³. Esta comprobación se ha de efectuar mensualmente sobre un diámetro de cada una de las series —fina, media o gruesa— con las que trabaje la máquina.

El diámetro objeto de ensayo ha de irse alternando de manera que con el tiempo se tengan resultados de todos los diámetros procesados por cada máquina.

La Instrucción indica que también ha de medirse la variación de la altura de corruga que se produce, para comprobar que se cumplen los valores indicados en el Certificado de Homologación de Adherencia, o que se mantiene el valor especificado del área proyectada de corruga, f_R .

³ La Instrucción EHE-08 señala, en su artículo 69.3.2, que la máxima variación del alargamiento bajo carga máxima, ϵ_{max} , no debe ser superior a 2,5 % pero admite que pueden existir variaciones producidas por la forma de la preparación de la probeta, por lo que admite un 0,5 % adicional de variación siempre que se cumplan los valores especificados para las armaduras recogidos en el artículo 33° (ver Tabla 3 en este artículo).

Validación del proceso de corte

La validación del proceso de corte se efectúa comprobando que se respetan las tolerancias establecidas por el proyecto o, en su defecto, por los valores indicados en la Instrucción que se recogen en la Tabla 4.

Semanalmente deben efectuarse, al menos, 5 comprobaciones por máquina de corte automático utilizada, y otras 5 comprobaciones por cada operador que trabaje con máquinas manuales.

Validación del proceso de doblado

El proceso de doblado también ha de ser objeto de autocontrol continuo por parte de la instalación de ferralla. Semanalmente deben comprobarse los valores de los radios de doblado reales mediante la aplicación de plantillas de doblado, sobre al menos 5 armaduras por máquina.

Validación del procedimiento de soldadura

En aquellos casos en los que se emplee soldadura como sistema de atado debe procederse a la validación trimestral del procedimiento de soldadura utilizado conforme a los criterios que se indican en el apartado 7.1 de la norma UNE 36832, y que se resumen a continuación.



REPORTAJES

Uniones en cruz

En el caso más habitual, en el que las uniones de montaje sean uniones en cruz, la validación se efectúa sobre la combinación resultante del diámetro más grueso y más fino de los que se vayan a unir.

Para ello se prepararán 3 probetas ensayando a tracción el diámetro más fino y comprobando que no se produce una baja superior al 10 % en la carga de rotura (f_t) y en el alargamiento de rotura (ϵ_{u5}) con respecto a la media determinada sobre tres probetas de ese mismo diámetro, procedentes de la misma barra que se haya utilizado para obtener las probetas soldadas, y en ningún caso por debajo del valor nominal.

Uniones por solape

Cuando las uniones se realicen por solape la verificación del proceso de soldadura ha de efectuarse sobre dos combinaciones: entre los diámetros más gruesos a soldar y entre el diámetro más fino y más grueso.

Para cada combinación han de prepararse tres uniones y someterlas a ensayo de tracción. El resultado se considerará conforme si la rotura se produce fuera de la zona de solape.

En el caso de que la rotura se produjera en la zona soldada el procedimiento se considerará validado si el valor de la carga de rotura (f_t) no presenta una baja superior al 10 % con respecto al valor medio obtenido sobre tres probetas del diámetro más fino, procedentes de la misma barra que se haya utilizado para obtener las probetas soldadas, y en ningún caso por debajo del valor nominal.



Figura 5.- Soldadura en obra.

Ensayos continuos de autocontrol

Además, la norma UNE 36832 indica que es preciso realizar un autocontrol continuo del proceso de soldadura con una frecuencia de ensayos función de la cantidad de soldaduras realizadas, tal y como se indica en la Tabla 5.

En el caso de que se registrase algún fallo en las comprobaciones que se efectúen, se debe interrumpir el proceso de soldadura y proceder a la revisión completa de los parámetros de la misma (intensidad, voltaje, tipo de gas, tipo de electrodo, operario, etc.).

Los procesos de ferralla en posesión de la marca N ofrecen la garantía de que todos los requisitos y procedimientos que constituyen el control de producción se cumplen y cuentan, además, con una comprobación efectuada por tercera parte.

Tabla 5.- Frecuencia de ensayos para uniones no resistentes (UNE 36832).

Proceso de soldadura	Tipo de unión soldada	Número de muestras por unión soldada ⁽¹⁾	
		Tracción	Doblado
Arco manual o con gas de protección	En cruz	1 / 3.000 ⁽²⁾	1 / 3.000 ⁽³⁾
	Por solape	1 / 3.000	—
Eléctrica por puntos	En cruz	1 / 3.000 ⁽²⁾	1 / 3.000 ⁽³⁾
	Por solape	3 / 3.000	—

(1) A realizar por cada soldador en la posición más compleja que pueda presentarse en la fabricación.

(2) Ensayo de tracción a realizar sobre la barra más fina.

(3) Ensayo de doblado sobre la barra más gruesa.

PRINCIPIOS GENERALES DEL CONTROL

La Dirección Facultativa debe, en representación de la Propiedad, efectuar las comprobaciones de control suficientes que le permitan asumir la conformidad de la estructura con los requisitos básicos para los que ha sido concebida y proyectada.

Durante la ejecución de las obras, la Dirección Facultativa ha de llevar a cabo una serie de controles cuya finalidad es alcanzar un determinado nivel de garantía para el usuario. Para ello, durante el control se efectúan dos labores fundamentales:

- a) Identificar las obligaciones de cada uno de los agentes intervinientes, que se materializa mediante un control documental y la exigencia de certificados firmados por persona física.
- b) La aplicación de determinados criterios de control, que permitan asumir el cumplimiento de las especificaciones establecidas en el proyecto. En el caso de los productos estos controles son de tipo experimental a través de ensayos, o bien a través de distintivos de calidad.

"Disponer de un DOR evita tener que realizar ensayos"

Atendiendo al momento en el que se efectúa el control, podemos dividir éste en tres fases, de las cuales vamos a describir tan sólo la primera en este artículo:

- Control de la conformidad de los productos que se suministran a la obra.
- Control de la ejecución de la estructura.
- Control de la estructura terminada.

EL CONTROL DE RECEPCIÓN

La comprobación de que las características técnicas de los productos cumplen las exigencias establecidas en el proyecto se lleva a cabo en el control de recepción de los mismos.

El control de recepción consta de dos partes:

- a) Un control de la documentación de los suministros que llegan a la obra.
- b) Un control de las características de los productos, que puede realizarse mediante distintivos de calidad, o bien mediante ensayos.

En el caso de productos con marcado CE la comprobación de su conformidad se efectúa mediante la verificación de que los valores declarados en los documentos que acompañan al citado marcado CE permiten deducir el cumplimiento de las especificaciones indicadas en el proyecto o, en su defecto, en la Instrucción EHE-08. No es preceptivo, por tanto, que sobre ellos se efectúe ningún tipo de ensayo.

En estos momentos, ni los aceros corrugados para hormigón ni las armaduras normalizadas están obligados a disponer del marcado CE para su comercialización.

Es conveniente recordar que la Dirección Facultativa, en el uso de sus atribuciones, puede disponer en cualquier momento la realización de comprobaciones o ensayos adicionales sobre las remesas o las partidas de productos suministrados a la obra o sobre los empleados para la elaboración de los mismos, con independencia de si éstos tienen marcado CE o están en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido (DOR).

En el caso de las armaduras pasivas se contempla, además, la posibilidad de que la Dirección Facultativa efectúe una inspección a las instalaciones de ferralla⁴ con el fin de comprobar su idoneidad para fabricar las armaduras que se requieren para la obra. Esta inspección, que es potestativa para las instalaciones ajenas a la obra, es absolutamente obligatoria en el caso de que éstas se encuentren en la propia obra, y puede no realizarse en el caso de que la instalación esté en posesión de un DOR.

⁴ Aplicable también a instalaciones de prefabricación en las que se elaboren armaduras pasivas.



REPORTAJES

⇒ **Tabla 6.-** Comprobaciones a efectuar en las instalaciones de ferralla.

Instalación o sistema	Comprobación
Almacenamiento de productos de acero, armaduras elaboradas y ferralla armada	En zona adecuada que evite deterioros o contaminaciones. Comprobación, en su caso, del nivel de oxidación que presentan las armaduras.
Procedimiento de enderezado ⁽¹⁾	Se efectúa con equipos adecuados. No pueden emplearse para esta función máquinas dobladoras. Linealidad y condiciones finales de las corrugas tras el enderezado.
Procedimiento de corte	Cizallas manuales o máquinas automáticas de corte. Se prohíbe expresamente el uso deopletes u otros procedimientos que alteren las características físico-metalúrgicas del material.
Procedimiento de doblado	Comprobar la existencia de mandriles adecuados.
Procedimiento de soldadura	Que se efectúa con equipos contemplados en UNE 36832: arco manual, arco con gas de protección ó soldadura eléctrica por puntos. Descripción del procedimiento utilizado. Capacitación del personal habilitado.
Procedimiento de armado	Existencia de máquinas auxiliares para la elaboración de la armadura (por ejemplo, disposición automática de estribos). Comprobación del sistema de atado utilizado y su idoneidad para que los elementos conserven su posición durante el transporte, colocación y hormigonado.
Sistema de trazabilidad	Sistema de gestión de acopios y de órdenes de elaboración de armaduras. Procedimiento de etiquetado de armaduras elaboradas y ferralla armada. Gestión documental.
Sistema de control de producción	Comprobar que está implantado, así como su funcionamiento: <ul style="list-style-type: none"> • Control interno de procesos. • Ensayos e inspecciones de autocontrol. • Documentación y registro.

(1) Únicamente en el caso de emplearse acero corrugado suministrado en forma de rollo.

Control documental

Los Suministradores están obligados a aportar una determinada documentación en tres momentos diferentes del suministro:

a) Antes del suministro:

- Los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, incluida cuando proce-



⇒ **Figura 6.-** Ferralla armada en zona de expedición adecuadamente etiquetada y referenciada.

da la documentación correspondiente al mercado CE de los productos de construcción.

- En el caso de que el producto esté en posesión de un DOR, se deberá presentar una declaración firmada del Suministrador indicando que éste se encuentra vigente en ese momento.

b) Durante el suministro:

- Las hojas de suministro de cada partida o remesa.

c) Después del suministro:

- Un certificado de garantía del producto suministrado, firmado por el Suministrador.

Control mediante distintivos de calidad

Aquellos productos en posesión de un distintivo de calidad, que aporte un nivel de garantía superior al contemplado por la Instrucción EHE-08, pueden ser objeto

de reconocimiento oficial por parte de un Centro Directivo perteneciente a una Administración Pública que tenga responsabilidades en el ámbito de la edificación o de la obra pública. Este Centro Directivo es responsable de velar por el cumplimiento de las condiciones establecidas al respecto por la Instrucción, y de que éstas se mantengan durante el tiempo en el que se encuentre en vigor el reconocimiento.

Estas mayores garantías y la supervisión efectuada por la Administración Pública hacen que los productos de acero y las armaduras en posesión de un DOR sean objeto de consideraciones especiales en materia de control. En concreto, estas consideraciones especiales son las siguientes:

- Exención de ensayos experimentales en la recepción de los aceros para armaduras.
- Exención de ensayos experimentales en la recepción de armaduras normalizadas.
- Exención de realizar visitas de inspección a las instalaciones de ferralla.
- Exención de ensayos experimentales en la recepción de armaduras elaboradas o de ferralla armada.

El control de recepción se limita, de acuerdo con el artículo 79.3.2, a efectuar un control documental sobre los certificados que avalen que los productos están en posesión de un distintivo de calidad y que éste se



Figura 7.- Ferralla elaborada en obra.

encuentra reconocido en esos momentos por la Administración competente.

"Las instalaciones de ferralla deben ser inspeccionadas por la Dirección Facultativa"

En esta documentación hay que comprobar los siguientes aspectos:

- Identificación de la entidad certificadora y del distintivo de calidad.
- Identificación del fabricante.
- Garantías que cubre el distintivo de calidad.
- Número, fecha de expedición y alcance del certificado.
- Reconocimiento oficial del distintivo.

Por lo tanto el empleo de productos en posesión de un DOR, como pudiera llegar a ser el caso de la marca N⁵, representan ventajas indudables tanto para los usuarios directos del acero corrugado, de la ferralla armada, de las armaduras normalizadas y elaboradas, así como para los usuarios finales de las estructuras resultantes dadas las mayores garantías y calidades que ofrecen todos estos productos.

Aunque la Instrucción EHE-08 exige una copia compulsada por persona física de los certificados que avalen que el distintivo de calidad está oficialmente reconocido, esto no es estrictamente necesario cuando el mencionado reconocimiento se haya efectuado a través de una disposición oficial (orden, decreto, etc.) publicada en un diario o boletín oficial de una comunidad autónoma o del estado, al tratarse de documentos públicos que pueden consultarse en cualquier momento.

El término "compulsada" al que se refiere la Instrucción es muy discutible. La compulsada es una forma de autenticación administrativa de docu-

5 La marca N de productos de acero para hormigón y de ferralla ha adaptado sus reglamentos, requisitos y forma de funcionamiento a las exigencias contempladas en el Anejo 19 de la Instrucción EHE-08. La documentación acreditativa para la obtención del reconocimiento oficial ha sido presentada ante el organismo competente estando a la espera de la resolución que adopte al respecto.



REPORTAJES

mentos, consistente en el cotejo del documento original con la copia de aquél y la consignación en ésta de una diligencia para hacer constar la coincidencia textual de ambos documentos. La diligencia de compulsas se ha de firmar por el responsable de la unidad administrativa competente, o por la persona habilitada en que delegue aquél.

En el caso de la Administración General del Estado la compulsas de documentos está regulada por el R.D. 772/1999, de 7 de mayo, habilitando para ello a los registros de los órganos administrativos a los que vayan dirigidos los documentos, admitiéndose también su presentación en oficinas de correos, registros de administraciones autonómicas y locales (en este último caso cuando haya convenio suscrito al efecto), así como en representaciones diplomáticas y oficinas consulares en el extranjero.

Es evidente que la "compulsa" a la que hace referencia la Instrucción se efectúa entre las partes intervinientes. En este caso, el Suministrador y el Receptor de los productos. En pura lógica, debería ser un representante del Receptor el que cotejara los documentos y efectuase la diligencia de compulsas. Dado que esto no es posible en la práctica, lo más lógico es que se presente únicamente una declaración del Suministrador, firmada por persona física, en la que se indique que los productos que suministra están en posesión de un distintivo oficialmente reconocido, haciendo referencia a la disposición oficial en la que se efectúa dicho reconocimiento y el periodo de validez del mismo, algo que ya está contemplado en el artículo 79.3.1.

➔ **Tabla 7.- Documentación mínima exigible a los aceros para hormigón.**

DOCUMENTACIÓN PREVIA AL SUMINISTRO		
Con marcado CE obligatorio ⁽¹⁾	Sin marcado CE obligatorio	
	Con DOR	Sin DOR
Documentación exigida por el marcado CE.	<ul style="list-style-type: none"> • Declaración del Suministrador de estar en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido (Art. 79.3.1). • Declaración firmada por persona física con capacidad suficiente del documento que acredite estar en posesión de un distintivo de calidad (Art. 79.3.2). • Copia compulsada por persona física de los certificados que avalen que el distintivo de calidad está oficialmente reconocido (Art. 79.3.2)⁽²⁾. • Certificado de Homologación de Adherencia, en su caso. 	<ul style="list-style-type: none"> • Certificado de ensayo que garantice el cumplimiento de todas las especificaciones referidas en el artículo 32º de la Instrucción EHE-08, emitido por un laboratorio acreditado o perteneciente a una Administración competente en materia de construcción. En él debe figurar el nombre del laboratorio y la fecha de emisión. • Certificados de ensayos de fatiga y de deformación alternativa emitido por un laboratorio acreditado o perteneciente a una Administración competente en materia de construcción, en el caso de aceros SD empleados en estructuras sometidas a fatiga o en zona sísmica. • Certificado de Homologación de Adherencia, en su caso.
DOCUMENTACIÓN DURANTE EL SUMINISTRO		
Con marcado CE obligatorio ⁽¹⁾	Sin marcado CE obligatorio	
<ul style="list-style-type: none"> • Hoja de suministro. • Información adicional sobre consideraciones especiales (p.e. proceso de soldadura específico). 	<ul style="list-style-type: none"> • Hoja de suministro. • Información adicional sobre consideraciones especiales (p.e. proceso de soldadura específico). • Declaración del fabricante del sistema de identificación (país, fabricante, tipo de acero) utilizado. 	
DOCUMENTACIÓN DESPUÉS DEL SUMINISTRO		
<ul style="list-style-type: none"> • Certificado de garantía final del producto suministrado. 		
<p>(1) No vigente en el momento de publicación de este artículo. (2) Como se ha indicado, en la práctica puede sustituirse por la declaración firmada del Suministrador.</p>		

Tabla 8.- Documentación mínima exigible a las armaduras normalizadas (mallas electrosoldadas y armadura básica).

DOCUMENTACIÓN PREVIA AL SUMINISTRO		
Con marcado CE obligatorio ⁽¹⁾	Sin marcado CE obligatorio	
	Con DOR	Sin DOR
Documentación exigida por el marcado CE.	<ul style="list-style-type: none"> • Certificado de garantía del fabricante. • Declaración del Suministrador de estar en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido (Art. 79.3.1). • Declaración firmada por persona física con capacidad suficiente del documento que acredite estar en posesión de un distintivo de calidad (Art. 79.3.2). • Copia compulsada por persona física de los certificados que avalen que el distintivo de calidad está oficialmente reconocido (Art. 79.3.2)⁽²⁾. • Certificado de Homologación de Adherencia, en su caso. 	<ul style="list-style-type: none"> • Certificado de garantía del fabricante. • Copia de la documentación relativa al acero para armaduras pasivas utilizado (conforme a lo indicado en la Tabla 5) (Anejo 21).
DOCUMENTACIÓN DURANTE EL SUMINISTRO		
Con marcado CE obligatorio ⁽¹⁾	Sin marcado CE obligatorio	
<ul style="list-style-type: none"> • Hoja de suministro. 	<ul style="list-style-type: none"> • Hoja de suministro. • Declaración del fabricante del sistema de identificación (país, fabricante, tipo de acero) utilizado. 	
DOCUMENTACIÓN DESPUÉS DEL SUMINISTRO		
<ul style="list-style-type: none"> • Certificado de garantía final del producto suministrado. 		
<p>(1) No vigente en el momento de publicación de este artículo. (2) Como se ha indicado, en la práctica puede sustituirse por la declaración firmada del Suministrador.</p>		

Tabla 9.- Documentación mínima exigible a las armaduras elaboradas⁽¹⁾ y la ferralla armada.

DOCUMENTACIÓN PREVIA AL SUMINISTRO	
Con DOR	Sin DOR
<ul style="list-style-type: none"> • Declaración del Suministrador de estar en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido (Art. 79.3.1). • Declaración firmada por persona física con capacidad suficiente del documento que acredite estar en posesión de un distintivo de calidad (Art. 79.3.2). • Copia compulsada por persona física de los certificados que avalen que el distintivo de calidad está oficialmente reconocido (Art. 79.3.2)⁽²⁾. 	<ul style="list-style-type: none"> • Certificado de garantía de cumplimiento de todas las especificaciones de la Instrucción, junto con un certificado de resultados de ensayo emitido por un laboratorio acreditado conforme a UNE-EN ISO/IEC 17025 (Anejo 21). • Certificados de cualificación del personal para la ejecución de soldaduras no resistentes avalando su formación específica para el procedimiento utilizado, en su caso (Art. 88.4.1). • Certificados de homologación de soldadores, según UNE-EN 287-1 y del proceso de soldadura, según UNE-EN ISO 15614-1, cuando se empleen procesos de soldadura resistente (Art. 88.4.1). • Certificado de Homologación de Adherencia, en su caso (Art. 88.4.1). • Copia de la documentación relativa al acero para armaduras pasivas utilizado (conforme a lo indicado en la Tabla 5) (Anejo 21).
DOCUMENTACIÓN DURANTE EL SUMINISTRO	
<ul style="list-style-type: none"> • Hoja de suministro. 	
DOCUMENTACIÓN DESPUÉS DEL SUMINISTRO	
<ul style="list-style-type: none"> • Certificado de garantía final del producto suministrado. 	
<p>(1) En esta categoría quedarían incluidas las mallas especiales elaboradas según proyecto. (2) Como se ha indicado, en la práctica puede sustituirse por la declaración firmada del Suministrador.</p>	



REPORTAJES

Control mediante ensayos

El control de la conformidad de las características de los productos suministrados a la obra mediante ensayos es la tercera vía que contempla la Instrucción EHE-08, y a la que puede acudir siempre la Dirección Facultativa con independencia de que los productos estén en posesión del marcado CE o de un DOR.

"Disponer de un Certificado de Homologación de Adherencia reduce las longitudes de anclaje y solape, lo que supone un ahorro"

Acero para armaduras pasivas

En el caso del control que se efectúa sobre las armaduras pasivas, éste depende de la cantidad de acero suministrado, tal y como se refleja en la Tabla 10.

En suministros de más de 300 toneladas el Suministrador puede optar por facilitar un certificado de trazabilidad, firmado por persona física, en el que se declaren los fabricantes y coladas correspondientes a cada parte del suministro, junto con una copia del certificado del control de producción de cada

fabricante en el que se recojan los resultados de los ensayos mecánicos y químicos obtenidos para cada colada.

En este caso, se han de efectuar ensayos de contraste de la trazabilidad de la colada mediante la determinación de las características químicas de la misma sobre uno de cada cuatro lotes, con un mínimo de cinco ensayos, que se entenderá que son aceptables cuando su composición química presente unas variaciones, respecto de los valores del certificado de control de producción, que sean conformes con los siguientes criterios:

% C ensayo	=	% C certificado	± 0,03
% Ceq ensayo	=	% Ceq certificado	± 0,03
% P ensayo	=	% P certificado	± 0,008
% S ensayo	=	% S certificado	± 0,008
% N ensayo	=	% N certificado	± 0,002

Una vez comprobada la trazabilidad de las coladas y su conformidad respecto a las características químicas, se procede a la división en lotes, correspondientes a cada colada, serie y fabricante, cuyo número

Tabla 10.- Ensayos de comprobación durante la recepción de aceros para armaduras pasivas.

Criterio	Tamaño del suministro	
	< 300 t	> 300 t
División del suministro en lotes ⁽¹⁾	40 t	40 t
Ensayos por lote:		
Sección equivalente	2	2
Características geométricas del corrugado ⁽²⁾	2	2
Ensayo de doblado - desdoblado o doblado simple	2	2
Ensayo sobre cada diámetro:		
Ensayo de tracción completo ⁽³⁾	1	4
Estructuras sometidas a fatiga	Informe de ensayos ⁽⁴⁾	Informe de ensayos ⁽⁴⁾
Estructuras situadas en zona sísmica	Informe de ensayos ⁽⁵⁾	Informe de ensayos ⁽⁵⁾

(1) Mismo Suministrador, fabricante, designación y serie.
 (2) Conforme al Certificado de Homologación de Adherencia o al índice de corruga, según corresponda.
 (3) Determinación de límite elástico, f_y , carga de rotura, f_r , relación f_r/f_y , alargamiento de rotura, ϵ_r , y alargamiento bajo carga máxima, ϵ_{max} .
 (4) El informe de ensayos debe garantizar que el acero cumple las exigencias establecidas en el artículo 38.10 (soporta más de 2 millones de ciclos para una variación de tensión de 150 N/mm² o de 100 N/mm² según se trate de barras o de mallas electrosoldadas), ha de tener una antigüedad inferior a un año, y ser emitido por un laboratorio acreditado o perteneciente a un Centro Directivo de las Administraciones Públicas.
 (5) El informe de ensayos debe garantizar que el acero cumple las exigencias establecidas en el artículo 32º (soportar 3 ciclos completos de deformación alternativa sin presentar daños), ha de tener una antigüedad inferior a un año, y ser emitido por un laboratorio acreditado o perteneciente a un Centro Directivo de las Administraciones Públicas.

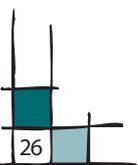




Figura 8 - Soldadura en instalación de ferralla.

no puede ser nunca menor que 15. Para cada lote, se toman dos probetas sobre las que se efectúan los siguientes ensayos:

- Sección equivalente.
- Características geométricas del corrugado, conforme al Certificado de Homologación de Adherencia, o al índice de corruga, según corresponda.
- Ensayo de doblado-desdoblado, o alternativamente el ensayo de doblado simple, comprobando la ausencia de grietas después del ensayo.
- Ensayo de tracción completo determinando el límite elástico, la carga de rotura, la relación entre ambos, el alargamiento bajo carga máxima y el alargamiento en rotura.

El lote se considera conforme en el caso de no detectarse ningún incumplimiento de las especificaciones indicadas en el artículo 32º de la Instrucción. En caso contrario, si únicamente se hubieran detectado no conformidades sobre una única muestra, se pueden repetir los ensayos sobre cinco probetas del mismo lote. Si en esta ocasión todos los resultados son conformes, el lote se acepta; en caso contrario, se rechaza.

Armaduras normalizadas

La conformidad de las armaduras normalizadas mediante ensayos se efectúa realizando los mismos ensayos descritos para los aceros para armaduras y, adicionalmente:

- 2 ensayos por lote para comprobar la carga de despegue del nudo soldado.
- Comprobación de la geometría sobre 4 elementos por lote.

Además, se debe rechazar el empleo de aquellas armaduras normalizadas que presenten un grado de oxidación que pueda afectar a sus condiciones de adherencia, bien porque tras un cepillado enérgico se aprecia una pérdida en peso superior al 1 %, o una pérdida de altura de corruga que quede fuera de los límites establecidos por el Certificado de Homologación de Adherencia o por el índice de corrugas, según corresponda.

Armaduras elaboradas y ferralla armada

El control de recepción de las armaduras elaboradas o de la ferralla armada se lleva a cabo con independencia del lugar donde éstas se hayan elaborado: en la obra o fuera de ella. En ambos casos, se debe comunicar a la Dirección Facultativa el programa de fabricación previsto con el objeto de posibilitar la realización de las actividades de toma de muestras y de comprobación que, preferiblemente, han de efectuarse en la propia instalación de ferralla.



REPORTAJES

⇒ **Tabla 11.- Control experimental de las armaduras elaboradas o de la ferralla armada.**

Control experimental	Armadura elaborada o ferralla armada		
	Con DOR	Sin DOR	
		Con soldadura	Sin soldadura
Características mecánicas: • Ensayo de tracción ^{(1) (2)} • Doblado simple o doblado-desdoblado	NO	2 x serie (*) 8 x lote (3) 8 x lote (3)	2 x serie (*) —
Características de adherencia ⁽⁴⁾	NO	2 x diámetro	
Características geométricas ⁽⁵⁾	NO	15 unidades/lote	

(*) El ensayo se efectuará sobre un diámetro de cada serie: fina (6 a 10 mm), media (12 a 20 mm) y gruesa (25 a 40 mm).
 (1) Si el acero empleado está en posesión de un DOR el número de ensayos se reduce a la mitad.
 (2) Estos ensayos no son precisos si la armadura no ha empleado procesos de soldadura ni de enderezado.
 (3) De cada lote se toman 4 muestras correspondientes a las combinaciones más representativas del proceso de soldadura. Se ensayan 2 probetas por muestra correspondientes a los diámetros menores, en el ensayo a tracción, y a los diámetros mayores, en el ensayo de doblado.
 (4) Esta comprobación no es obligatoria si la elaboración no incluye procesos de enderezado.
 (5) Las comprobaciones incluyen:
 • Correspondencia con lo indicado en proyecto y en hoja de suministro de diámetros y tipos de acero; y en el caso de ferralla armada, además, el número de elementos de armadura.
 • Alineación de elementos rectos, dimensiones y diámetros de doblado. Tolerancias conformes a las establecidas en el proyecto o en el Anejo 11 de la Instrucción EHE-08.
 • Conformidad de la distancia entre barras, en el caso de ferralla armada.

La toma de muestras, responsabilidad de la Dirección Facultativa, debe realizarse sobre las partidas destinadas a la obra y en número suficiente para la realización de todas las comprobaciones y ensayos prescritos.

El control experimental de las armaduras elaboradas y de la ferralla armada consiste en la comprobación de sus características mecánicas, de sus características de adherencia y la de sus dimensiones geométricas.

En el caso de que los aceros corrugados empleados para la elaboración de las armaduras estén en posesión de un DOR, la Dirección Facultativa podrá disminuir a la mitad las comprobaciones experimentales de las características mecánicas de las armaduras. El lote sobre el que se efectúa el control experimental de las armaduras se define de acuerdo a las siguientes condiciones:

- Tamaño no superior a 30 toneladas.
- Formado por remesas consecutivas suministradas a obra desde la misma instalación de ferralla, en el caso de que ésta no pertenezca a la obra.
- Las armaduras elaboradas en instalaciones de la obra durante un mes.
- Elaboradas con el mismo tipo de acero y forma de producto: barra o rollo.

Si los resultados de ensayo son conformes con las especificaciones de la Instrucción EHE-08 y del proyecto se acepta el lote.

De no ser conformes los resultados del ensayo de las características mecánicas y de adherencia, se debe efectuar una nueva toma de muestras y repetir los ensayos. Si de nuevo éstos no son conformes, se rechaza el lote.

En el caso de producirse un incumplimiento en la comprobación de las características geométricas, se desechará la armadura objeto de incumplimiento y se revisará toda la remesa. Si no hubiese más incumplimientos se acepta la remesa y se repone la armadura defectuosa. En caso contrario, se rechaza toda la remesa.

Por otro lado, si las armaduras presentan un grado de oxidación que pueda afectar a sus condiciones de adherencia no se aceptarán hasta no comprobar que tras el cepillado de las mismas mediante cepillo de púas de alambre la pérdida de peso de la probeta de barra, malla electrosoldada o armadura básica electrosoldada en celosía, es inferior al 1 %, y que no se incumplen los límites establecidos para la adherencia con el hormigón.

Cuando se emplee soldadura resistente para la elaboración de la armadura en obra es preceptivo la realización de ensayos de validación del proceso utilizado (apartado 7.2 de UNE 36832) así como la existencia de un control de ejecución intenso.

Si el proceso se realiza en una instalación industrial ajena a la obra el proceso de soldadura resistente deberá estar en posesión de un DOR.

EL CERTIFICADO FINAL DE SUMINISTRO

Una vez finalizado el suministro de productos a una obra (acero, armaduras normalizadas o elaboradas y ferralla armada) el Constructor debe solicitar al Suministrador un certificado en que se recoja la totalidad de los productos suministrados con indicación de cantidad, tipos y fechas. Una vez recibido dicho certificado debe trasladarlo a la Dirección Facultativa.

En el caso de que las armaduras hayan sido elaboradas en la propia obra, debe ser el Constructor el que emita este certificado con los mismos requisitos indicados en el caso anterior.

Cuando los suministros son muy grandes y se prolongan durante varios meses no es aconsejable esperar hasta el final de la obra, pues puede ser muy complicada la comprobación de todos los suministros efectuados. En estos casos pueden emitirse certificados mensuales en los que se recojan todas las remesas suministradas durante el mes correspondiente.

Dado que en el uso de sus atribuciones el Autor de Proyecto y/o la Dirección Facultativa han podido especificar requisitos distintos a los exigidos en la Instrucción EHE-08, el certificado final de suministro debe dejar clara esta circunstancia mediante un texto alternativo al propuesto en el Anejo 21 y que pudiera ser el siguiente:

"Declaro bajo mi responsabilidad la conformidad del suministro arriba detallado con los requisitos de los

pedidos efectuados, conformes con las condiciones establecidas en el proyecto _____, y, en su defecto, con las disposiciones establecidas en la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08), aprobada por R.D. 1247/2008, de 18 de julio."

DOCUMENTACIÓN FINAL DE OBRA

La anterior Instrucción EHE indicaba en su artículo 4.9 "Documentación final de obra":

"La Dirección de Obra entregará a la Propiedad, en el momento de finalizar aquella, al menos la siguiente documentación: una memoria que recoja las incidencias principales de su ejecución, una colección de planos que refleje el estado final de la obra tal como ha sido construida, así como una demostración documental de que se han cumplido las especificaciones que se prescriben en el Título 6º Control de esta Instrucción."

Esta exigencia desaparece en la Instrucción EHE-08 que se limita a señalar, en su artículo 4.2.3, que la Dirección Facultativa es responsable de elaborar toda la documentación reglamentariamente exigible durante la construcción de la obra, indicando a lo largo del texto reglamentario una serie de documentos que hay que recopilar, pero sin indicar claramente que hay que hacer con ellos.

En el caso de la edificación, el Código Técnico de la Edificación indica en su Anejo II la documentación que constituye el seguimiento de la obra con carácter indicativo y sin perjuicio de lo que establezcan otras Administraciones Públicas competentes. Por tanto, se puede deducir que la documentación relativa a la estructura de hormigón que habría que incluir en la documentación final de obra sería, en el caso de los productos de acero para hormigón, al menos la indicada en la Tabla 12.

CONCLUSIONES

La Instrucción EHE-08 debe comenzar a aplicarse de forma obligatoria en obras de edificación a partir del 1 de diciembre de 2009.

Durante el proceso transitorio transcurrido desde su aprobación, los distintos agentes intervinientes en el proceso constructivo han ido adaptando sus operativas y formas de actuación, pero aún así deberán transcurrir algunos meses hasta que el sistema comience a funcionar sin ningún tipo de incidencia.



REPORTAJES

⇒ **Tabla 12.-** Documentos a incluir en la documentación final de obra relacionada con el acero y las armaduras pasivas o elementos que los contengan utilizados en la ejecución de una estructura de hormigón.

Documentación general

- Libro de órdenes y memoria de incidencias.
- Colección completa de planos que reflejen el estado final de la obra y cómo ha sido construida.
- Directorio de Suministradores y del resto de agentes involucrados en la obra reflejando sus datos completos.

Documentación relativa a productos y sistemas

- Documentación del DOR, en su caso, de los productos o sistemas empleados que lo ostenten.
- Documentación exigida por el marcado CE para elementos prefabricados.
- Para productos o sistemas para los que no sea obligatorio el marcado CE:
 - Acero para armaduras pasivas: certificado de ensayos que garantice el cumplimiento de las exigencias de la Instrucción; Certificado de Homologación de Adherencia, en su caso.
 - Armaduras normalizadas: certificado de garantía del fabricante firmado por persona física.
 - Armaduras elaboradas: certificado de garantía, al que se adjuntará un certificado de resultados de ensayo, del cumplimiento de todas las exigencias de la Instrucción.
 - Ferralla armada: certificado de garantía, al que se adjuntará un certificado de resultados de ensayo, del cumplimiento de todas las exigencias de la Instrucción. En su caso, certificados de cualificación del personal que realiza soldaduras no resistentes, homologación del proceso de soldadura resistente y del personal que la ejecuta.
 - Elementos prefabricados: certificado de ensayos que garantice que tanto las armaduras pasivas, las armaduras activas y el hormigón utilizados cumplen las exigencias de la Instrucción.
- Hojas de suministro que acompañan a todos los materiales y productos que llegan a la obra.
- Certificados finales de suministro emitidos por los Suministradores de los materiales o productos que se han recibido en la obra.

Documentación relativa a la ejecución

- Programa de ejecución de la estructura elaborado por el Constructor.
- Documentación que avale la idoneidad técnica de los equipos previstos para su empleo durante la obra. Por ejemplo, certificados de calibración o la definición de parámetros óptimos de soldeo de los equipos de soldadura.
- Si se prevé efectuar soldaduras en la propia obra, cualificación u homologación del personal soldador, según sean de montaje o resistentes.
- Planillas de despiece de las armaduras.

Documentación relativa al control

- Programa y plan de control.
- Aprobación del laboratorio o de la entidad de control, en su caso, responsable de las labores de control.
- Autocontrol del Constructor en el que se incluirán los resultados de todas las comprobaciones realizadas, así como una relación de todas las personas responsables de llevar a cabo el mismo. Cada registro incluido en esta documentación deberá estar firmado por la persona física designada por el Constructor para el autocontrol de cada actividad.
- Actas de toma de muestras efectuadas en los ensayos de recepción correspondientes.
- Resultados de los ensayos de recepción, en su caso, y decisiones derivadas de los mismos.
- Acta de inspección a las instalaciones de ferralla, en su caso.
- Actas de las inspecciones efectuadas durante la ejecución de la estructura.
- Actas de control de aspectos medioambientales, en su caso.

La optimización de las actividades de control se consigue, hasta la entrada en vigor del marcado CE, mediante la vía del reconocimiento oficial de los distintivos de calidad.

La trazabilidad se articula como un mecanismo ágil para poder detectar cualquier incidencia que pueda producirse durante la ejecución de la estructura. La adecuada gestión de la misma ha de llevarse a cabo de una forma informatizada para evitar errores humanos.

Por último, el papel de la Dirección Facultativa sigue siendo fundamental para conseguir alcanzar los objetivos contemplados en el proyecto. Las responsabilidades y tareas encomendadas son cada vez más exigentes, por lo que aún en obras de pequeña importancia será fundamental la colaboración de laboratorios y entidades de control independientes, aspecto que debe ser tenido en cuenta por la Propiedad para dedicar una partida presupuestaria distinta a las de redacción del proyecto o ejecución de la estructura. ■

LA MARCA AENOR N PARA PRODUCTOS DE ACERO PARA HORMIGÓN

Luis Lázaro - Jefe de Productos Estructurales de la Dirección Técnica de Certificación de AENOR.

AENOR emitió su primer certificado de productos de acero para hormigón en 1988. En la actualidad, más de 100 empresas cuentan con 140 certificados.

La certificación de productos de acero para hormigón en la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR) tiene ya más de veinte años. Fue una novedad para la entidad, pero no lo fue para el sector que desde años atrás ya venía trabajando con la certificación CIETSID¹ para conseguir la diferenciación y reconocimiento de los **productos de acero estructurales**. Eso facilitó, en parte, el traspaso de aquellos productos de la marca pionera a la Marca AENOR N (para productos y servicios) a pesar de tener que asumirse nuevos requisitos para ello, como los que incluía la norma UNE 66902. Esta normativa española, que a principios de los años 90 estaba en sus primeros tiempos de difusión, contenía los requisitos a cumplir por los sistemas de aseguramiento de la calidad a implantar en los centros de producción, como apoyo al tradicional control de calidad final.

Muchas cosas han cambiado desde entonces en lo referente a la certificación. Han evolucionado las empresas productoras y los productos, la reglamentación, la importancia de la distribución y, sobre todo, el peso específico de la labor de armado en los talleres de

¹ **Nota de la redacción:** La certificación de aceros para hormigón en España comenzó en el año 1975, cuando por iniciativa de la Unión de Empresas Siderúrgicas (UNESID), y con la colaboración del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (IETcc) y del Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas (CENIM), se creó el sello CIETSID para las barras corrugadas de acero para hormigón armado.



implicados en la realización de los ensayos, CEDEX e INTEMAC.

El proceso de certificación

Hoy en día, el esquema de certificación responde al modelo definido en los reglamentos de AENOR y consiste en la realización semestral de:

1. La evaluación del sistema de gestión de la calidad del fabricante, del distribuidor o del taller de ferralla.
2. La inspección del producto mediante la evaluación de la sistemática de control interno y de los métodos de prueba.
3. La toma de muestras para su ensayo en fábrica y en laboratorio externo acreditado.



REPORTAJES

La novedad introducida, en su día, por la Marca AENOR en la certificación de los productos de acero se mantiene en la actualidad: el fabricante de acero, de armaduras o el distribuidor debe tener implantado un sistema de la calidad con un control de producción en fábrica que asegure la continuidad de los niveles de calidad del producto fabricado o del servicio prestado.

Los informes generados por esas actividades permiten valorar, no sólo puntualmente la conformidad del producto, sino también establecer la comparación entre los ensayos en el centro de producción realizados con los medios de control del fabricante y los ensayos de los laboratorios acreditados.

La última novedad introducida a finales de 2008 fue la adaptación de los procedimientos de certificación de AENOR a los requisitos del Anejo 19 que la EHE-08 exige a los distintivos oficialmente reconocidos.

El valor de la Marca AENOR N

El rigor del AEN/CTC-017 ha convertido a la Marca AENOR N en el distintivo de calidad voluntaria indiscutiblemente ligado al concepto de confianza. Cuando se trata de productos estructurales, la confianza es sinónimo de seguridad y la Marca AENOR se convierte en el distintivo demandado a los productos que se prescriben en los proyectos de estructuras de hormigón.

La promoción de las ventajas de su utilización ha contribuido, en gran medida, a sustentar esta imagen de la Marca AENOR. Además de las campañas institucionales de AENOR, de carácter más general, y de la determinante promoción realizada por las empresas con producto certificado en el sector, se vienen organizando jornadas de difusión e información por todo el territorio español destinadas a explicar el significado y las ventajas de la Marca AENOR N a los prescriptores de los productos de acero.

Más de 100 empresas con certificados

A 30 de noviembre de 2009, había 140 certificados AENOR de producto, correspondientes a 101 centros de producción. De éstos, 62 son centros de elaboración de ferralla, 26 son plantas siderúrgicas

fabricantes de material y armaduras normalizadas y 13 son centros de distribución de acero.

La entidad de estos datos hace que el Comité de Certificación de productos de acero para hormigón se encuentre entre los tres comités de productos de construcción con mayor número de empresas. Este comité es a su vez parte integrante de un grupo estratégico de comités de AENOR del sector del hormigón estructural, formado además por los siguientes grupos:

- AEN/CTC-015 Cemento.
- AEN/CTC-045 Prefabricados de hormigón.
- AEN/CTC-051 Aditivos para hormigón.
- AEN/CTC-059 Áridos.
- AEN/CTC-061 Hormigón preparado (357 centros).
- AEN/CTC-081 Instalación de sistemas de postesado.



"AENOR ha adaptado sus requisitos de certificación a las exigencias de la EHE-08"

A pesar de que es indiscutible el valor de la Marca AENOR N para comercializar acero o armadura para hormigón en España y de lo positivo de los resultados que presenta el AEN/CTC-017, siempre queda margen

para mejorar. No cabe duda de que es beneficioso para el sector y para AENOR que el número de centros con Marca N sea cada vez más amplio. Pero mucho más importante es que el nivel de satisfacción de las empresas con Marca N sea tal que identifiquen claramente el valor añadido que la Marca N les aporta, constituyendo un distintivo que les diferencia de sus más directos competidores.

"62 centros de elaboración de ferralla disponen de la certificación AENOR de producto"

La prestación conjunta del servicio de certificación de sistemas de la calidad (Marca AENOR de Registro de Empresa) y de certificación de producto/servicio (Marca AENOR N) permite a una empresa conseguir, de forma simultánea, la certificación del sistema de gestión y de los productos o servicios de la empresa.

La prestación conjunta del servicio permite realizar al mismo tiempo las tareas comunes de los distintos sistemas de certificación, facilitando a la empresa la conse-

cución de ambas certificaciones, de forma más rápida y económica de lo que resultarían ambas certificaciones por separado.

La certificación de productos, en cifras

Las cifras que ilustran el volumen de la actividad de certificación de productos de AENOR son, sin lugar a dudas, positivas (datos de octubre de 2009):

- 5.331 empresas con productos certificados.
- 89.115 productos certificados.
- 14.943 certificados emitidos.
- 6.877 certificados de Marca N.
- 81 comités técnicos de certificación.

Son cifras que muy pocos organismos de certificación europeos alcanzan, fruto del rigor y de la independencia con que AENOR trabaja. Para reforzar esta independencia la Asociación, que nació en 1986 como entidad privada y sin fines lucrativos, no realiza asesoramiento.

AENOR se dedica a dos actividades básicas. Por un lado, es la entidad legalmente responsable del desarrollo de las normas técnicas en España. Con más de 28.000 normas, presenta uno de los catálogos más completos de los organismos de normalización del mundo.

Por otro, es la entidad líder en certificación en España, ya que sus sellos son los más valorados. Tiene 50.895 certificados emitidos





REPORTAJES

al cierre de 2008, de los que 23.507 corresponden a certificados de sistemas de gestión de la calidad (según la norma internacional ISO 9001) y 5.323 a certificados de sistemas de gestión ambiental (ISO 14001). El resto se refieren a certificación de producto y servicios y a nuevos campos como Calidad Comercial, I+D+i, Seguridad y Salud en el Trabajo, Eficiencia Energética o Alimentación. AENOR innova permanentemente para poner a disposición de las empresas certificados que les ayuden a responder con éxito a sus nuevos retos.

"Más de 89.000 productos llevan la marca N, de ellos más de 44.000 pertenecen al sector de la construcción"

Tiene presencia permanente en 11 países de Iberoamérica y Europa y ha emitido certificados en más de 60 países en todo el mundo.

⇒ **Tabla 1.- Fabricantes de barras y rollos corrugados con marca AENOR.**

EMPRESA	CENTRO	PROVINCIA
A. G. Siderúrgica Balboa S.A.	Jerez de los Caballeros	Badajoz
ArcelorMittal Zaragoza, S.A.	Cartuja Baja	Zaragoza
ArcelorMittal Zumárraga, S.A.	Zumárraga	Guipúzcoa
B.E.S. Brandenburger Elektrostahlwerke GmbH	Bandenburg an der Havel	Alemania
Celsa Atlantic, S.L.	Laracha	La Coruña
Compañía Española de Laminación, S.L. (CELSA)	Castellbisbal	Barcelona
Corrugados Azpeitia, S.L.	Azpeitia	Guipúzcoa
Corrugados Getafe, S.L.	Getafe	Madrid
Megasa Siderúrgica, S.L.	Narón	La Coruña
Nervacero, S.A.	Valle de Trápaga	Vizcaya
Siderúrgica Sevillana, S.A.	Alcalá de Guadaira	Sevilla
SN Maia – Siderurgia Nacional, S.A.	S. Pedro Fins	Portugal
SN Seixal – Siderurgia Nacional, S.A.	Paio Pires	Portugal

⇒ **Tabla 2.- Fabricantes de alambres trellados con marca AENOR.**

EMPRESA	CENTRO	PROVINCIA
Aceros para la Construcción, S.A.	L'Arboç del Penedés	Tarragona
Aceros para la Construcción, S.A.	Illescas	Toledo
Codimetal – Comércio e Industria de aços e metais, S.A.	Quinta do Anjo	Portugal
Corrugados Lasao, S.L.	Azpeitia	Guipúzcoa
Industrial de Armaduras Omnia, S.L.	Echarri-Aranaz	Navarra
SN Seixal – Siderurgia Nacional, S.A.	Paio Pires	Portugal

En la actualidad, cuenta con alrededor de 900 miembros, entre los que destacan las principales organizaciones empresariales profesionales representativas de los sectores económicos e industriales, así como las asociaciones de consumidores y usuarios de ámbito estatal.

Entre todos los miembros desempeñan un papel destacado las asociaciones españolas de empresas constructoras y siderúrgicas, además de las que reúnen a los principales sectores fabricantes de productos de construcción. Esta particularidad de AENOR permite que las actividades de certificación que desarrolla mantengan un íntimo contacto con la realidad de los diferentes sectores y sus necesidades. Ello produce un paralelismo entre las necesidades sectoriales de certificación y las certificaciones que AENOR ofrece. El resultado es el extendido reconocimiento de sus certificados en el mercado. ■

Tabla 3.- Fabricantes de armaduras normalizadas con marca AENOR.

EMPRESA	CENTRO	PROVINCIA
Mallas electrosoldadas		
Aceros para la Construcción, S.A.	L'Arboç del Penedés	Tarragona
Aceros para la Construcción, S.A.	Illescas	Toledo
Corrugados Lasao, S.L.	Azpeitia	Guipúzcoa
Industrial de Armaduras Omnia, S.L.	Echarri-Aranaz	Navarra
Megasider, S.L.	Narón	La Coruña
SN Seixal – Siderurgia Nacional, S.A.	Paio Pires	Portugal
Armadura básica electrosoldada en celosía		
Aceros para la Construcción, S.A.	L'Arboç del Penedés	Tarragona

Tabla 4.- Fabricantes de alambres y cordones para hormigón pretensado con marca AENOR.

EMPRESA	CENTRO	PROVINCIA
Emesa Trefilería, S.A.	Arteixo	La Coruña
Filozin, S.A.	Vitoria	Alava
Fapricela, Industria de Trefilaria, S.A.	Coimbra	Portugal
Productos Derivados del Acero, S.A. (PRODERAC)	Catarroja	Valencia
Sociedade Industrial de Trefilería (SOCITREL)	S. Romao do Coronao	Portugal
Trenzas y Cables de Acero PSC, S.L. (TYCSA)	Santander	Cantabria

Tabla 5.- Fabricantes de ferralla con marca AENOR.

EMPRESA	CENTRO	PROVINCIA
Armacentro, S.A.	Camarma de Esteruelas	Madrid
Armaduras del Norte, S.L.	Cudillero	Asturias
Armaduras del Sur, S.L.	La Roda de Andalucía	Sevilla
Armalla, S.L.	Camarma de Esteruelas	Madrid
Artepref, S.A.U.	Aranda de Duero	Burgos
Burdilán Álava, S.L.	Villarreal de Alava	Alava
Burdilán Aragón, S.L.	Magallón	Zaragoza
Burdilán Madrid, S.L.	San Martín de la Veja	Madrid
Burdilán, S.A.	Ortuella	Vizcaya
Cesáreo Munera, S.L.	Onda	Castellón
COFEMA, S.A. - Compañía de Ferrallistas de Madrid	Seseña	Toledo
Construcciones Galcón, S.L.	Plasencia	Cáceres
Elaboración y Montaje de Armaduras, S.A.	Sigueiro	La Coruña
Elaborados Férricos	L'Arboç del Penedés	Tarragona
Euroarmaduras, S.L.	Orejo	Cantabria
Ferralla Gastón, S.A.	Estella	Navarra
Ferrallados Core, S.A.	Castellbisbal	Barcelona
Ferrallas Albacete, S.A.	Albacete	Albacete
Ferrallas Haro, S.L.	Haro	La Rioja
Ferrallas JJP Maestrat, S.L.	Benicarló	Castellón
Ferrallas Río Tirón, S.L.	Bañares	La Rioja
Ferrallas Valdés, S.L.	Colloto	Asturias
Ferrallats Armangué, S.A.	Celra	Gerona
Ferrobérica, S.L.	Abreva	Barcelona
Ferrofet Catalana, S.L.	Mollerusa	Lérida
Ferroinsa Aceros y Ferrallas Industriales, S.A.	Getafe	Madrid
Ferroinsa Aceros y Ferrallas Industriales, S.A.	Fuente Palmera	Córdoba



REPORTAJES

➤ **Tabla 5.-** Fabricantes de ferralla con marca AENOR (continuación).

EMPRESA	CENTRO	PROVINCIA
Ferromat Ponent, S.A.	Lérida	Lérida
Ferros Iluro, S.L.	Argentona	Barcelona
Ferros La Pobra, S.A.	La Pobra de Vallbona	Valencia
Forjados Riojanos, S.L.	Aleson	La Rioja
Forjater, S.A.	Cartes	Cantabria
Formac, S.A.	Villarrubia de los Ojos	Ciudad Real
Grupo Ros Casares, S.L.	Valencia	Valencia
Hidráulicas Valmar, S.L.	Langreo	Asturias
Hierros Ayora, S.L.	La Cartuja Baja	Zaragoza
Hierros del Noroeste, S.L.	Caravaca de la Cruz	Murcia
Hierros del Pirineo, S.L.	Sabiñáñigo	Huesca
Hierros Godoy, S.A.	Alcalá de Guadaira	Sevilla
Hierros Huesca, S.A.	Huesca	Huesca
Hierros Lubesa, S.A.	Valldoreix	Barcelona
Hierros Sánchez, S.L.	Balsicas	Murcia
Hierros Santa Cruz Santiago, S.L.	Padrón	La Coruña
Hierros Uriarte, S.L.	Vitoria	Álava
Hierros y Aceros de Mallorca, S.A.	Palma de Mallorca	Islas Baleares
Hierros y Ferrallas de Fortuna, S.L.	Fortuna	Murcia
Hierros y Montajes, S.A.	Piera	Barcelona
Hijos de Lorenzo Sancho, S.A.	Igorre	Vizcaya
Irazaco, S.L.	Lezo	Guipúzcoa
Jesús Alonso Rodríguez, S.L.	Cervo	Lugo
José Isidro Torres, S.L.	Toro	Zamora
Lenur Ferrallats, S.L.	Vallirana	Barcelona
Manufacturados Férricos, S.A.	S. Miquel de Balenyá	Barcelona
Pentacero Hierros, S.L.	Algete	Madrid
Preformados Ferrogrup, S.A.	Granollers	Barcelona
S. Zaldúa y Cia, S.L.	Urneta	Guipúzcoa
SHP Hierros y Aluminios, S.L.	Fuentecarreteros	Córdoba
Sinase Ferralla y Transformados, S.L.	Tudela	Navarra
Técnicas del Hierro, S.A.	Torrejón de la Calzada	Madrid
Teinco, S.L.	Requena	Valencia
Transformados y Ferralla Moral, S.L.	Torredelcampo	Jaén
Xabier Bisbal, S.L.	Vilanova del Cami	Barcelona

➤ **Tabla 6.-** Distribuidores de productos de acero para hormigón con marca AENOR.

EMPRESA	CENTRO	PROVINCIA
Compañía Española de Recuperaciones Férricas, S.A.	Amorebieta	Vizcaya
Compañía Española de Recuperaciones Férricas, S.A.	Getafe	Madrid
Eusebio Calvo y Cia, S.A.	Getafe	Madrid
Freire Hermanos, S.A.	Ferrol	La Coruña
Freire Productos Siderúrgicos, S.A.	Madrid	Madrid
Grupo Ros Casares, S.L.	Esquivias	Toledo
Hierros Alfonso, S.A.	Zaragoza	Zaragoza
Hierros Especiales Comercializados, S.A.	Leganés	Madrid
Hierros Jove García, S.L.	La Felguera	Asturias
Hierros Manuel Vidal, S.A.U.	Zamora	Zamora
Hierros Valladolid, S.A.	Valdelafuente	León
Hierros Valladolid, S.A.	Valladolid	Valladolid
Productos Siderúrgicos del Norte, S.L.	Gijón	Asturias

EL CERTIFICADO DE HOMOLOGACIÓN DE ADHERENCIA Y LA EHE-08

VENTAJAS DE SU USO

Jorge Ley Urzáiz - Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Director del Área de Ensayos Estructurales de INTEMAC.

La vigente Instrucción EHE-08 mantiene la línea de anteriores instrucciones al contemplar una utilización de longitudes de anclaje y solapo particulares, unidas a la homologación de las condiciones de adherencia. Además, especifica con mayor claridad que las anteriores instrucciones el uso de los Certificados de Homologación de Adherencia de los productos de acero para hormigón emitidos de conformidad con el Anejo C de la Norma UNE EN 10080:2006.

Por todo ello, parece pertinente comentar los distintos aspectos que recogen los certificados de adherencia y cómo las Direcciones Facultativas, las Oficinas de Control Técnico y los Laboratorios de Control han de hacer un correcto uso de estos certificados.

En este artículo se describe cómo se confecciona el Certificado de Homologación de Adherencia, cómo hacer un correcto uso del mismo y las especificaciones que recoge la Instrucción EHE-08 relativas a él.

LA CONFECCIÓN DEL CERTIFICADO DE HOMOLOGACIÓN DE ADHERENCIA

Actualmente el Certificado de Homologación de Adherencia se confecciona siguiendo las prescripciones recogidas en el Anejo C de la Norma UNE EN 10080:2006. Esta norma ha modificado ligeramente la ejecución de los ensayos pertinentes para la obtención del cer-

tificado respecto a la normativa anterior UNE 36740:1998, sucesora del procedimiento recogido en su día en el Anejo V de la EHE-82. El cambio más destacable reside en la obligatoriedad de conservar sumergidas en agua a (20 ± 2) °C las probetas que posteriormente han de ser ensayadas conforme a la operativa que se describe más adelante. Básicamente, tanto la norma actual como las anteriores tienen las mismas especificaciones para la realización del ensayo en sí, siendo incluso la actual más tolerante en cuanto a la calidad del hormigón empleado. Pueden considerarse, por tanto, equivalentes desde el punto de vista de los resultados obtenidos.

"El Certificado de Homologación de Adherencia facilita las tareas del control del acero suministrado y colocado en obra"

Los Certificados de Homologación de Adherencia se emiten para valorar la adherencia de los productos de acero para hormigón (barras, rollos y alambres corrugados) que se producen en cada fábrica de acero de armaduras para cada calidad de acero y tipología de geometría del corrugado que se fabrique en ella.

La norma indica que deben ensayarse tres diámetros representativos de la serie fina, media y gruesa, recomendando que sean los diámetros de 8, 16 y 32 mm, respectivamente.



REPORTAJES

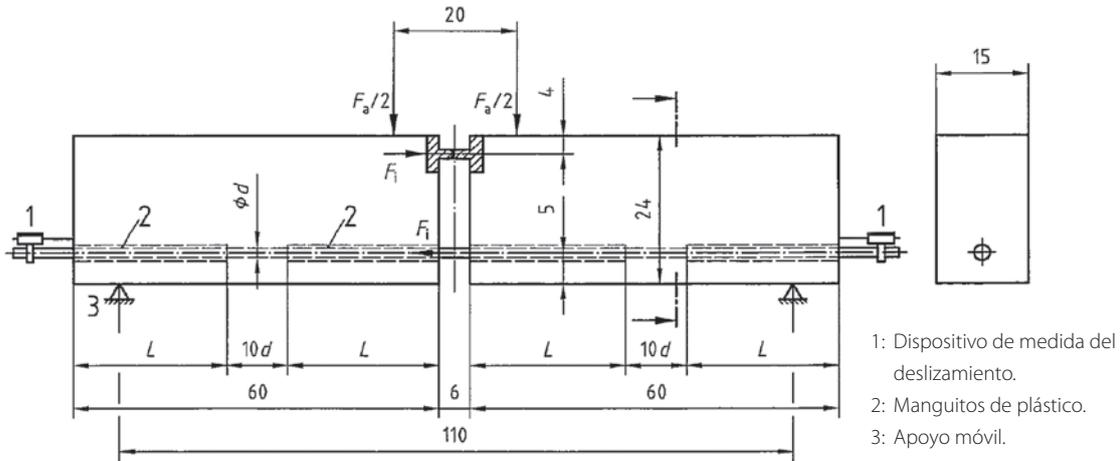


Figura 1.- Viga de ensayo para barras de diámetro superior a 16 mm (dimensiones en cm).

Dado que el objeto es caracterizar la adherencia de estos productos, los ensayos han de efectuarse sobre muestras enderezadas, a las que nos referiremos como barras que, poseyendo la geometría de corrugado (separación, ángulo entre corrugas o grafilas, etc.) características de la producción objeto de certificación, tengan una altura de corruga que sea ligeramente inferior a la que después se comercialice ya que, de lo contrario, las barras fabricadas en la producción normal incumplirían los valores recogidos en el certificado al irse desgastando los cilindros de laminación.

Previamente a la realización de los ensayos se seleccionan las barras con peores características de adherencia (área proyectada de corruga, f_{br} más baja), y esas son las que se utilizan para confeccionar las probetas de ensayo.

El ensayo consiste en someter a flexión simple una viga tipo, formada por dos bloques paralelepípedos de hormigón armado, interconectados en su parte inferior por una barra cuya adherencia se quiere ensayar y, en su parte superior, por una rótula de acero, hasta que se produzca la pérdida total de la adherencia del acero

en una de las dos semivigas, o hasta que se produzca la rotura del propio acero. Durante el ensayo se registran las cargas y el deslizamiento que se produce en cada uno de los extremos de la barra de acero.

De cada uno de los diámetros representativos se realizan 25 ensayos denominados "de viga" (Ensayos de *Beam-Test*) de los que se obtendrán 50 valores (uno por extremo de cada pieza). La obtención de estos 50 valores es posible gracias a la disposición de unos topes soldados a los extremos de las barras, que permiten continuar con el ensayo cuando se ha producido el fallo total de adherencia en uno de los extremos, pudiendo continuar efectuando mediciones en el extremo opuesto hasta que también se produce su fallo.

En el ensayo hay que registrar los valores de carga y deslizamiento de las barras, para poder establecer las tensiones de adherencia que se corresponden con deslizamientos de 0,01 mm ($\tau_{0,01}$), 0,1 mm ($\tau_{0,1}$), 1 mm (τ_1), a partir de las cuales se calcula la τ_{bm} . La tensión última

Tabla 1.- Requisitos de las tensiones de adherencia establecidos por la Instrucción EHE-08.

Díámetro (mm)	$\tau_{bm} = \frac{\tau_{0,01} + \tau_{0,1} + \tau_1}{3}$ (N/mm ²)	τ_{bu} (N/mm ²)
< 8	≥ 6,88	≥ 11,22
8 a 32	≥ 7,84 - 0,12 ∅	≥ 12,74 - 0,19 ∅
> 32	≥ 4,00	≥ 6,66

de adherencia del ensayo se denomina τ_{bu} . Estos dos valores, al comprobarlos con los establecidos en el artículo 32.2 de la Instrucción EHE-08, permiten, en su caso, calificar el acero ensayado como de alta adherencia y emitir el correspondiente certificado.

En las Figuras 2 a 7 pueden observarse diversos aspectos de la fabricación y ensayo de la viga (*Beam-Test*),

mientras que la Figura 8 corresponde a uno de los gráficos tipo que se obtienen durante la realización del ensayo.

La geometría de resaltos de los ensayos sobre diámetros representativos de cada serie hay que extrapolarla al total de la gama fabricada. Para ello se interpolan valores que mantengan la superficie proyectada de corruga, f_{Rr} igual en cada serie, y cada parámetro en ordenes relativos análogos para todos los diámetros.



Figura 2.- Disposición de la armadura en una de las semivigas antes de ser hormigonada.



Figura 3.- Hormigonado.



Figura 4.- Desencofrado.



Figura 5.- Curado de las piezas.



Figura 6.- Ensayo de Beam-Test.



Figura 7.- Instrumento de medida del deslizamiento en uno de los extremos de la barra ensayada.



REPORTAJES



Figura 8.- Diagrama tensión - deformación.

En aquellos casos en los que los diámetros ensayados presenten saltos no contiguos de algún valor (caso más común: el perímetro sin corrugas), es necesario realizar correcciones de ajuste e interpolaciones posteriores, siguiendo los mismos criterios.

Por todo ello, el Instituto Técnico de Materiales y Construcciones (INTEMAC) en los Certificados de Homologación de Adherencia que confecciona diferencia en el anverso (Figura 9) y el reverso (Figura 10) del certificado, los trabajos y resultados obtenidos que han servido de base para la confección del mismo y los valores que especifica que deben de cumplir las barras cuya adherencia se certifica. De este modo, el anverso es el Certificado de Homologación de Adherencia propiamente dicho, y contiene los valores que deben cumplir las barras cuya adherencia se certifica. Mientras que el reverso es un informe de ensayos en el cual figuran todos los datos correspondientes y el logo de ENAC identificando la acreditación correspondiente. En ambas caras se incluye una descripción gráfica con la identificación de las barras ensayadas: país y fabricante, de acuerdo con las especificaciones establecidas por la norma de producto correspondiente.

LA INSTRUCCIÓN EHE 08 Y EL CERTIFICADO DE HOMOLOGACION DE ADHERENCIA

La Instrucción EHE-08 hace mención al Certificado de Homologación de Adherencia en los siguientes artículos:

- Artículo 32.- "Acero para armaduras pasivas".
- Artículo 69.5.- "Criterios específicos para el anclaje y empalme de las armaduras".

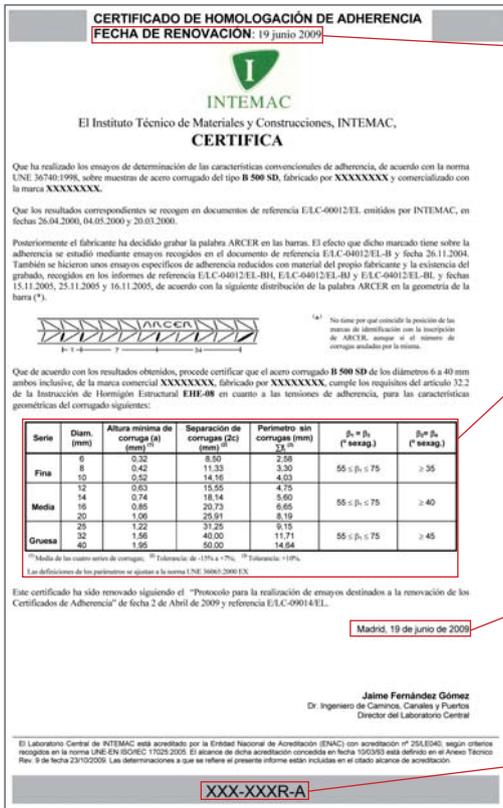
- Artículo 87.- "Control del acero".
- Artículo 88.- "Control de las armaduras".
- Anejo 21.- "Documentación de suministro y control". Artículos 1 y 2.

Más adelante se recogerán las especificaciones que se detallan en cada uno de los artículos. Una novedad muy significativa es la recogida en el apartado 88.4.1. "Comprobación documental previa al suministro", donde textualmente se señala lo siguiente:

En el caso de que el proyecto haya dispuesto unas longitudes de anclaje y solape que de acuerdo con 69.5, exijan el empleo de acero con un certificado de adherencia, éste deberá incorporarse a la correspondiente documentación previa al suministro. Mientras no esté en vigor el mercado CE para acero corrugado, dicho certificado deberá presentar una antigüedad inferior a 36 meses, desde la fecha de la fabricación del acero.

Este requisito es extraordinariamente importante, sobre todo si tenemos en cuenta que todo el proceso del marcado CE de los productos de acero para hormigón se encuentra en revisión en estos momentos, no siendo previsible que se encuentre operativo a medio plazo.

Por este motivo INTEMAC ha recibido la petición de las Empresas Siderúrgicas fabricantes de productos



Fecha de renovación

Características geométricas del corrugado

Serie	Diam. (mm)	Altura mínima de corruga (a) (mm) ⁽¹⁾	Separación de corrugas (2c) (mm) ⁽²⁾	Perímetro sin corrugas (mm) $\sum_{i=1}^4 a_i$ ⁽³⁾	$\beta_1 = \beta_2$ (° sexag.)	$\beta_3 = \beta_4$ (° sexag.)
Fina	6	0,32	8,50	2,58	55 ≤ β ₁ ≤ 75	≥ 35
	8	0,42	11,33	3,30		
	10	0,52	14,16	4,03		
Media	12	0,63	15,55	4,75	55 ≤ β ₁ ≤ 75	≥ 40
	14	0,74	18,14	5,60		
	16	0,85	20,73	6,65		
	20	1,06	25,91	8,19		
Gruesa	25	1,22	31,25	9,15	55 ≤ β ₁ ≤ 75	≥ 45
	32	1,56	40,00	11,71		
	40	1,95	50,00	14,64		

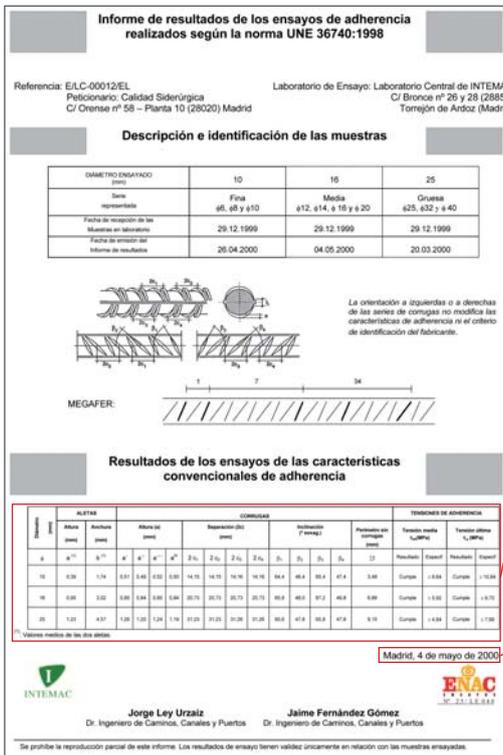
(1) Media de las cuatro series de corrugas; (2) Tolerancia: de -15% a +7%; (3) Tolerancia: +10%.

Las definiciones de los parámetros se ajustan a la norma UNE 36065:2000 EX

Fecha de emisión

Código de referencia

Figura 9.- Anverso de un certificado tipo de homologación de adherencia.



Resultados de los ensayos de las características convencionales de adherencia

Fecha de la emisión del último informe de resultados

Figura 10.- Reverso certificado tipo de homologación de adherencia.



REPORTAJES

de acero para hormigón asociadas a CALIDAD SIDERÚRGICA de llevar a cabo la renovación de todos aquellos Certificados de Homologación de Adherencia con una antigüedad superior a los 36 meses con el fin de adaptarse a esta exigencia de la Instrucción EHE-08.

INTEMAC, con la coordinación de Calidad Siderúrgica, ha iniciado esta labor, que se encuentra muy avanzada en estos momentos, lo que está requiriendo la realización de una extensa campaña de inspección y ensayos de forma que, en el momento de la entrada en vigor efectivo de esta Instrucción, los productos de acero para hormigón comercializados en España puedan ir acompañados de los nuevos certificados. Para ello se ha elaborado un protocolo que contempla unas actividades de seguimiento anuales que implican la comprobación de las geometrías fabricadas y la realización de ensayos de adherencia de acuerdo con la norma UNE EN 10080:2006.

"Los Certificados de Homologación de Adherencia deben renovarse cada 36 meses"

USO DEL CERTIFICADO DE HOMOLOGACIÓN DE ADHERENCIA

Como ya se ha indicado, en el anverso del Certificado de Homologación de Adherencia emitido por INTEMAC (Figura 9) figuran las características geométricas que han de cumplir las barras para garantizar las condiciones de adherencia establecidas por la Instrucción EHE-08. Estas características hacen referencia a la altura mínima de corruga, la separación entre corrugas, la inclinación de éstas, así como el valor máximo del perímetro de la barra sin corrugas. Para todos estos valores se dan unos márgenes de tolerancia y la definición de los distintos parámetros que se ajustan a lo indicado en la norma UNE EN 10080:2006.

Los valores que se recogen son para todos los diámetros de las series fina (6, 8, 10 mm), media (12, 14, 16, 20 mm) y gruesa (25 y 32 mm), y van a permitir efectuar las comprobaciones que se indican en la Instrucción como, por ejemplo, las señaladas en los artículos que se relacionan a continuación:

- En el artículo 32.2 "Barras y rollos de acero corrugado soldable" de la Instrucción se indica lo siguiente:

"la altura de la corruga de la barra recta enderezada procedente de suministro en rollo, deberá ser superior a la indicada en el certificado en más de 0,1 mm en el caso de diámetros superiores a 20 mm y en más de 0,05 mm en el resto de los casos".

- En el artículo 87 "Control del acero" se señala lo siguiente:

"de las probetas de acero sobre las que se efectúan ensayos es preciso: <Comprobar que las características geométricas de sus resaltos están comprendidos entre los límites admisibles establecidos en el certificado específico de adherencia>".

- En el artículo 88. "Control de las armaduras" se señala lo siguiente:

"en el caso de que el proyecto haya dispuesto unas longitudes de anclaje y solape que de acuerdo con 69.5, exigen el empleo de acero con un certificado de adherencia, este deberá incorporarse a la correspondiente documentación previa al suministro".

- En el artículo 88.5.3.2. "Comprobación de la conformidad de las características de adherencia de las armaduras elaboradas y de la ferralla armada". Se indica lo siguiente:

"la comprobación de la conformidad de las características de adherencia de las armaduras elaboradas es preceptiva siempre que su elaboración incluya algún proceso de enderezado.

Para la caracterización de la adherencia, se tomará una muestra de las probetas por cada uno de los diámetros que formen parte del acero enderezado y se determinarán sus características geométricas. En el caso de que se

trate de un acero con certificado de las características de adherencia según el Anejo C de la UNE EN 10080, será suficiente con determinar su altura de corruga”.

certificado de homologación de adherencia, el cual no tendrá una antigüedad superior a 3 años o, al menos, se encontrará en proceso de renovación.

Todo lo anteriormente expuesto puede sintetizarse en lo siguiente:

1. Resulta imprescindible para cumplir las prescripciones de la EHE-08 solicitar al suministrador del acero o, en su caso, de la ferralla (armadura elaborada) el

2. La comprobación de la geometría del producto suministrado se debe efectuar distinguiendo si se trata de barra recta o de rollo. En el caso de suministros en forma de rollo debe verificarse que los valores de altura de corruga son superiores a los indicados en el certificado en 0,05 mm para diámetros inferiores a 20 mm y en 0,1 mm para diámetros iguales o superiores a 20 mm.

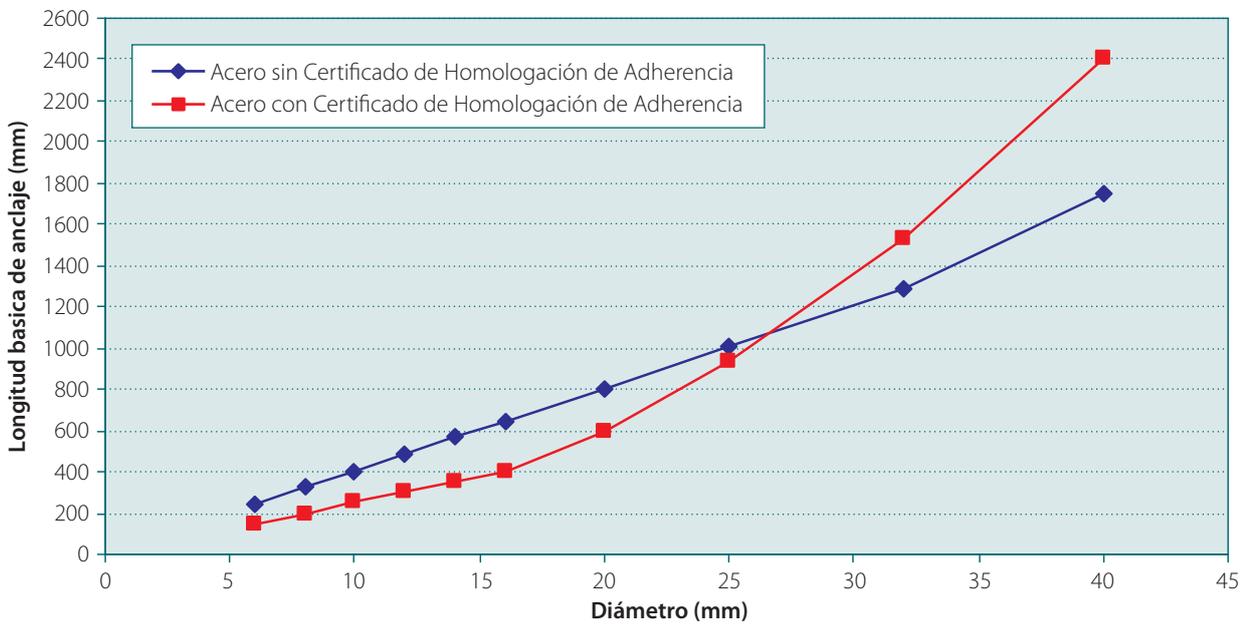


Figura 11.- Diagrama longitud básica de anclaje – diámetro.

Tabla 2.- Longitudes básicas de anclaje para aceros con y sin certificado de homologación de adherencia (en mm).

Diámetro (mm)	Acero con Certificado de Homologación de Adherencia (mm)	Acero sin Certificado de Homologación de Adherencia (mm)	Diferencia (mm)
8	200	323	+ 123
10	250	404	+ 154
12	300	484	+ 184
14	350	565	+ 215
16	400	646	+ 246
20	600	807	+ 207
25	938	1.009	+ 71
32	1.536	1.291	- 245



REPORTAJES

Si el suministro es de armaduras elaboradas o de ferralla armada, ya no es necesario efectuar esta distinción, puesto que todo el material ya se ha enderezado, debiéndose comprobar únicamente que la geometría del corrugado sigue cumpliendo los valores indicados en el certificado correspondiente.

3. Si el acero suministrado carece de certificado de adherencia, las longitudes de anclaje no se calculan conforme a las expresiones del tipo $K \cdot \emptyset^2$ recogidas en el artículo 69.5 (como históricamente se han calculado en España), sino por las expresiones del tipo $\eta \cdot \emptyset$ recogidas en el Eurocódigo y, ahora también, en la EHE-08 en el artículo 69.5. Tanto en el gráfico de la Figura 11 como en la Tabla 2 se puede observar la comparativa realizada en la obtención de la longitud básica de anclaje en función del diámetro de barras de acero corrugado con un límite elástico de 500 N/mm² empleando un hormigón H-25.
4. Como es obvio, en el caso de emplear barras de diámetro inferior a 32 mm, las longitudes de anclaje que resultan para aceros que no tengan Certificado de Homologación de Adherencia son bastante mayores que las longitudes que resultan para aceros con certificado. Además, si no posee Certificado de Homologación de Adherencia las comprobaciones en obra durante el control no se limitarán a medir la altura de corruga, sino que deberán determinarse todas las restantes características para obtener el área proyectada de corruga (f_p).

CONCLUSIONES FINALES

Las longitudes de anclaje y solape a tener en cuenta en el proyecto de estructuras de hormigón son inferiores en el caso de los aceros con Certificado de Homologación de Adherencia siempre que los diámetros sean inferiores a 32 mm.

La certificación AENOR de aceros para hormigón establece la obligación de que los productos amparados en la misma garanticen sus condiciones de adherencia a través del procedimiento recogido en el Anejo C de la norma UNE EN 10080:2006.

El empleo de aceros con Certificado de Homologación de Adherencia en vigor facilita las tareas del control del acero suministrado y colocado en obra, y simplifica de forma muy notable la comprobación de la geometría del corrugado, al estar especificada la misma en magnitudes directamente medibles, y no a través de una propiedad (f_p) que requiere su cálculo dependiendo de cada tipo de geometría.

Los diferentes tipos de acero y geometrías del corrugado quedan reflejados y definidos en el certificado con su marcado correspondiente, lo que permite la identificación de los mismos de forma inmediata. ■



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: _____

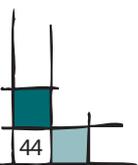
Empresa: _____

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.



COFEMA Y EUROARMADURAS ENTRAN A FORMAR PARTE DE FERRAPLUS

Desde el mes de octubre COFEMA y EUROARMADURAS ostentan el derecho de uso de la marca FerraPlus, un distintivo mediante el cual se certifica que sus procesos productivos de elaboración de ferralla satisfacen las más altas exigencias de calidad, fiabilidad y garantía del mercado.

COFEMA, S.A.

Ubicada en la localidad de Seseña (Toledo), la Compañía de Ferrallistas de Madrid, S.A. (COFEMA) forma parte de un grupo de empresas, junto con GESFER, Ferrallas Albacete, S.A. y COFEMAZA, S.L., dedicadas a la elaboración, suministro y montaje de ferralla a obras de cualquier parte de España.



COFEMA es una empresa que adapta sus servicios a las necesidades de la obra con independencia de su naturaleza (edificación u obra civil) y de su envergadura, desde la pequeña edificación hasta las grandes infra-

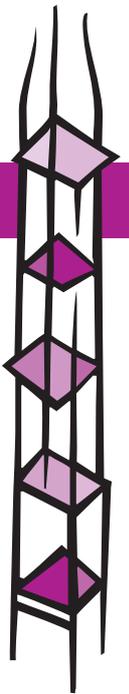


estructuras, asumiendo no sólo la elaboración de la ferralla sino también su colocación en la obra, garantizando en cualquier caso la trazabilidad de la misma.

Sus instalaciones, de 20.000 m², albergan una amplia y moderna maquinaria (piloterías, estribadoras automáticas capaces de manejar diámetros de hasta 20 mm, carros de corte, centros del doblado, grupos de soldadura, etc.) con una capacidad de producción mensual de 5.000 toneladas de ferralla y su plantilla está formada por 375 trabajadores, disponiendo todos de la Tarjeta Profesional de la Construcción (TPC) o estando en el periodo de formación necesario para ello.

Entre las realizaciones en las que ha participado destacan algunas como las Torres Kio (Madrid), el Hospital Infanta Sofía (San Sebastián de los Reyes), el Campus Financiero del BSCH (Boadilla del Monte), así como diversos tramos de la M-30 o de la línea de alta velocidad Madrid-Toledo.

A pesar de disponer desde el año 2006 de la certificación AENOR para ferralla COFEMA, S.A. ha querido implicarse aún más con la calidad haciendo de ésta un elemento de distinción, razón que ha optado por la obtención del derecho de uso de la marca FerraPlus.





NOTICIAS

EUROARMADURAS, S.L.

Desde que fuese creada en 1989, EUROARMADURAS, S.L. se dedica al suministro, elaboración, armado y colocación de ferralla tanto para obra civil como para edificación. Ubicada en la localidad de Marina de Cudeyo (Cantabria) realiza trabajos para las principales promotoras y constructoras del país, habiendo trabajado para importantes obras como la Ronda Oeste de Pamplona (Navarra) con la que inició su labor, el aparcamiento subterráneo de La Llama en Torrelavega (Cantabria), la estación depuradora de San Pantaleón (Cantabria) y el enlace de La Marga con La Albericia en Santander, obra que realiza en la actualidad.



En sus instalaciones de más de 3.400 m², EUROARMADURAS dispone de completa maquinaria para la manipulación del acero, como puentes grúa de 6,3 toneladas, varias dobladoras semi-automáticas, una estribadora automática, varias espiraladoras de aros y cizallas (hidráulica vertical y de obra), un centro de producción automático, un buen número de máquinas de soldar y un robot de doblado, entre otros.

Una de las motivaciones principales de esta empresa es la calidad. Por ello, ha conseguido el Certificado AENOR de Producto en sus instalaciones de "El Bosque" y en su nueva nave ubicada en la localidad de Orejo (Cantabria). Además, gracias a un sistema informático de trazabilidad, sus clientes pueden conocer todos los detalles de las coladas de acero con las que ha sido elaborada la ferralla sumi-



nistrada, asegurando en cada momento la calidad de la misma.

El interés de esta compañía por ofrecer la mejor calidad en sus productos también se aplica a sus trabajos a pie de obra. Para ello, cuenta con una plantilla de diecinueve profesionales con amplia experiencia para elaborar y montar armaduras en taller e instalarlas en cualquier tipo de obra civil o de edificación.

La combinación de su dilatada experiencia, excelente maquinaria y profesionalidad ha hecho que EUROARMADURAS alcance una producción media anual de 3.000 toneladas de ferralla elaborada y colocada.

INVERTIR EN INFRAESTRUCTURAS ES RENTABLE, SEGÚN SEOPAN

La patronal de las grandes constructoras ha publicado un estudio en el cual se pone de manifiesto la rentabilidad de la inversión en infraestructuras. Según este informe, una inversión equivalente al 1 % del PIB en el sector de la construcción permite crear 127.100 puestos de trabajo directos y 62.000 indirectos procedentes de industrias suministradoras.

Gracias a este estudio SEOPAN se ha arropado de datos para proponer al Gobierno la inversión en infraestructuras como medida indispensable para salir de la crisis. A tener en cuenta es la variación de la generación de em-

pleo en la construcción según el destino de la inversión. Si es destinado a la construcción de viviendas se crearían 134.500 empleos directos y 62.700 indirectos; en caso de dedicarse a la construcción de infraestructuras se generarían 117.500 puestos directos y 63.100 indirectos.

A estas previsiones el informe de SEOPAN ha aportado un argumento más de referencia: de cada 1 % del PIB invertido en infraestructuras (unos 10.500 millones de euros), el 0,57 % retorna a las cuentas de las Administraciones Públicas. Este retorno se realizaría “como pago directo por IVA (que representaría un 0,16 %), por otros impuestos indirectos y directos o por aumento de recaudación de Cotizaciones Sociales relacionadas con el aumento del empleo (retorno equivalente al 0,11 %)”, explica el estudio.

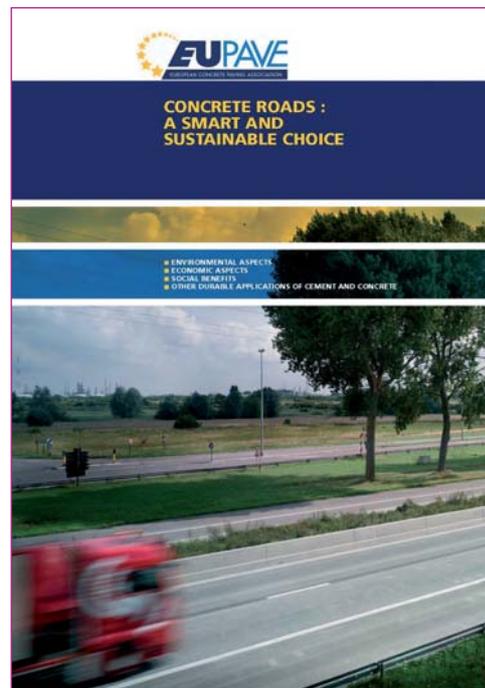
El titular del Ministerio de Fomento, José Blanco, está de acuerdo con que la inversión tiene un efecto positivo para la economía. Por ello, según los presupuestos aprobados para su Ministerio, en 2010 podrá invertir 19.304 millones de euros en obra pública, lo que equivale al 1,5 % del PIB. “Se trata de un presupuesto comprometido con la recuperación económica, porque generará actividad y empleo”, afirmó Blanco, que permitirá “mantener o crear medio millón de puestos de trabajo”.

El sector confía en que las previsiones de ambas instituciones sean correctas y la construcción regrese en 2010 a los números positivos.

PAVIMENTOS DE HORMIGÓN: EJEMPLO DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

¿Se ha preguntado alguna vez si las carreteras de su país son sostenibles? En la era del “desarrollo sostenible” esta pregunta cada día aporta más valor a la construcción de pavimentos con hormigón frente a las mezclas bituminosas.

Son muchas las ventajas de los pavimentos realizados con hormigón y todas ellas han sido recogidas por la Asociación Europea de Pavimentos de Hormigón (EUPAVE) en



su última publicación, que lleva por título: “Concrete Roads: a Smart and Sustainable Choice” (Los pavimentos de hormigón: una elección inteligente y sostenible).

A través de la exposición de diversas experiencias internacionales, este documento demuestra que los pavimentos de hormigón son una solución vinculada intrínsecamente a la construcción sostenible. De este modo, a las propias características de este tipo de carreteras que presentan una elevada durabilidad y un mínimo mantenimiento durante todo su ciclo de vida, estimado entre 30 y 40 años, se añaden otros aspectos vinculados al proceso constructivo que también satisfacen los criterios del desarrollo sostenible, desde la obtención de las materias primas, la fabricación de los materiales, la ejecución de las estructuras, a la reutilización o reciclado de sus materiales al término de su ciclo de vida.

Por otra parte, su contribución al medio ambiente también se refleja en que no emplean derivados del petróleo y en que reducen el consumo de carburante de los vehículos pesados, evitando la emisión de importantes cantidades de CO₂ a la atmósfera.

Con esta publicación, EUPAVE ha querido acercar al público en general las características de la construcción de pavimentos de hormigón.



NOTICIAS

Para obtener un ejemplar únicamente hay que enviar un e-mail a info@eupave.eu indicando los datos personales (nombre, empresa y dirección de envío).

LA MARCA ARCER RENUEVA SU PÁGINA WEB

La marca ARCER, de productos de acero para la elaboración de armaduras pasivas para el hormigón, ha renovado su página web (www.arcer.es) dotándola de mayores contenidos y una imagen más actual.

Junto a la información relativa a la marca ARCER (características y prestaciones garantizadas de los productos de acero corrugado en forma de barras y rollos, actividades y composición de los Grupos de Trabajo y de la Comisión Asesora que impulsan las actividades de I + D + i) la nueva web incorpora de forma destacada noticias relacionadas con el acero corrugado, una agenda de eventos, así como informes y publicaciones que se pueden descargar de forma gratuita.

Todo esto hace que www.arcer.es figure entre los escasos portales informativos de referencia especializados en el sector del acero, y que, más concretamente, recojan la información relativa al acero corrugado.

ARCER - Acero corrugado

Actualidad / Productos / Prestaciones / Calidad / Garantía

Noticias (5) | Eventos (7) | Informes (8) | Publicaciones (9) | Preguntas Frecuentes (5) |

VI Conferencia Europea sobre Escorias de Acero EUROSLAG

Madrid acogió del 21 al 23 de octubre de 2009 la sexta edición de la Conferencia Europea sobre Escorias de Acero EUROSLAG. Con este evento, organizado por UNESD, se pretende promover el uso de las escorias en el Sur de Europa dando a conocer las últimas novedades en el ámbito de la técnica, la eficiencia y las soluciones ambientales que ofrecen las escorias. Entre los tipos de escorias, el programa tratará entre otras las menos utilizadas, como las empleadas en Hornos de Ar...

¿Es mi casa sismorresistente?

Tras asistir al triste recuerdo de muertos por los sucesivos terremotos que se han producido en Italia, algunos españoles se habrán formulado la pregunta de si este fenómeno se podría dar en su localidad. La respuesta es que con mayor probabilidad de lo que ellos mismos podrían creer. Tan sólo hay que consultar la base de datos del Instituto Geográfico Nacional, para comprender...

Jornada sobre el Control de Calidad en la EHE-08

El Colegio Oficial de Arquitectos y Arquitectas Técnicas de Córdoba (COATCO), en colaboración con el Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones (IECA) y el Gabinete Técnico del COAT de Alicante, han organizado una jornada para profundizar en el tratamiento del control de calidad del proyecto, el control de conformidad de los productos y el control de ejecución para las obras con estructura de hormigón en la Instrucción EHE-08. De este modo, en la jornada, que tendrá lugar en Córdoba el...

Otros últimos publicaciones

- 13/10/09 - Modificaciones de los comentarios de los miembros de la CPI a la Instrucción de Hormigón
- 06/10/09 - Alex Barbat, delegado presidente de la Asociación Española de Ingeniería S&IAC
- 02/10/09 - ¿Es mi casa sismorresistente?
- 29/09/09 - Expertos españoles en sismología viajan a Italia para evaluar la estabilidad de los edificios
- 26/09/09 - Terremoto en Italia. Entrevista exclusiva con Alex Barbat, presidente de AISI.

ARCER (6) | Productos | Prestaciones | Calidad | Garantía | Aviso legal | Mapa Web

SE ACTUALIZA EL CATÁLOGO DE RESIDUOS UTILIZABLES EN CONSTRUCCIÓN

Los múltiples usos que pueden tener los residuos han hecho que actualmente sean vistos como "materiales alternativos". Así se desprende de la Ley de Residuos (10/1998) y en el Plan Nacional Integrado de Residuos 2008-2015 (PNIR) que se debe primar su reutilización, reciclado y valoración sobre otras formas de gestión, en particular la eliminación.

Para facilitar el conocimiento y fomentar el empleo de estos materiales, en 2002 el Ministerio de Medio Ambiente Rural y Marino (MARM) y el CEDEX publicaron un "Catálogo de Residuos Utilizables en la Construcción". En él se hacía una relación de cuáles se podían emplear, de qué manera y en dónde estaban localizados, así como la normativa que les era efectiva.

Han pasado siete años desde entonces y la investigación al respecto ha avanzado mucho. Por ello, con el objetivo de actualizar ese catálogo, el pasado mes de noviembre, el CEDEX, en colaboración con el MARM, presentó una nueva versión en la que se incorporan nuevos residuos aplicables en el sector como son los fosfoyesos, los plásticos urbanos (RSU) y los plásticos procedentes de balizamientos. Asimismo, el nuevo catálogo amplía la oferta de residuos de los materiales ya incluidos en el anterior documento, como son los áridos reciclados, las escorias, etc.

Como la investigación y la normativa relacionada con la utilización de residuos en el sector de la construcción no dejan de incorporar novedades –incluso algunos de los materiales recogidos en el catálogo se encuentran en fase experimental–, el CEDEX ha desarrollado una página web en la que la información será permanentemente actualizada (www.cedexmateriales.vsf.es/view/default.aspx). Esta web cuenta con un buscador para facilitar el acceso a la información de los residuos por material, aplicación o localización, lo que hace que sea fácilmente manejable y útil para los agentes implicados en el proceso de construcción. ■

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 D; 28020 MADRID • Tel.: 91 556 76 98; Fax: 91 556 75 89
www.arcer.es
e-mail: buzon@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. • DESÁREO 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. • FERROS ILURO, S.L. • FERROS LA POBLA, S.A. • FORJADOS RIOJANOS, S.L. • FORMAC, S.A. • HIERROS AYORA, S.L. • HIERROS DEL NOROESTE, S.L. • HIERROS DEL PIRINEO, S.A. • HIERROS GODDOY, 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.

