

norma española

UNE-EN 10080

Abril 2006

TÍTULO

Acero para el armado del hormigón

Acero soldable para armaduras de hormigón armado

Generalidades

Steel for the reinforcement of concrete. Weldable reinforcing steel. General.

Aciers pour l'armature du béton. Aciers soudables pour béton armé. Généralités.

CORRESPONDENCIA

Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN 10080 de mayo de 2005.

OBSERVACIONES

Esta norma anulará y sustituirá a la Norma UNE-ENV 10080 de septiembre de 1996 antes de 2007-09-01.

ANTECEDENTES

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 36 *Siderurgia* cuya Secretaría desempeña CALIDAD SIDERÚRGICA, S.R.L.

Editada e impresa por AENOR
Depósito legal: M 18346:2006

© AENOR 2006
Reproducción prohibida

LAS OBSERVACIONES A ESTE DOCUMENTO HAN DE DIRIGIRSE A:

AENOR

C Génova, 6
28004 MADRID-España

Asociación Española de
Normalización y Certificación

Teléfono 91 432 60 00
Fax 91 310 40 32

69 Páginas

Grupo 40

Versión en español

**Acero para el armado del hormigón
Acero soldable para armaduras de hormigón armado
Generalidades**

Steel for the reinforcement of concrete.
Weldable reinforcing steel. General.

Aciers pour l'armature du béton. Aciers
soudables pour béton armé. Généralités.

Stahl für die Bewehrung von Beton.
Schweißgeeigneter Betonstahl.
Allgemeines.

Esta norma europea ha sido aprobada por CEN el 2005-04-21. Los miembros de CEN están sometidos al Reglamento Interior de CEN/CENELEC que define las condiciones dentro de las cuales debe adoptarse, sin modificación, la norma europea como norma nacional.

Las correspondientes listas actualizadas y las referencias bibliográficas relativas a estas normas nacionales, pueden obtenerse en el Centro de Gestión de CEN, o a través de sus miembros.

Esta norma europea existe en tres versiones oficiales (alemán, francés e inglés). Una versión en otra lengua realizada bajo la responsabilidad de un miembro de CEN en su idioma nacional, y notificada al Centro de Gestión, tiene el mismo rango que aquéllas.

Los miembros de CEN son los organismos nacionales de normalización de los países siguientes: Alemania, Austria, Bélgica, Chipre, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Suecia y Suiza.

CEN
COMITÉ EUROPEO DE NORMALIZACIÓN

European Committee for Standardization
Comité Européen de Normalisation
Europäisches Komitee für Normung

CENTRO DE GESTIÓN: Rue de Stassart, 36 B-1050 Bruxelles

ÍNDICE

	Página
PRÓLOGO	6
1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN	7
2 NORMAS PARA CONSULTA.....	7
3 TÉRMINOS Y DEFINICIONES.....	7
4 SÍMBOLOS	11
5 DESIGNACIÓN	13
5.1 Barra, rollo y producto enderezado.....	13
5.2 Malla electrosoldada	13
5.3 Armadura básica electrosoldada en celosía	14
6 PROCESOS DE ELABORACIÓN DEL ACERO Y DE FABRICACIÓN	15
7 CARACTERÍSTICAS	16
7.1 Soldabilidad y composición química.....	16
7.2 Propiedades mecánicas	17
7.3 Dimensiones, masa y tolerancias	19
7.4 Adherencia y geometría superficial.....	22
7.5 Verificación de las características	24
8 EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD	24
8.1 Control de producción en fábrica	24
8.2 Ensayo de tipo inicial	27
8.3 Vigilancia continua del control de producción en fábrica y ensayo de auditoria	30
8.4 Evaluación, informe y actuación.....	31
8.5 Control del nivel de calidad a largo plazo	32
9 MÉTODOS DE ENSAYO	34
9.1 Barras, rollos y productos enderezados	34
9.2 Mallas electrosoldadas	34
9.3 Armadura básica electrosoldada en celosía	34
10 IDENTIFICACIÓN DEL FABRICANTE Y DE LA CLASE TÉCNICA.....	35
10.1 Barra	35
10.2 Rollo	37
10.3 Producto enderezado	37
10.4 Malla electrosoldada	38
10.5 Armadura básica electrosoldada en celosía	38
11 VERIFICACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN CASO DE LITIGIO	38
ANEXO A (Informativo) EJEMPLOS DE PUNTOS DE SOLDADURA EN UNIONES DE ARMADURAS BÁSICAS ELECTROSOLDADAS EN CELOSÍA	39
ANEXO B (Normativo) MÉTODOS DE ENSAYO PARA LAS ARMADURAS BÁSICAS ELECTROSOLDADAS EN CELOSÍA	40

ANEXO C (Informativo)	ENSAYO DE ADHERENCIA PARA EL ACERO CORRUGADO O GRAFILADO PARA ARMADURAS DE HORMIGÓN ARMADO. ENSAYO DE LA VIGA.....	46
ANEXO D (Informativo)	ENSAYO DE ADHERENCIA PARA EL ACERO CORRUGADO O GRAFILADO PARA ARMADURAS DE HORMIGÓN ARMADO. ENSAYO DE ARRANCAMIENTO ...	55
ANEXO E (Informativo)	COMPARACIÓN DE LOS SÍMBOLOS UTILIZADOS EN ESTA NORMA EUROPEA CON LOS EMPLEADOS EN LAS NORMAS EUROPEAS EN 1992-1-1 Y EN 1992-1-2.....	61
ANEXO ZA (Informativo)	CAPÍTULOS DE ESTA NORMA EUROPEA RELATIVOS A LOS REQUISITOS ESENCIALES DE LA DIRECTIVA DE PRODUCTOS DE CONSTRUCCIÓN DE LA UE.....	62
BIBLIOGRAFÍA.....		69

PRÓLOGO

Esta Norma Europea EN 10080 ha sido elaborada por el Comité Técnico ECISS/TC 19 *Aceros para armaduras de hormigón. Tipos y grados, medidas, tolerancias y ensayos específicos*, cuya Secretaría desempeña DIN.

Esta norma europea debe recibir el rango de norma nacional mediante la publicación de un texto idéntico a la misma o mediante ratificación antes de finales de noviembre de 2005, y todas las normas nacionales técnicamente divergentes deben anularse antes de finales de agosto de 2007.

Esta norma europea ha sido elaborada bajo el Mandato M/115 dirigido a CEN por la Comisión Europea y por la Asociación Europea de Libre Cambio, y sirve de apoyo a los requisitos esenciales de la Directiva europea de Productos de Construcción (89/106/CEE).

La relación con las Directivas UE se recoge en el anexo informativo ZA, que forma parte integrante de esta norma.

Esta norma no es aplicable a los aceros no soldables para el armado del hormigón.

Esta norma no define clases técnicas. Las clases técnicas deberían definirse conforme a esta norma especificando los valores de R_e , A_{gt} , R_m/R_e , $R_{e,real}/R_{e,nom}$. (si procede), resistencia a la fatiga (si procede), aptitud al doblado, soldabilidad, adherencia, resistencia de las uniones soldadas o atadas (para las mallas electrosoldadas y las armaduras básicas electrosoldadas en celosía) y las tolerancias y dimensiones.

De acuerdo con el Reglamento Interior de CEN/CENELEC, están obligados a adoptar esta norma europea los organismos de normalización de los siguientes países: Alemania, Austria, Bélgica, Chipre, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Suecia y Suiza.

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

1.1 Esta norma europea especifica los requisitos generales y las definiciones para las características del acero soldable utilizado para el armado de las estructuras de hormigón, suministrado como producto acabado en forma de:

- barras, rollos (laminados en caliente y en frío) y productos enderezados;
- paneles de malla electrosoldada fabricados mediante un proceso de producción en serie en instalación fija;
- armaduras básicas electrosoldadas en celosía.

1.2 Los aceros conformes con esta norma europea tienen una superficie corrugada, grafilada o lisa.

1.3 Esta norma europea no es aplicable a:

- acero no soldable para armaduras de hormigón armado;
- acero galvanizado para armaduras de hormigón armado;
- acero recubierto de resina epoxy para armaduras de hormigón armado;
- acero resistente a la corrosión para armaduras de hormigón armado;
- acero para pretensado (véase el proyecto de Norma Europea prEN 10138 partes 1 a 4);
- fleje grafilado;
- transformaciones posteriores, por ejemplo, el corte o el corte y el doblado (ferralla).

2 NORMAS PARA CONSULTA

Las normas que a continuación se indican son indispensables para la aplicación de esta norma. Para las referencias con fecha, sólo se aplica la edición citada. Para las referencias sin fecha se aplica la última edición de la norma (incluyendo cualquier modificación de ésta).

EN 10020:2000 – *Definición y clasificación de los tipos y grados de acero.*

EN 10079:1992 – *Definición de los productos de acero.*

EN ISO 377 – *Acero y productos de acero. Localización y preparación de muestras y probetas para ensayos mecánicos (ISO 377:1997).*

EN ISO 7500-1 – *Materiales metálicos. Verificación de las máquinas para ensayos uniaxiales estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza (ISO 7500-1:2004).*

EN ISO 15630-1 – *Aceros para el armado y el pretensado del hormigón. Métodos de ensayo. Parte 1: Barras, alambres y alambrón para hormigón armado (ISO 15630-1:2002).*

EN ISO 15630-2 – *Aceros para el armado y el pretensado del hormigón. Métodos de ensayo. Parte 2: Mallas soldadas (ISO 15630-2:2002).*

NOTA – Véanse también los capítulos C.2 y D.2.

3 TÉRMINOS Y DEFINICIONES

Para los propósitos de este documento, son de aplicación los términos y definiciones siguientes y los recogidos en las Normas Europeas EN 10020:2000 y EN 10079:1992.

3.1 acero para armaduras de hormigón armado: Producto de acero de sección transversal circular o prácticamente circular, apto para el armado del hormigón.

3.2 acero corrugado para armaduras de hormigón armado: Acero para armaduras de hormigón armado con al menos dos filas de corrugas transversales, uniformemente distribuidas a lo largo de toda la longitud.

3.3 aleta longitudinal: Resalto continuo y uniforme paralelo al eje de la barra o del alambre.

3.4 corruga transversal: Cualquier corruga sobre la superficie de la barra o del alambre, que no sea una aleta longitudinal.

3.5 altura de corruga, h : Distancia existente entre el punto más alto de la corruga (transversal o de la aleta) y la superficie del núcleo de la barra, medida en dirección normal al eje de la barra o del alambre.

3.6 separación entre corrugas transversales o grafilas, c : Distancia entre los centros de dos corrugas transversales consecutivas o dos grafilas consecutivas, medida paralelamente al eje de la barra o del alambre.

3.7 inclinación de las corrugas transversales o de las grafilas, β : Ángulo que forma el eje de la corruga transversal o de la grafila con el eje longitudinal de la barra o del alambre.

3.8 inclinación del flanco de la corruga transversal, α : Ángulo del flanco de la corruga medido perpendicularmente al eje longitudinal de la corruga.

3.9 área proyectada de las corrugas transversales, f_R : Área de la proyección de todas las corrugas sobre un plano perpendicular al eje longitudinal de la barra o del alambre, dividido por la separación entre corrugas y el perímetro.

3.10 acero grafilado para armaduras de hormigón armado: Acero para armaduras de hormigón armado con grafilas definidas, uniformemente distribuidas a lo largo de toda la longitud.

3.11 profundidad de la grafila, t : Distancia entre la superficie del alambre y el punto mas bajo de la grafila.

3.12 anchura de la grafila, b : Anchura de la grafila medida paralelamente al eje de la barra o del alambre.

3.13 acero liso para armaduras de hormigón armado: Acero para armaduras de hormigón armado con la superficie lisa.

3.14 rollo: Elemento continuo de acero (normalmente laminado en caliente o en frío) para armaduras de hormigón armado enrollado en espiras concéntricas.

3.15 producto enderezado: Acero para armaduras de hormigón armado elaborado en rollo y enderezado para transformaciones posteriores.

3.16 sección transversal nominal, A_n : Área equivalente al área de una barra circular lisa del mismo diámetro nominal, d (es decir, $\frac{\pi d^2}{4}$).

3.17 malla electrosoldada: Disposición de barras o alambres longitudinales y transversales, de diámetro nominal y longitud igual o diferente, que se cruzan entre sí perpendicularmente y cuyos puntos de contacto están unidos mediante soldadura eléctrica por un proceso de producción en serie en instalación fija.

3.18 armadura básica electrosoldada en celosía: Estructura bi o tri-dimensional formada por un cordón superior, uno o varios cordones inferiores y elementos diagonales de conexión continuos o discontinuos unidos a los cordones mediante soldadura o ensamblaje mecánico.

3.19 valor característico: Valor de una propiedad del material o producto que tiene una determinada probabilidad de no alcanzarse en una hipotética serie ilimitada de ensayos.

NOTA – Generalmente este valor corresponde a un fractil especificado de la distribución estadística aceptada para la propiedad en cuestión del material o producto.

3.20 valor mínimo: Valor por debajo del cual no debe haber ningún resultado de ensayo.

3.21 valor máximo: Valor por encima del cual no debe haber ningún resultado de ensayo.

3.22 lote: Cantidad de barras, alambres o productos enderezados, del mismo diámetro nominal y de la misma colada, en forma de rollo o en forma de barra, o cualquier cantidad de mallas electrosoldadas o armaduras básicas electrosoldadas en celosía, del mismo tipo y del mismo fabricante, que se presentan conjuntamente a inspección.

3.23 control de producción en fábrica: Control de producción interno permanente establecido por el fabricante.

3.24 producto semiacabado: Producto para armaduras de hormigón armado que requiere un tratamiento posterior con objeto de alcanzar las propiedades estándar y especiales especificadas en esta norma.

3.25 propiedad estándar: Propiedad recogida en esta norma como parte de los requisitos del control de producción en fábrica para todas las unidades de inspección.

3.26 propiedad especial: Propiedad recogida en esta norma que no forma parte de los requisitos del control de producción en fábrica para todas las unidades de inspección.

3.27 malla electrosoldada estándar: Malla electrosoldada fabricada conforme a las condiciones de suministro especificadas y disponible en stock.

3.28 malla electrosoldada especial: Malla electrosoldada fabricada conforme a los requisitos especificados por el usuario.

3.29 elemento longitudinal: Elemento de acero dispuesto en la dirección de fabricación de la malla electrosoldada.

3.30 elemento transversal: Elemento de acero dispuesto perpendicularmente a la dirección de fabricación de la malla electrosoldada.

3.31 elementos pareados: Dos elementos de la misma clase técnica y del mismo diámetro nominal dispuestos el uno junto al otro formando un par en mallas electrosoldadas.

3.32 separación entre elementos de una malla electrosoldada: Distancia medida entre los ejes de dos elementos consecutivos de un panel de malla electrosoldada.

NOTA – En las mallas electrosoldadas de elementos pareados, la separación se mide entre las tangentes de dos elementos pareados consecutivos.

3.33 sobrelargo de la malla electrosoldada (salientes), u_1, u_2, u_3, u_4 : Longitud de los elementos longitudinales o transversales que sobresalen mas allá del eje de los elementos del borde de un panel de malla electrosoldada.

NOTA – En las mallas electrosoldadas de elementos pareados, el sobrelargo se mide a partir de la línea tangente de dos elementos pareados adyacentes.

3.34 longitud de un panel de malla electrosoldada, L : Dimensión del lado mas largo de un panel de malla electrosoldada, sin tener en cuenta la dirección de fabricación.

3.35 anchura de un panel de malla electrosoldada, B : Dimensión del lado mas corto de un panel de malla electrosoldada, sin tener en cuenta la dirección de fabricación.

3.36 armadura básica electrosoldada en celosía estándar: Armadura básica electrosoldada en celosía fabricada conforme a las condiciones de suministro especificadas y disponible en stock.

3.37 armadura básica electrosoldada en celosía especial: Armadura básica electrosoldada en celosía fabricada conforme a los requisitos especificados por el usuario.

3.38 cordón inferior: Conjunto de elementos longitudinales de acero para armaduras de hormigón armado situados en la parte inferior de una armadura básica electrosoldada en celosía.

NOTA – Los elementos longitudinales que constituyen el cordón inferior pueden estar interconectados o no.

3.39 cordón superior: Elemento longitudinal de acero situado en la parte superior de una armadura básica electrosoldada en celosía, constituido por un acero para armaduras de hormigón armado, o un fleje de acero.

3.40 diagonales: Elementos de acero para armaduras de hormigón armado que conectan el cordón superior y el cordón inferior de una armadura básica electrosoldada en celosía.

NOTA – En el caso de diagonales continuas, forman curvas armónicas mientras que en el caso de diagonales discontinuas son elementos independientes.

3.41 longitud de la armadura básica electrosoldada en celosía, L : Longitud total de una armadura básica electrosoldada en celosía.

3.42 altura de diseño de la armadura básica electrosoldada en celosía, H_1 : Distancia entre el punto más bajo del cordón inferior y el punto más alto del cordón superior.

3.43 altura total de la armadura básica electrosoldada en celosía, H_2 : Distancia entre el punto más bajo y el punto más alto de una armadura básica electrosoldada en celosía.

3.44 sobrelargo de la armadura básica electrosoldada en celosía, u_1, u_2 : Longitud de las diagonales que sobresalen más allá del cordón superior (u_1) o del cordón inferior (u_2).

3.45 anchura de diseño de la armadura básica electrosoldada en celosía, B_1 : Distancia entre los puntos extremos de los cordones inferiores.

3.46 anchura total de la armadura básica electrosoldada en celosía, B_2 : Distancia entre los puntos extremos de la armadura básica electrosoldada en celosía.

3.47 separación entre diagonales (paso de celosía), P_s : Distancia entre cada dos puntos consecutivos de unión de las diagonales con los cordones.

3.48 ángulo de inclinación de las diagonales, ϑ : Ángulo entre el eje de la diagonal y el eje longitudinal de la armadura básica electrosoldada en celosía, medido en el plano de la diagonal a media altura de la armadura básica electrosoldada en celosía.

3.49 clase técnica: Acero para armaduras de hormigón armado definido por sus características y prestaciones, identificado por un único número de producto.

3.50 tipo de acero para armaduras de hormigón armado: Acero para armaduras de hormigón armado definido por su límite elástico característico y sus requisitos de ductilidad.

4 SÍMBOLOS

Los símbolos utilizados en esta norma europea están recogidos en la tabla 1.

NOTA – Para comparar los símbolos utilizados en esta norma europea con los utilizados en las Normas Europeas EN 1992-1-1 y EN 1992-1-2, véase el anexo E.

Tabla 1
Listado de símbolos

Símbolo	Descripción	Unidad
A_n	Sección transversal nominal	mm^2
A_{gt}	Porcentaje total de alargamiento bajo carga máxima	%
b	Anchura de la grafila	mm
c	Separación entre corrugas transversales o grafilas	mm
C_{eq}	Valor del carbono equivalente (CEV)	% en masa
C_v	Valor característico especificado	^a
d	Diámetro nominal del acero para armaduras de hormigón armado	mm
e	Separación entre filas de corrugas o grafilas	mm
f_R	Área proyectada de las corrugas transversales	–
f_P	Área proyectada de las grafilas	–
h	Altura de corruga	mm
k	Coeficiente función del número de resultados de ensayo	–
\bar{x}	Valor medio de los resultados de ensayo	^a
R_e	Límite elástico	MPa^b
R_{eH}	Límite elástico superior	MPa^b
R_m	Resistencia a la tracción	MPa^b
R_m/R_e	Relación resistencia a la tracción /límite elástico	–
$R_{p0,2}$	Límite elástico convencional al 0,2%	MPa^b
s	Estimador de la desviación estándar	^a
α	Inclinación del flanco de la corruga transversal	°

Símbolo	Descripción	Unidad
β	Inclinación de corrugas transversales o de grafilas	°
$2\sigma_a$	Intervalo de tensión en el ensayo de fatiga (amplitud)	MPa ^b
$\sigma_{\text{máx.}}$	Tensión máxima especificada en el ensayo de fatiga	MPa ^b
B	Longitud de elemento transversal en la malla electrosoldada	mm
d_c	Diámetro de los elementos transversales en la malla electrosoldada	mm
d_L	Diámetro de los elementos longitudinales en la malla electrosoldada	mm
L	Longitud de elemento longitudinal en la malla electrosoldada, o longitud de la armadura básica electrosoldada en celosía	mm
N_C	Número de elementos transversales en la malla electrosoldada	—
N_L	Número de elementos longitudinales en la malla electrosoldada	—
P_C	Separación entre elementos transversales en la malla electrosoldada	mm
P_L	Separación entre elementos longitudinales en la malla electrosoldada	mm
F_s	Carga de despegue en la unión soldada de la malla electrosoldada	kN
$R_{e,\text{real}}$	Valor del límite elástico real	MPa ^b
$R_{e,\text{nom.}}$	Valor del límite elástico especificado	MPa ^b
$R_{e,\text{real}}/R_{e,\text{nom.}}$	Relación valor del límite elástico real/valor del límite elástico especificado	—
a_1, a_2, a_3, a_4	Incremento (especificado en la especificación de producto)	a
u_1, u_2	Sobrelargo de los elementos longitudinales en la malla electrosoldada, o longitud de las diagonales que sobresalen más allá del cordón superior o del cordón inferior de una armadura básica electrosoldada en celosía	mm
u_3, u_4	Sobrelargo de los elementos transversales en la malla electrosoldada en celosía	mm
A_{Ch}	Área de la sección transversal del cordón	mm ²
A_{Di}	Área de la sección transversal de la diagonal	mm ²
B_1	Anchura de diseño de la armadura básica electrosoldada en celosía	mm
B_2	Anchura total de la armadura básica electrosoldada en celosía	mm
F_d	Carga de despegue en la unión atada de la armadura básica electrosoldada en celosía	kN
F_w	Carga de despegue en la unión soldada de la armadura básica electrosoldada en celosía	kN
H_1	Altura de diseño de la armadura básica electrosoldada en celosía	mm
H_2	Altura total de la armadura básica electrosoldada en celosía	mm
P_s	Separación entre diagonales (paso de celosía) de la armadura básica electrosoldada en celosía	mm
$R_{e,Ch}$	Límite elástico del cordón en la armadura básica electrosoldada en celosía	MPa ^b
$R_{e,Di}$	Límite elástico de la diagonal en la armadura básica electrosoldada en celosía	MPa ^b
t	Profundidad de la grafila	mm
t_s	Espesor del fleje metálico en la armadura básica electrosoldada en celosía	mm
ϑ	Inclinación de las diagonales en la armadura básica electrosoldada en celosía	°
b	Anchura de la viga (ensayo de la viga)	mm
d_m	Diámetro de doblado (ensayo de la viga)	mm
F_a	Carga total aplicada (ensayo de la viga)	kN
F_a	Tensión de adherencia (ensayo de arrancamiento)	kN
f_c	Resistencia media del hormigón (ensayo de arrancamiento)	MPa ^b

Símbolo	Descripción	Unidad
f_{cm}	Valor de referencia de la clase de resistencia del hormigón (ensayo de arranamiento)	MPa ^b
F_i	Esfuerzo en la rótula y la barra o el alambre (ensayo de la viga)	kN
v_p	Régimen de carga (ensayo de arrancamiento)	N/s
Δ_0	Deslizamiento (ensayo de arrancamiento)	mm
σ_s	Tensión en la barra o alambre (ensayo de la viga)	MPa ^b
τ_b	Tensión de adherencia (ensayo de la viga)	MPa ^b
τ_{bu}	Tensión última de adherencia (ensayo de la viga)	MPa ^b
τ_{dm}	Tensión de adherencia (ensayo de arrancamiento)	MPa ^b
$\tau_{0,01}, \tau_{0,1}, \tau_l$	Tensión de adherencia para deslizamientos de 0,01 mm, 0,1 mm y 1 mm (ensayo de la viga)	MPa ^b

^a La unidad depende de la propiedad.
^b 1 MPa = 1 N/mm².

5 DESIGNACIÓN

5.1 Barra, rollo y producto enderezado

Los productos amparados por esta norma europea deben designarse con la siguiente información:

- a) descripción de la forma del producto (es decir, barra, rollo o producto enderezado);
- b) el número de esta norma europea;
- c) las dimensiones nominales del producto;
- d) la clase técnica.

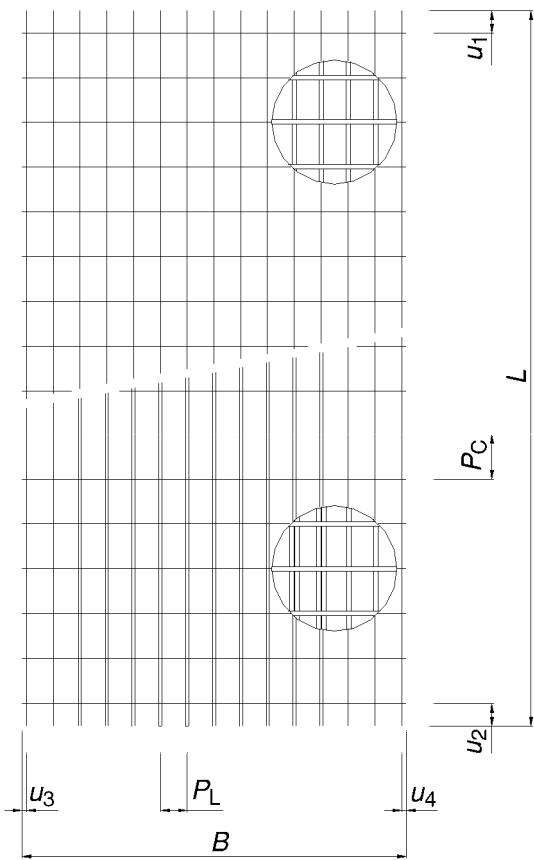
5.2 Malla electrosoldada

La malla electrosoldada debe designarse con la siguiente información:

- a) designación de la forma del producto (malla electrosoldada);
- b) el número de esta norma europea;
- c) las dimensiones nominales del producto (dimensiones de los elementos, dimensiones del panel, separación entre elementos, sobrelargos);
- d) la(s) clase(s) técnica(s) del(de los) acero(s).

NOTA 1 – Con frecuencia se utilizan designaciones abreviadas para describir las mallas electrosoldadas estándar. La disposición de malla pertinente puede discernirse a partir de los datos tabulados facilitados por el fabricante.

NOTA 2 – Las mallas electrosoldadas especiales pueden describirse utilizando las indicaciones recogidas en la figura 1 o mediante un plano totalmente dimensionado, y deberían identificarse mediante las referencias del usuario.

**Leyenda**

N_L	número de elementos longitudinales
P_L	separación entre elementos longitudinales
d_L	diámetro de los elementos longitudinales
N_c	número de elementos transversales
P_C	separación entre elementos transversales
d_C	diámetro de los elementos transversales
L	longitud de los elementos longitudinales
B	longitud de los elementos transversales
u_1	sobre largo de los elementos longitudinales
u_2	sobre largo de los elementos longitudinales
u_3	sobre largo de los elementos transversales
u_4	sobre largo de los elementos transversales

Fig. 1 – Características geométricas de las mallas electrosoldadas especiales**5.3 Armadura básica electrosoldada en celosía**

La armadura básica electrosoldada en celosía (véase la figura 2) debe ser designada con la siguiente información:

- designación de la forma del producto y/o nombre del producto (armadura básica electrosoldada en celosía);
- el número de esta norma europea;
- altura de diseño de la armadura básica electrosoldada en celosía;
- las dimensiones nominales del cordón superior, de la diagonal y del cordón inferior;
- la(s) clase(s) técnica(s) del(de los) acero(s) del cordón superior, de la diagonal y del cordón inferior.

NOTA – Las armaduras básicas electrosoldadas en celosía pueden describirse utilizando las indicaciones recogidas en la figura 2 o mediante un plano totalmente dimensionado, y deberían identificarse mediante las referencias del usuario.

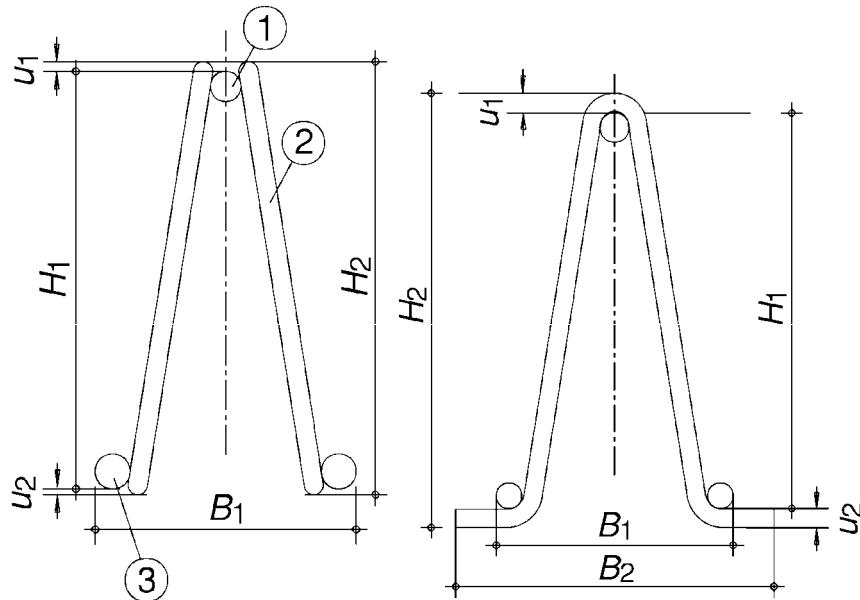


Fig. 2a)

Fig. 2b)

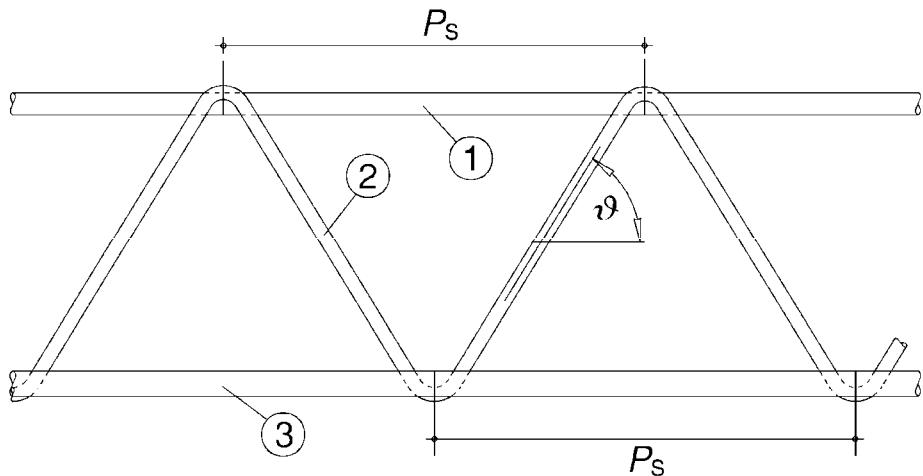


Fig. 2c)

Leyenda

- 1 cordón superior
- 2 diagonal
- 3 cordón inferior

Fig. 2 – Altura (H_1, H_2), anchura (B_1, B_2), sobrelargo (u_1, u_2) y paso de celosía (P_s) de una armadura básica electrosoldada en celosía

6 PROCESOS DE ELABORACIÓN DEL ACERO Y DE FABRICACIÓN

6.1 El proceso de fusión y el tipo de desoxidación del acero quedan a la discreción del productor de acero.

6.2 El proceso de fabricación de los rollos y de las barras queda a la discreción del fabricante. Si fuera requerido, se debe informar del mismo al comprador.

6.3 El enderezado del material suministrado en rollo debe realizarse en máquinas diseñadas específicamente para tal fin.

6.4 No se permite la fabricación de acero para armaduras de hormigón armado por relaminación de otros productos acabados (por ejemplo, chapas o carilles).

6.5 Todas las mallas electrosoldadas deben ser fabricadas mediante un proceso de producción en serie en instalación fija y soldadas mecánicamente. Las uniones en la intersección de los elementos longitudinales y los elementos transversales deben realizarse por soldadura de resistencia eléctrica para alcanzar una carga de despegue especificada.

Las mallas electrosoldadas pueden estar compuestas por diferentes clases técnicas en cada dirección.

Las mallas electrosoldadas de elementos pareados deben disponer los elementos pareados en una única dirección.

6.6 Todas las armaduras básicas electrosoldadas en celosía deben ser fabricadas mediante un proceso de producción en serie en instalación fija, y pueden fabricarse a partir de barras y rollos o fleje (solo para el cordón superior). Las uniones entre cordones y diagonales deben realizarse por soldadura de resistencia eléctrica o mediante atado mecánico para alcanzar una resistencia a la carga de despegue especificada.

7 CARACTERÍSTICAS

7.1 Soldabilidad y composición química

7.1.1 La soldabilidad está determinada por dos características:

- carbono equivalente;
- limitaciones en el contenido de ciertos elementos.

7.1.2 Los valores máximos de elementos individuales y el carbono equivalente no deben exceder los valores recogidos en la tabla 2.

7.1.3 El valor del carbono equivalente C_{eq} debe calcularse utilizando la siguiente formula:

$$C_{eq} = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Ni + Cu)/15 \quad (1)$$

donde

los símbolos de los elementos químicos representan su contenido en % en masa.

NOTA – Como orientación para la soldadura de los aceros para armaduras de hormigón armado, véase el proyecto de Norma Europea prEN ISO 17660.

Tabla 2
Composición química (% en masa)

	Carbono^a máx.	Azufre máx.	Fósforo máx.	Nitrógeno^b máx.	Cobre máx.	Carbono equivalente^a máx.
Análisis de colada	0,22	0,050	0,050	0,012	0,80	0,50
Análisis de producto	0,24	0,055	0,055	0,014	0,85	0,52

^a Se permite superar los valores máximos para el carbono en un 0,03 % en masa, si el valor del carbono equivalente decrece en un 0,02% en masa.
^b Se permiten contenidos superiores de nitrógeno si existen elementos fijadores del nitrógeno en cantidad suficiente.

7.1.4 La durabilidad de los productos conformes con esta norma europea viene dada por la composición química especificada en la tabla 2.

7.2 Propiedades mecánicas

7.2.1 Generalidades. En el contexto de esta norma europea, el valor característico es (salvo que se indique lo contrario) el límite inferior o superior del intervalo estadístico de tolerancia para el que existe un 90% de probabilidad ($1 - \alpha = 0,90$) de que el 95% ($p = 0,95$) o el 90% ($p = 0,90$) de los valores obtenidos no sean inferiores o superiores a dicho límite inferior o superior respectivamente (véanse las tablas 16 y 17). Esta definición se refiere al nivel de calidad a largo plazo de la producción.

7.2.2 Condiciones de ensayo. Las condiciones de ensayo deben ser las especificadas en la tabla 3.

Tabla 3
Condiciones de ensayo de las propiedades mecánicas

Condiciones de fabricación y de suministro del producto	Condiciones de ensayo (probetas)
Fabricado en longitudes rectas por laminación en caliente	En la condición de suministro ^a o envejecido ^b
Fabricado en longitudes rectas por laminación en frío	Envejecido ^b
Fabricado en rollo y suministrado enderezado	Envejecido ^b
Fabricado y suministrado en rollo	Enderezado y envejecido ^b
Malla electrosoldada	Envejecido ^{a, b, c}
Armadura básica electrosoldada en celosía	Envejecido ^{a, b, c}

^a Envejecido en caso de litigio.
^b Envejecido mediante: calentamiento de la probeta a 100 °C, manteniéndola a esa temperatura ±10 °C durante un periodo de 1 h ⁺¹⁵₀ min y posterior enfriamiento en aire en calma hasta temperatura ambiente. El método de calentamiento queda a la discreción del fabricante.
^c O en la condición de suministro cuando los componentes se han fabricado en longitudes rectas por laminación en caliente.

7.2.3 Propiedades de tracción

7.2.3.1 Los valores especificados para las propiedades de tracción (R_e , R_m/R_e , A_{gt} y, cuando proceda, $R_{e, real}/R_{e, nom.}$) deben ser los correspondientes valores característicos especificados con $p = 0,95$ para R_e , y $p = 0,90$ para A_{gt} , R_m/R_e y $R_{e, real}/R_{e, nom.}$.

7.2.3.2 Los valores R_e y R_m deben calcularse utilizando la sección transversal nominal del producto.

7.2.3.3 Para el valor del límite elástico (R_e) se debe adoptar el correspondiente al límite elástico superior (R_{eH}). Si no existe escalón de cedencia, se debe determinar el límite elástico convencional al 0,2% ($R_{p0,2}$).

7.2.4 Carga de despegue en las uniones soldadas o atadas

7.2.4.1 Malla electrosoldada. El valor especificado para la carga de despegue de las uniones soldadas en las mallas electrosoldadas, F_s , debe ser un valor mínimo. El valor mínimo especificado para F_s no debe ser inferior a $0,25 \times R_e \times A_n$, donde R_e es el valor característico especificado del límite elástico y A_n es la sección transversal nominal de:

- el mayor de los elementos de la unión, en el caso de mallas electrosoldadas simples;
- uno de los elementos pareados utilizados en mallas electrosoldadas dobles (elementos pareados en una dirección).

7.2.4.2 Armadura básica electrosoldada en celosía

7.2.4.2.1 Uniones soldadas. El valor especificado para la carga de despegue de las uniones soldadas en una armadura básica electrosoldada en celosía, F_w , debe ser un valor mínimo. El valor mínimo especificado para F_w no debe ser inferior al menor de los valores siguientes:

$$F_w \geq 0,25 \times R_{e,Ch} \times A_{Ch} \quad (2)$$

o

$$F_w \geq 0,6 \times R_{e,Di} \times A_{Di} \quad (3)$$

Para evaluar el resultado del ensayo de carga de despegue es necesario registrar el número de puntos de soldadura que han sido sometidos a carga y han fallado simultáneamente.

NOTA – El anexo A contiene ejemplos de puntos de soldadura en una unión.

7.2.4.2.2 Uniones atadas. Las uniones atadas únicamente se utilizan para unir el cordón inferior y las diagonales. El valor especificado para la carga de despegue de las uniones atadas en armaduras básicas electrosoldadas en celosía, F_d , debe ser un valor mínimo. El valor mínimo especificado para F_d no debe ser inferior a

$$F_d \geq 0,25 \times R_{e,Di} \times A_{Di} \quad (4)$$

7.2.5 Resistencia a fatiga. El producto debe resistir el número especificado de ciclos de tensión cuando es sometido a una fuerza axial controlada en un ensayo de fatiga en el que se produce una variación en el rango de tensiones. La tensión debe variar sinusoidalmente en el rango de tensiones especificado $2\sigma_a$, desde un valor también especificado $\sigma_{máx}$.

NOTA – Los valores de $2\sigma_a$ y $\sigma_{máx}$ deberían referirse al área de la sección transversal nominal de la barra o alambre.

7.2.6 Aptitud al doblado

7.2.6.1 La aptitud al doblado debe ser determinada mediante el ensayo de doblado y/o doblado-desdoblado.

7.2.6.2 El ensayo de doblado, en su caso, debe llevarse a cabo conforme a la Norma Europea EN ISO 15630-1, con un ángulo mínimo de doblado de 180°.

Tras el ensayo, los productos no deben presentar roturas o fisuras visibles apreciables a simple vista por una persona con visión normal o corregida. El diámetro del mandril especificado para el ensayo de doblado no debe ser mayor a los valores máximos pertinentes indicados en la tabla 4.

Tabla 4
Diámetro del mandril para el ensayo de doblado

Diámetro nominal d mm	Diámetro máximo del mandril
≤ 16	$3 d$
> 16	$6 d$

7.2.6.3 El ensayo de doblado-desdoblado, en su caso, debe llevarse a cabo conforme a la Norma Europea EN ISO 15630-1.

Las probetas deben ser dobladas hasta un ángulo mínimo de 90° alrededor de un mandril cuyo diámetro no exceda el valor máximo pertinente indicado en la tabla 5, deben ser envejecidas y posteriormente desdobladas al menos 20° .

Tras el ensayo, la probeta no debe presentar signos de rotura o fisuras visibles apreciables a simple vista por una persona de visión normal o corregida.

Tabla 5
Diámetro del mandril para el ensayo de doblado-desdoblado

Diámetro nominal d mm	Diámetro máximo del mandril
≤ 16	$5 d$
$> 16 \text{ y } \leq 25$	$8 d$
> 25	$10 d$

7.3 Dimensiones, masa y tolerancias

7.3.1 Diámetros, área de la sección transversal. Los diámetros nominales hasta 10,0 mm inclusive, deben variar en intervalos de medio milímetro, y por encima de 10,0 mm deben hacerlo en unidades enteras de milímetro.

En la tabla 6 se indican los diámetros nominales preferentes, las áreas de la sección transversal y las masas por metro lineal.

7.3.2 Masa por metro y tolerancias. Los valores nominales de masa por metro (véase la tabla 6) se calculan a partir de los valores del área nominal de la sección transversal considerando un valor de la densidad igual a $7,85 \text{ kg/dm}^3$.

La desviación admisible con relación al valor nominal de masa por metro no debe ser superior a $\pm 4,5\%$ para diámetros nominales superiores a 8,0 mm, ni a $\pm 6\%$ para diámetros nominales inferiores o iguales a 8,0 mm.

7.3.3 Longitud de las barras

7.3.3.1 La longitud nominal de las barras debe ser acordada en el momento de solicitar la oferta y realizar el pedido.

7.3.3.2 La desviación admisible en la longitud nominal de las barras debe ser acordada en el momento de solicitar la oferta y realizar el pedido.

7.3.4 Masa del rollo. La masa nominal del rollo debe ser acordada en el momento de solicitar la oferta y realizar el pedido.

7.3.5 Dimensiones de la malla electrosoldada

7.3.5.1 Disposición de los elementos

7.3.5.1.1 Generalidades. Los elementos de un panel deben ser elementos simples y/o elementos pareados.

7.3.5.1.2 Diámetros relativos de los elementos

7.3.5.1.2.1 Para mallas simples, los diámetros nominales de los elementos deben cumplir el siguiente requisito

$$d_{\min.} \geq 0,6 d_{\max.} \quad (5)$$

donde

$d_{\max.}$ es el diámetro nominal del elemento más grueso;

$d_{\min.}$ es el diámetro nominal del elemento transversal.

En el momento de solicitar la oferta y realizar el pedido se pueden acordar otros requisitos.

7.3.5.1.2.2 Para mallas con elementos pareados en una dirección, los diámetros nominales de éstos deben cumplir el siguiente requisito

$$0,7 d_s \leq d_T \leq 1,25 d_s \quad (6)$$

donde

d_s es el diámetro nominal de los elementos simples;

d_T es el diámetro nominal de los elementos pareados.

En el momento de solicitar la oferta y realizar el pedido se pueden acordar otros requisitos.

7.3.5.1.3 Separación entre elementos y sobrelargo. La separación entre elementos longitudinales y transversales no debe ser inferior a 50 mm.

NOTA – El sobrelargo no debería ser inferior a 25 mm.

7.3.5.2 Dimensiones y tolerancias dimensionales. Los valores nominales de la longitud, la anchura, la separación entre elementos y los sobrelargos de una malla electrosoldada deben ser acordados en el momento de solicitar la oferta y realizar el pedido.

Las desviaciones admisibles para una malla electrosoldada son:

Longitud y anchura de la malla electrosoldada: ± 25 mm o $\pm 0,5\%$, la mayor de ambas;

Separación entre elementos: ± 15 mm o $\pm 7,5\%$, la mayor de ambas;

Sobrelargos: se deben acordar en el momento de solicitar la oferta y realizar el pedido.

El fabricante y el cliente pueden acordar requisitos de tolerancia especiales.

7.3.6 Dimensiones de la armadura básica electrosoldada en celosía

7.3.6.1 Configuraciones. Cuando los elementos se suelden juntos, debe cumplirse el requisito de que $d_{\min.}/d_{\max.}$ sea mayor de 0,3.

Si se sueldan flejes a los elementos, se debe aplicar la siguiente limitación:

$$t_s \geq 0,15 d \quad (7)$$

donde

d es el diámetro nominal de la diagonal;

t_s es el espesor del fleje metálico.

7.3.6.2 Dimensiones y tolerancias dimensionales. Los valores nominales de la longitud, la altura, la anchura y el paso de celosía de la armadura básica deben ser acordados en el momento de solicitar la oferta y realizar el pedido.

Las tolerancias máximas de fabricación deben ser las siguientes:

Longitud (L): ± 40 mm si $L \leq 5,0$ m;
 $\pm 0,8\%$ si $L > 5,0$ m;

Altura (H_1, H_2): $\frac{+1}{-3}$ mm;

Anchura (B_1, B_2): $\pm 7,5$ mm;

Paso de celosía (P_s): $\pm 2,5$ mm.

El sobrelargo máximo puede ser acordado en el momento de solicitar la oferta y realizar el pedido.

Tabla 6
Valores de los diámetros nominales preferentes, áreas de la sección transversal y masas por metro

Diámetro nominal mm	Barras	Rollos y productos enderezados	Mallas electrosoldadas	Armaduras básicas electrosoldadas en celosía	Área nominal de la sección transversal mm ²	Masa nominal por metro kg/m
4,0		X		X	12,6	0,099
4,5		X		X	15,9	0,125
5,0		X	X	X	19,6	0,154
5,5		X	X	X	23,8	0,187
6,0	X	X	X	X	28,3	0,222
6,5		X	X	X	33,2	0,260
7,0		X	X	X	38,5	0,302
7,5		X	X	X	44,2	0,347
8,0	X	X	X	X	50,3	0,395
8,5		X	X	X	56,7	0,445
9,0		X	X	X	63,6	0,499
9,5		X	X	X	70,9	0,556
10,0	X	X	X	X	78,5	0,617
11,0		X	X	X	95,0	0,746
12,0	X	X	X	X	113	0,888
14,0	X	X	X	X	154	1,21
16,0	X	X	X	X	201	1,58
20,0	X				314	2,47
25,0	X				491	3,85
28,0	X				616	4,83
32,0	X				804	6,31
40,0	X				1 257	9,86
50,0	X				1 963	15,4

7.4 Adherencia y geometría superficial

7.4.1 Generalidades. Los productos de acero corrugado y de acero grafilado recogidos en esta norma europea se caracterizan por su geometría superficial, a través de la cual se consigue su adherencia con el hormigón.

Los requisitos de las condiciones de adherencia de los aceros corrugados y grafilados para el armado del hormigón deben basarse en la geometría superficial.

Alternativamente, los requisitos de las condiciones de adherencia de estos aceros pueden determinarse mediante los ensayos de adherencia adecuados (véanse los anexos C y D). Los criterios de evaluación de estos ensayos deben ser los indicados, por ejemplo, en la especificación de producto o en la norma de proyecto correspondiente. En este caso, los requisitos del control de producción en fábrica deben incluir disposiciones relativas a la geometría superficial basada en resultados de ensayos de adherencia.

7.4.2 Geometría superficial del acero corrugado

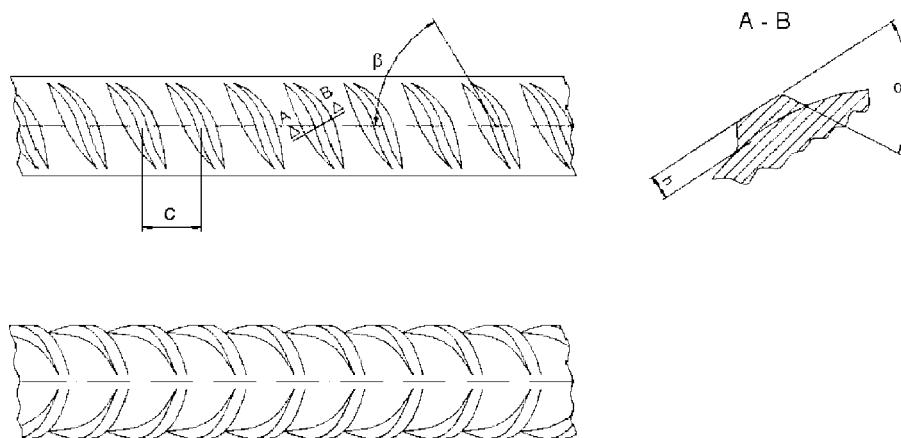
7.4.2.1 Generalidades. Los aceros corrugados se caracterizan por las dimensiones, el número y la configuración de las corrugas transversales y longitudinales. Los productos deben tener dos o más filas de corrugas transversales uniformemente distribuidas a lo largo de su perímetro. Dentro de cada fila, las corrugas deben estar uniformemente espaciadas. Las aletas longitudinales pueden estar presentes o no.

En la figura 3 se recoge un ejemplo de un acero corrugado.

El acero corrugado conforme con esta norma europea, debe satisfacer los requisitos indicados en el apartado 7.4.2.2.

Los parámetros del corrugado pueden especificarse mediante el área relativa de corruga f_R , mediante la combinación de la separación, altura e inclinación de las corrugas transversales, o bien mediante ambos criterios.

La medida de los parámetros del corrugado y de f_R debe realizarse conforme a la Norma Europea EN ISO 15630-1.



NOTA – La figura representa el ejemplo de dos filas de corrugas transversales.

Fig. 3 – Geometría del corrugado

7.4.2.2 Corrugas transversales

7.4.2.2.1 Los valores de la separación, altura e inclinación de la corruga deben encontrarse dentro de los intervalos recogidos en la tabla 7, en la que d es el diámetro nominal de la barra o alambre.

Tabla 7
Intervalos para los parámetros del corrugado

Altura de corruga h	Separación entre corrugas c	Inclinación de la corruga β
0,03 d a 0,15 d	0,4 d a 1,2 d	35° a 75°

7.4.2.2.2 Las corrugas transversales deben tener forma de media luna y fundirse suavemente con el núcleo del producto.

7.4.2.2.3 La proyección de las corrugas transversales debe extenderse sobre, al menos, el 75% de la circunferencia del producto, que debe calcularse a partir de su diámetro nominal.

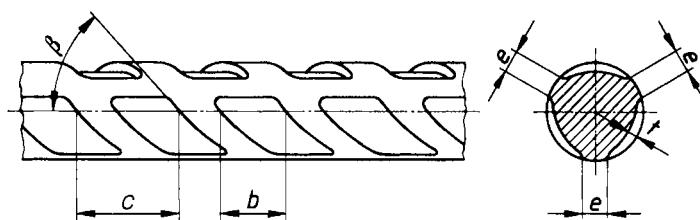
7.4.2.2.4 La inclinación de los flancos de las corrugas transversales (α) debe ser $\geq 45^\circ$ y la transición entre corruga y núcleo del producto debe ser redondeada.

7.4.2.3 Aletas longitudinales. Cuando existan aletas longitudinales, su altura no debe ser superior a 0,15 d , siendo d el diámetro nominal del producto.

7.4.3 Geometría superficial del acero grafilado

7.4.3.1 Generalidades. Los aceros grafilados se caracterizan por las dimensiones, número y configuración de sus grafilas. Estos aceros deben tener, al menos, dos filas de grafilas igualmente distribuidas. Las grafilas forman un ángulo de inclinación con el eje de la barra o alambre.

En la figura 4 se muestra un ejemplo de un acero grafilado.



NOTA – La figura ilustra el ejemplo de tres filas de grafilas.

Fig. 4 – Geometría del grafilado

El acero grafilado conforme con esta norma europea debe satisfacer los requisitos indicados en el apartado 7.4.3.2.

Los parámetros del grafilado pueden especificarse mediante el área relativa de grafila, f_p , como combinación de los parámetros de grafilado indicados en la tabla 8, o bien mediante ambos criterios.

La medida de los parámetros del grafilado y de f_p debe realizarse conforme a la Norma Europea EN ISO 15630-1.

7.4.3.2 Geometría del grafilado. Los valores de los parámetros del grafilado deben estar dentro de los intervalos indicados en la tabla 8, en la que d es el diámetro nominal de la barra o alambre.

Las grafilas deben formar un ángulo de inclinación con el eje longitudinal, β , comprendido entre 35° y 75°.

Tabla 8
Intervalos de los parámetros del grafilado

Profundidad de la grafila t	Anchura de la grafila b	Separación entre grafilas c	Suma de espacios Σe máx.
0,02 d a 0,1 d	0,2 d a 1,0 d	0,4 d a 1,5 d	0,75 d

7.5 Verificación de las características

Para comprobar el cumplimiento de las características deben utilizarse los procedimientos de ensayo indicados en el capítulo 9.

8 EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD

8.1 Control de producción en fábrica

8.1.1 Generalidades. Los aceros para armaduras de hormigón armado conformes con esta norma europea deben fabricarse bajo un sistema continuo de vigilancia de producción en fábrica, que debe asegurar el mismo nivel de confianza en la conformidad del producto acabado, cualquiera que sea el proceso de fabricación utilizado.

El sistema control de producción en fábrica debe incluir la evaluación de las características especificadas, tal y como se describe en los apartados 8.1.2 y 8.1.3.

Se considerará que aquellos fabricantes que posean un sistema de control de producción en fábrica que cumpla con la Norma Europea EN ISO 9001, y que sigan los requisitos de esta norma europea, satisfacen los requisitos de control de producción establecidos por la misma.

8.1.2 Toma de muestras y ensayo de los productos acabados

8.1.2.1 Verificación de las propiedades estándar. Para la verificación de las propiedades estándar, la toma de muestras y los ensayos deben ser conforme a lo indicado en los apartados 8.1.2.1.1 a 8.1.2.1.4.

8.1.2.1.1 Barras y rollos. La unidad de inspección debe ser la colada o una parte de la misma.

La frecuencia de ensayo debe ser la siguiente:

- a) para la composición química, un análisis por unidad de inspección. La composición química (análisis de la colada) del acero debe ser determinada por el fabricante del mismo;
- b) para los ensayos de doblado y/o de doblado-desdoblado, masa por metro y geometría superficial, una probeta por unidad de inspección y diámetro nominal;
- c) para los ensayos de tracción, una probeta por cada 30 t con un mínimo de al menos tres probetas por unidad de inspección y diámetro nominal.

Los resultados de los ensayos deben ser evaluados de acuerdo con lo indicado en el apartado 8.1.3.

8.1.2.1.2 Productos enderezados. El transformador de productos en rollo debe seguir un procedimiento documentado (control de producción en fábrica apropiado) que asegure que los productos enderezados continúan cumpliendo los requisitos establecidos en la especificación de producto correspondiente. Este procedimiento incluye, como mínimo, lo siguiente:

- a) inspección visual del daño producido por el proceso de enderezado en la geometría superficial;
- b) medición de la geometría superficial sobre al menos una muestra por día y por tamaño fabricado;

c) ensayo de tracción con una frecuencia de al menos una muestra por tipo de máquina (rodillo o bastidor) y por semana de cada uno de los dos diámetros procesados. El muestreo debe ser tal que en un periodo de seis meses abarque todas las máquinas y diámetros. Sólo debe tomarse una muestra de cada rollo.

NOTA – Los ensayos pueden ser llevados a cabo por el transformador utilizando sus propios medios (internos o externos) o con la colaboración del fabricante del rollo. Los ensayos no deben considerarse como ensayos de aceptación, sino como la base para la evaluación del nivel de calidad a largo plazo, tal como se indica en el apartado 8.5.

8.1.2.1.3 Mallas electrosoldadas. La unidad de inspección está formada por paneles con la misma combinación de diámetros y clases técnicas de aceros para hormigón armado, fabricados en la misma máquina de soldadura, y cuya masa no exceda de las 50 t.

Para la verificación de sus características, las muestras se deben tomar según lo indicado en la tabla 9. Estas muestras pueden ser tomadas, según el criterio del fabricante, de un panel o de diferentes paneles, teniendo en cuenta que deben ensayarse elementos distintos.

Deben medirse todas las dimensiones especificadas para la malla electrosoldada (longitud, anchura, paso, sobrelargo; véase el apartado 7.3.5).

La composición química (análisis de la colada) del material debe haber sido determinada por el fabricante del acero. Su cumplimiento con las especificaciones debe ser confirmado por el fabricante de la malla electrosoldada, que debe incluir una declaración de la composición química, si es solicitada por el cliente.

Tabla 9
Plan de muestreo para mallas electrosoldadas

Característica	Número de muestras por unidad de inspección
R_e	$\geq 2^a$
R_m/R_e	$\geq 2^a$
$R_{e,real}/R_{e,nom.}^b$	$\geq 2^a$
A_{gt}	$\geq 2^a$
Dimensiones	≥ 1
Carga de despegue	$\geq 2^c$
Masa por metro ^d	$\geq 2^a$
Aptitud al doblado ^e	$\geq 2^a$
Geometría superficial	$\geq 2^a$

^a 1 en dirección longitudinal y 1 en dirección transversal.
^b Cuando sea pertinente.
^c Véase el apartado 7.2.4.1
^d Puede medirse antes de realizarse la soldadura.
^e Puede evaluarse en los elementos constituyentes mediante el ensayo de doblado y/o el ensayo de doblado-desdoblado.

8.1.2.1.4 Armaduras básicas electrosoldadas en celosía. La unidad de inspección está formada por armaduras básicas electrosoldadas en celosía con la misma combinación de diámetros y clases técnicas de aceros para hormigón armado, fabricados en la misma máquina, y cuya masa no exceda de las 50 t.

Las muestras deben tomarse en el caso de que se produzca cualquier cambio en las dimensiones del material constituyente o en las clases técnicas del acero utilizado, y al menos una vez por día de producción y por máquina.

Por cada combinación de diámetros nominales, las modificaciones en la altura y longitud de la armadura básica electrosoldada en celosía no afectan al número de muestras que deben tomarse. El número de muestras de cordones y diagonales por unidad de inspección se indica en la tabla 10.

Deben medirse todas las dimensiones especificadas para las armaduras básicas electrosoldadas en celosía (longitud, altura, anchura, paso; véase el apartado 7.3.6).

Tabla 10
Plan de muestreo para la armadura básica electrosoldada en celosía

Propiedad	Número de muestras por unidad de inspección
R_e	$\geq 1^a$
R_m/R_e	$\geq 1^a$
$R_{e,real}/R_{e,nom.}^b$	$\geq 1^a$
A_{gt}	$\geq 1^a$
Dimensiones ^c	≥ 1
Carga de despegue ^{d, e}	≥ 2
Masa por metro ^f	$\geq 1^a$
Aptitud al doblado ^g	≥ 1

^a Cada cordón y diagonal.
^b Cuando sea pertinente.
^c Cada armadura básica electrosoldada en celosía tipo.
^d Cada cordón.
^e Véase el apartado 7.2.4.2
^f Puede medirse antes de realizarse la soldadura.
^g Puede evaluarse en los elementos constituyentes mediante el ensayo de doblado y/o el ensayo de doblado-desdoblado.

La composición química (análisis de la colada) del material debe haber sido determinada por el fabricante del acero y debe ser indicada al fabricante de la armadura básica por cada colada, si el cliente así lo solicita.

8.1.3 Evaluación de los resultados de ensayo

8.1.3.1 $R_e, A_{gt}, R_m/R_e, R_{e, real}/R_{e, nom.}$

8.1.3.1.1 C_v especificado como límite inferior. Si la especificación de producto especifica C_v como límite inferior, los resultados deben considerarse conformes con esta norma europea si se cumple alguna de las siguientes condiciones:

a) todos los valores individuales son mayores o iguales que el valor característico especificado, C_v ;

b) o bien se verifica que:

$$\bullet \quad \bar{x} \geq C_v + a_1 \quad (8)$$

donde a_1 viene definido en la especificación del producto,

y

$$\bullet \quad \text{todos los valores individuales son mayores o iguales que } C_v - a_2 \quad (9)$$

donde a_2 viene definido en la especificación del producto.

8.1.3.1.2 C_v especificado como límite superior

Si la especificación de producto especifica C_v como límite superior, los resultados deben considerarse conformes con esta norma europea si se cumple alguna de las siguientes condiciones:

a) todos los valores individuales son menores o iguales que el valor característico especificado, C_v ;

b) o bien se verifica que:

$$\bullet \quad \bar{x} \leq C_v - a_3 \quad (10)$$

donde

a_3 viene definido en la especificación del producto,

y

- todos los valores individuales son menores o iguales que

$$C_v + a_4 \quad (11)$$

donde

a_4 viene definido en la especificación del producto.

8.1.3.2 Aptitud al doblado, carga de despegue, geometría, masa por metro.

En el ensayo de doblado y/o de doblado-desdoblado todas las muestras deben satisfacer los requisitos de la especificación del producto.

Si se ensaya la resistencia a la carga de despegue de las uniones soldadas o atadas, todos los valores individuales deben satisfacer los requisitos de la especificación del producto.

Si se ensaya la geometría superficial, los resultados deben satisfacer los requisitos de la especificación de producto.

Si se ensaya la masa por metro, ningún valor individual debe quedar fuera de las tolerancias especificadas en el apartado 7.3.2.

8.1.3.3 Las unidades de inspección que no cumplen con los requisitos especificados pueden ser ensayadas de nuevo conforme a procedimientos documentados en el sistema de control de producción en fábrica.

8.1.4 Trazabilidad. Las partidas suministradas deben ser trazables e identificables hasta el fabricante y, si se solicita, hasta sus datos de fabricación. El fabricante debe establecer y mantener los registros solicitados y debe identificar los productos y su documentación de suministro adecuadamente.

NOTA – Los registros deberían conservarlos el transformador conforme a lo indicado en las disposiciones nacionales.

8.2 Ensayo de tipo inicial

Las muestras deben tomarse de forma aleatoria del material fabricado objeto de ensayo. Deben adoptarse las medidas necesarias para asegurar que las muestras reflejan las propiedades del material sometido a ensayo. Los ensayos deben realizarse sobre la totalidad de la sección transversal del producto. Cualquier procedimiento de preparación de las muestras debe ser conforme con la Norma Europea EN ISO 377.

8.2.1 Propiedades estándar

8.2.1.1 Barras y rollos. Para cada proceso de fabricación, el tipo y número de ensayos para el ensayo de tipo inicial debe ser el definido en la tabla 11, y el programa de ensayos debe ser el definido en la tabla 12.

Tabla 11
Tipo y número de ensayos para el ensayo de tipo inicial y para la vigilancia continua de barras y rollos

Operación	Diámetro	Frecuencia	
		Propiedades estándar^a	Fatiga^b
Ensayo de tipo inicial	Superior, intermedio e inferior del intervalo de diámetros	3 coladas por diámetro de barra/rollo (laminado en caliente o en frío)	5 muestras de cada diámetro muestreado
Vigilancia continua	Un diámetro (según corresponda)	3 coladas por diámetro de barra/rollo (laminado en caliente o en frío)	5 muestras una vez al año

^a Los ensayos sobre características estándar deben realizarse sobre aquéllas indicadas en la tabla 12.
^b Cuando se solicite.

Tabla 12
Programa de ensayos de las características de barras, rollos y productos enderezados

Propiedad	Barras/rollos (laminado en caliente o en frío) (número de ensayos por colada)	Productos enderezados (barra, alambre) (número de ensayos por rollo)
R_e	10	3
R_m/R_e	10	3
$R_{e,real}/R_{e,nom}^a$	10	3
A_{gt}	10	3
Masa por metro	3	1
Aptitud al doblado ^b	3	1
Geometría superficial ^c	3	3
Composición química (incl. CEV)	1	0

^a Cuando sea pertinente.
^b Ensayo de doblado y/o ensayo de doblado-desdoblado.
^c Alternativamente, ensayo de acuerdo con el anexo C ó anexo D.

8.2.1.2 Productos enderezados. Los productos deben muestrearse y ensayarse de acuerdo con lo indicado en la tabla 12 por cada tipo de máquina (rodillo o bastidor) del enderezador y por cada proceso de fabricación del rollo. Las muestras para ensayo deben proceder de un único rollo, de los diámetros mayor y menor producidos.

8.2.1.3 Mallas electrosoldadas. Los productos deben muestrearse y ensayarse por cada máquina.

Por cada proceso de fabricación, el tipo y número de ensayos para el ensayo de tipo inicial debe ser el indicado en la tabla 13, y el programa de ensayos el indicado en la tabla 14.

Tabla 13**Tipo y número de ensayos para el ensayo de tipo inicial y para la vigilancia continua de mallas electrosoldadas**

Operación	Diámetro	Frecuencia	
		Propiedades estándar ^a	Fatiga ^b
Ensayo de tipo inicial	Superior, intermedio e inferior de la gama de diámetros (combinaciones de diámetros)	3 unidades de ensayo por tamaño	5 muestras de cada tamaño muestreado
Vigilancia continua	Un tamaño (combinación de diámetros) (según corresponda)	3 unidades de ensayo por tamaño	5 muestras una vez al año

^a Los ensayos sobre propiedades estándar deben realizarse sobre aquellas características indicadas en la tabla 14.
^b Cuando se solicite.

Tabla 14**Ensayos de las propiedades estándar de mallas electrosoldadas**

Propiedad	Número de ensayos por unidad de ensayo
Sección transversal (masa por metro)	4 = 2 (longitudinal) + 2 (transversal)
R_e	4 = 2 (longitudinal) + 2 (transversal)
R_m/R_e	4 = 2 (longitudinal) + 2 (transversal)
$R_{e,real}/R_{e,nom.}^a$	4 = 2 (longitudinal) + 2 (transversal)
A_{gt}	4 = 2 (longitudinal) + 2 (transversal)
Carga de despegue	3
Geometría superficial	4 = 2 (longitudinal) + 2 (transversal)
Dimensiones de la malla electrosoldada	1

^a Cuando sea pertinente.

8.2.1.4 Armadura básica electrosoldada en celosía. Los productos deben muestrearse y ensayarse procedentes de distintas combinaciones de diámetros de aceros para armaduras de hormigón armado, que sean representativas de la gama de tamaños producidos por el fabricante.

Los ensayos deben realizarse sobre muestras tomadas de 3 unidades de inspección véase el apartado (8.1.2.1.4)

Por cada unidad de inspección, el número de muestras que se deben ensayar para el ensayo de tipo inicial debe ser el indicado en la tabla 15.

Tabla 15
Número de muestras para el ensayo de tipo inicial y para la vigilancia continua
de armaduras básicas electrosoldadas en celosía

Propiedad	Número de ensayos por unidad de ensayo		
	Cordón superior	Diagonales	Cordón inferior
Sección transversal (masa por metro)	2	2/2	2/2
R_e	2	2/2	2/2
R_m/R_e	2	2/2	2/2
$R_{e,real}/R_{e,nom.}^a$	2	2/2	2/2
A_{gt}	2	2/2	2/2
Geometría superficial ^b	2	2/2	2/2
Carga de despegue	3	-/-	3/3 ^c
Dimensiones	1 por unidad		

^a Cuando sea pertinente.
^b Para acero corrugado y acero grafiado.
^c Para uniones atadas véase el apartado 7.2.4.2.2.

8.2.2 Ensayo de fatiga

8.2.2.1 Barras y rollos. Cuando una especificación de producto requiera resistencia a fatiga, deben tomarse 5 muestras de distintas barras o rollos, de acuerdo con los criterios recogidos en la tabla 11.

8.2.2.2 Productos enderezados. Cuando una especificación de producto requiera resistencia a fatiga, deben tomarse 5 muestras, en cada lugar de producción, procedentes de un tipo de máquina enderezadora, y del diámetro mayor que se esté enderezando.

8.2.2.3 Mallas electrosoldadas. Cuando una especificación de producto requiera resistencia a fatiga, deben tomarse 5 muestras, incluyendo una soldadura, procedentes de varios elementos del mismo diámetro nominal, de acuerdo con los criterios recogidos en la tabla 13.

8.2.2.4 Armadura básica electrosoldada en celosía. No se exigen ensayos de fatiga para las armaduras básicas electrosoldadas en celosía.

8.3 Vigilancia continua del control de producción en fábrica y ensayo de auditoría

8.3.1 Generalidades. El propósito de la vigilancia continua es:

- a) confirmar que el sistema de control de producción en fábrica continúa cumpliendo con los requisitos indicados en el apartado 8.1;
- b) seleccionar muestras para los ensayos de auditoría, según lo indicado en el apartado 8.3.2.

La vigilancia continua debe llevarse a cabo de la siguiente manera:

- c) auditando el sistema de control de producción del fabricante para verificar que continúa funcionando satisfactoriamente;
- d) muestreando y ensayando los productos según lo indicado en el apartado 8.3.2.

8.3.2 Ensayos de auditoría de muestras tomadas en fábrica

8.3.2.1 Barras y rollos

8.3.2.1.1 Propiedades estándar. Las propiedades estándar deben verificarse mediante el muestreo y ensayo de los productos, de acuerdo con lo indicado en las tablas 11 y 12.

Los ensayos deben realizarse sobre muestras tomadas aleatoriamente de cada proceso de fabricación. Las muestras deben tomarse de forma que en un periodo de 5 años se haya ensayado el mayor número de tamaños.

8.3.2.1.2 Fatiga. Cuando la especificación del producto exija una resistencia a fatiga, deben tomarse 5 muestras de diferentes barras o rollos de un mismo diámetro una vez al año. El muestreo debe llevarse a cabo de forma que en un periodo de 5 años se cubra el mayor número y series de diámetros de la gama del fabricante.

8.3.2.2 Productos enderezados

8.3.2.2.1 Propiedades estándar. Las muestras deben tomarse de un rollo y diámetro de cada proceso de enderezado. El programa de ensayos debe realizarse de acuerdo con lo indicado en la tabla 12.

NOTA – Las muestras deberían tomarse de tal forma que, en un periodo de 24 meses, se cubran todas las máquinas y diámetros.

8.3.2.2.2 Fatiga. Cuando la especificación del producto exija una resistencia a fatiga, deben tomarse 5 muestras una vez al año, en cada centro de producción, procedentes de un tipo de máquina enderezadora y del diámetro mayor que se esté enderezando. El muestreo debe llevarse a cabo de forma que en un periodo de 5 años se cubra la combinación de proceso de transformación del material y tipo de enderezador.

8.3.2.3 Mallas electrosoldadas

8.3.2.3.1 Propiedades estándar. Las propiedades estándar deben ser verificadas mediante el muestreo y ensayo de los productos, tal y como se indica en las tablas 13 y 14.

Los ensayos deben realizarse sobre muestras tomadas aleatoriamente procedentes de cada proceso de fabricación. El muestreo debe llevarse a cabo de forma que en un periodo de 5 años se cubra el máximo número y series de diámetros producidos por el fabricante.

8.3.2.3.2 Fatiga. Cuando la especificación del producto exija una resistencia a fatiga, deben tomarse 5 muestras aleatorias una vez al año de los elementos producidos en cada proceso de fabricación. El muestreo debe llevarse a cabo de forma que en un periodo de 5 años se cubra el máximo número y gama de diámetros.

8.3.2.4 Armadura básica electrosoldada en celosía

8.3.2.4.1 Propiedades estándar

Las propiedades estándar deben ser verificadas mediante muestreo y ensayo de los productos, según lo indicado en la tabla 15.

Los ensayos deben realizarse sobre muestras aleatorias procedentes de cada proceso de fabricación. Las muestras deben seleccionarse de forma que en un periodo de 5 años se ensayan el mayor número de tamaños.

8.3.2.4.2 Fatiga. No es preciso el ensayo a fatiga de las armaduras básicas electrosoldadas en celosía.

8.4 Evaluación, informe y actuación

8.4.1 Ensayo de tipo inicial. Por cada programa de ensayo debe realizarse una evaluación estadística de los resultados de ensayo utilizando las técnicas apropiadas.

Si los resultados de las propiedades estándar o de la fatiga muestran que la producción no es conforme con los requisitos, no debe concederse al fabricante la aprobación de la fabricación conforme a esta norma europea. El fabricante debe adoptar las medidas oportunas para corregir las deficiencias detectadas. Las medidas dependerán de tipo y significación de las deficiencias detectadas, pudiendo incluir cambios en las condiciones de producción e inspección.

8.4.2 Vigilancia continua. Por cada programa de ensayo, con excepción del material enderezado, debe realizarse una evaluación estadística de los resultados de ensayo utilizando las técnicas apropiadas. Los resultados, incluyendo el análisis estadístico de los resultados de ensayo, deben registrarse en un informe de inspección de vigilancia.

Cada 6 meses deben evaluarse los resultados del control del nivel de calidad a largo plazo del fabricante.

Si los resultados de las propiedades estándar, de la fatiga o del nivel de calidad a largo plazo ponen de manifiesto que la producción no es conforme con los requisitos, deben adoptarse las medidas oportunas. Éstas dependerán del tipo y alcance de las deficiencias detectadas, pudiendo incluir:

- la intensificación del control de producción en fábrica (incremento en la frecuencia de ensayo);
- cambio en las condiciones de producción;
- incremento de la frecuencia de inspección de vigilancia.

8.4.3 Propiedades estándar. Los productos deben considerarse conformes si cumplen los requisitos de ensayo de la especificación de producto, tanto en los ensayos de tipo iniciales como en la vigilancia continua.

8.4.4 Ensayo de fatiga. Cuando lo exija la especificación de producto, tanto en los ensayos de tipo iniciales como en los de vigilancia continua, se debe considerar que el producto es conforme con esta norma europea cuando se alcance el número de ciclos establecido por dicha especificación. En el caso de que se produjese algún fallo, el ensayo debe considerarse nulo si el fallo es propiciado por un defecto exclusivo de la probeta de ensayo, o en la zona adyacente a las mordazas; en este caso, debe realizarse un nuevo ensayo individual (véase la Norma Europea EN ISO 15630-1).

Si no se cumplen los criterios anteriores, se debe tomar una nueva serie de cinco probetas del tamaño nominal correspondiente. Si se cumplen los criterios en esta serie adicional, se debe considerar que el material es conforme con esta norma europea. En caso contrario, debe llevarse a cabo una investigación y adoptarse las medidas oportunas.

8.5 Control del nivel de calidad a largo plazo

8.5.1 Generalidades. Los resultados de ensayo de todas la unidades de inspección de la producción continua deben ser recopilados y evaluados estadísticamente para los parámetros R_e , A_{gt} , R_m/R_e , y $R_{e,real}/R_{e,nom}$. (cuando sea pertinente), tomando el mayor de los siguientes criterios: los resultados correspondientes a los seis meses de producción anteriores, o bien los últimos 200 resultados.

8.5.2 Evaluación de los resultados de ensayo. La evaluación debe realizarse por diámetro nominal.

Los parámetros R_e , A_{gt} , y R_m/R_e deben cumplir el siguiente requisito:

$$\bar{x} - ks \geq C_v \quad (12)$$

La relación $R_{e,real}/R_{e,nom}$. y el límite superior de R_m/R_e , cuando sea pertinente, deben satisfacer el siguiente requisito:

$$\bar{x} + ks \leq C_v \quad (13)$$

donde

- \bar{x} es el valor medio;
- s es el estimador de la desviación estándar de la población;
- k es el coeficiente indicado en la tabla 16 para R_e y en la tabla 17 para A_{gt} , R_m/R_e , y $R_{e,real}/R_{e,nom}$.
- C_v es el valor característico especificado.

Los criterios anteriores se basan en la consideración de que la distribución de un gran número de resultados es del tipo normal, si bien éste no es un requisito establecido por esta norma europea. Sin embargo, los siguientes métodos alternativos pueden emplearse para establecer la conformidad de la producción con los requisitos establecidos por esta norma europea:

- a) métodos gráficos que incluyan tablas de control;
- b) técnicas estadísticas no paramétricas.

Tabla 16
 R_e – Coeficiente k en función del número de resultados de ensayo (n)
(para un porcentaje fiable de fallos del 5% [$p = 0,95$] y un nivel de confianza del 90%)

n	k	n	k
5	3,40	30	2,08
6	3,09	40	2,01
7	2,89	50	1,97
8	2,75	60	1,93
9	2,65	70	1,90
10	2,57	80	1,89
11	2,50	90	1,87
12	2,45	100	1,86
13	2,40	150	1,82
14	2,36	200	1,79
15	2,33	250	1,78
16	2,30	300	1,77
17	2,27	400	1,75
18	2,25	500	1,74
19	2,23	1 000	1,71
20	2,21	∞	1,64

Tabla 17

A_{gt} , R_m/R_e , y $R_{e,real}/R_{e,nom}$. – Coeficiente k en función del número de resultados de ensayo (n)
(para un porcentaje fiable de fallos del 10% [$p = 0,90$] y un nivel de confianza del 90%)

n	k	n	k
5	2,74	30	1,66
6	2,49	40	1,60
7	2,33	50	1,56
8	2,22	60	1,53
9	2,13	70	1,51
10	2,07	80	1,49
11	2,01	90	1,48
12	1,97	100	1,47
13	1,93	150	1,43
14	1,90	200	1,41
15	1,87	250	1,40
16	1,84	300	1,39
17	1,82	400	1,37
18	1,80	500	1,36
19	1,78	1 000	1,34
20	1,77	∞	1,282

9 MÉTODOS DE ENSAYO

9.1 Barras, rollos y productos enderezados

El ensayo de tracción para la determinación de R_e , R_m/R_e y A_{gt} , el ensayo de doblado y/o el de doblado-desdoblado, el ensayo de fatiga por carga axial, la medición de la geometría superficial, la determinación del área relativa de corruga, f_R , o del área relativa de grafila, f_P , la determinación de la desviación respecto a la masa nominal por metro y los métodos de análisis químico, deben realizarse según lo indicado en la Norma Europea EN ISO 15630-1. Véase también la tabla 3.

9.2 Mallas electrosoldadas

Para las mallas electrosoldadas, deben aplicarse los requisitos de la Norma Europea EN ISO 15630-2 para los ensayos de tracción, determinación de la carga de despegue en las uniones, el ensayo de fatiga por carga axial y los métodos de análisis químico. La medición de la geometría superficial, la determinación del área relativa de corruga, f_R , o del área relativa de grafila, f_P , y la determinación de la desviación respecto a la masa nominal por metro debe realizarse según lo indicado en la Norma Europea EN ISO 15630-1. Véase también la tabla 3.

9.3 Armadura básica electrosoldada en celosía

El ensayo de tracción para la determinación de R_e , R_m/R_e y A_{gt} , la medición de la geometría superficial, la determinación del área relativa de corruga, f_R , o del área relativa de grafila, f_P , la determinación de la desviación respecto a la masa nominal por metro y los métodos para el análisis químico deben realizarse según lo indicado en la Norma Europea EN ISO 15630-1. La determinación de la carga de despegue de las uniones soldadas o atadas de las armaduras básicas electrosoldadas en celosía, debe realizarse de acuerdo con los métodos recogidos en el anexo B. Véase también la tabla 3.

10 IDENTIFICACIÓN DEL FABRICANTE Y DE LA CLASE TÉCNICA

NOTA – Para el marcado CE véase el anexo ZA.

10.1 Barra

10.1.1 Identificación del fabricante

10.1.1.1 Aceros corrugados y grafilados

10.1.1.1.1 Cada acero corrugado debe llevar en una de sus filas de corrugas o grafilas, una marca que identifique la fábrica. Esta marca debe repetirse a intervalos inferiores a 1,5 metros.

10.1.1.1.2 La marca debe consistir en:

- un símbolo que indique el inicio del marcado;
- un sistema numérico que identifique al fabricante, formado por un número que indique el país de origen y otro que identifique la fábrica.

10.1.1.1.3 El sistema numérico de identificación del país de origen y de la fábrica debe emplear uno de los siguientes métodos:

- un número de corrugas o grafilas normales entre corrugas o grafilas engrosadas (véase como ejemplo la figura 5);
- un número de corrugas o grafilas normales entre corrugas o grafilas omitidas;
- números en la superficie de la barra;
- número de corrugas o de grafilas normales entre marcas de laminación en relieve o bajo relieve.



Fig. 5 – Ejemplo de la marca de identificación del fabricante (empleando corrugas engrosadas)

10.1.1.4 El símbolo para indicar el inicio del marcado debe ser uno de los siguientes:

- Cuando el procedimiento de marcado utilice corrugas o grafilas engrosadas, el símbolo que identifica el inicio del marcado debe consistir en dos corrugas o grafilas consecutivas engrosadas (véase el ejemplo de la figura 5).
- Cuando el procedimiento de marcado utilice la ausencia de corrugas o grafilas, el símbolo que identifica el inicio del marcado debe consistir en la omisión de dos corrugas o grafilas consecutivas.
- Cuando se utilicen números sobre la superficie de la barra el símbolo para indicar el inicio del marcado debe ser una X o una O.
- Cuando se utilicen marcas de laminación en relieve o bajo relieve en la superficie, el inicio del marcado debe consistir en dos marcas entre una pareja de corrugas o grafilas normales.

10.1.1.5 El país de origen debe indicarse mediante un número comprendido entre el 1 y el 9, de acuerdo con lo indicado en la tabla 18 (véase el ejemplo de la figura 5).

10.1.1.6 El número de la fábrica debe consistir en un número de uno o dos dígitos comprendido entre el 1 y el 99, con excepción de los múltiplos de 10 (véase el ejemplo de la figura 5).

Tabla 18
Identificación del país de origen

País	Número de identificación
Alemania, Austria, Eslovaquia, Polonia, República Checa	1
Bélgica, Holanda, Luxemburgo, Suiza	2
Francia, Hungría	3
Italia, Malta, Slovenia	4
Irlanda, Islandia, Reino Unido	5
Dinamarca, Estonia, Finlandia, Letonia, Lituania, Noruega, Suecia	6
España, Portugal	7
Chipre, Grecia	8
Otros países	9

10.1.1.2 Aceros lisos

10.1.1.2.1 Los aceros lisos deben identificarse con la misma información que los aceros corrugados o grafilados.

10.1.1.2.2 La información debe indicarse mediante marcas de laminación en relieve o bajo relieve en el producto, o bien puede imprimirse en la etiqueta que lo acompaña.

10.1.2 Identificación de la clase técnica

10.1.2.1 Aceros corrugados y grafilados

10.1.2.1.1 La clase técnica debe identificarse mediante un número de producto (código) que es asignado y registrado por una organización europea. El número de producto define las características de sus prestaciones.

10.1.2.1.2 El número de producto debe ser laminado en una segunda fila de corrugas o grafilas, o bien aplicado mediante un sistema que deje una marca permanente e indeleble sobre el producto. En cualquier caso, esta marca debe repetirse a intervalos inferiores a 1,5 metros.

10.1.2.1.3 El número de producto debe consistir en lo siguiente:

- a) un símbolo que indique el inicio del marcado;
- b) un sistema numérico que indique el número del producto.

10.1.2.1.4 El sistema para indicar el número de producto debe ser uno de los utilizados para la identificación del fabricante (véase el apartado 10.1.1.3), o cualquier sistema que deje una marca permanente e indeleble sobre el producto.

10.1.2.1.5 El símbolo para indicar el inicio del marcado debe ser uno de los siguientes:

- a) Cuando el procedimiento de marcado utilice corrugas o grafilas engrosadas, el símbolo que identifica el inicio del marcado debe consistir en tres corrugas o grafilas consecutivas engrosadas (véase el ejemplo de la figura 6).
- b) Cuando el procedimiento de marcado utilice la ausencia de corrugas o grafilas, el símbolo que identifica el inicio del marcado debe consistir en la omisión de tres corrugas o grafilas consecutivas.
- c) Cuando se utilicen números sobre la superficie de la barra no es necesario ningún símbolo que indique el inicio.

- d) Cuando se utilicen marcas de laminación en relieve o bajo relieve en la superficie, el inicio del marcado debe consistir en dos parejas de marcas entre parejas consecutivas de corrugas o grafilas.

Para otros métodos de marcado, si fuera preciso un símbolo para indicar el inicio del marcado de producto, éste debe consistir en una marca permanente e indeleble sobre el producto.

NOTA – Si los números se leen verticalmente a lo largo del eje del producto, su lectura debería realizarse de arriba abajo.

- 10.1.2.1.6** El número de producto debe consistir en una cifra de tres dígitos comprendida entre el 101 y el 999, con excepción de los múltiplos de 10 (véase el ejemplo de la figura 6).



Fig. 6 – Ejemplo de identificación de producto para el producto nº 226 (mediante corrugaciones engrosadas)

10.1.2.2 Productos lisos

- 10.1.2.2.1** Los aceros lisos deben identificarse con la misma información que los aceros corrugados o grafilados.

- 10.1.2.2.2** La información debe aplicarse mediante marcas de laminación sobre el producto, o bien imprimirse en la etiqueta que lo acompaña.

10.2 Rollo

- 10.2.1** Los rollos corrugados, grafilados o lisos deben identificarse con el mismo procedimiento descrito en el apartado 10.1 para las barras.

- 10.2.2** En los rollos, la identificación del fabricante se refiere a la fábrica en la que se confieren las propiedades mecánicas finales al producto en rollo.

- 10.2.3** Además, debe aplicarse una marca adicional al inicio del marcado de producto para indicar que éste fue fabricado en forma de rollo. Esta marca adicional puede ser una de las siguientes:

- a) Cuando el procedimiento de marcado utilice corrugas o grafilas engrosadas, la marca adicional debe consistir en una corruja o grafila engrosada adicional al inicio del marcado de producto.
- b) Cuando el procedimiento de marcado utilice la ausencia de corrugas o grafilas, la marca adicional debe consistir en una corruja o grafila omitida adicional al inicio del marcado de producto.
- c) Cuando el sistema de marcado utilice números, la marca adicional debe consistir en una C.
- d) Cuando se utilicen marcas de laminación en la superficie, la marca adicional debe consistir en dos marcas entre una pareja de corrugas normales, dispuestas inmediatamente antes del inicio del número de producto.

10.3 Producto enderezado

- 10.3.1** Además de la identificación del fabricante dispuesta sobre el producto, debe disponerse una marca de identificación del enderezador, bien sobre el producto o bien en la etiqueta que lo acompaña.

- 10.3.2** El número de producto debe haber sido aplicado sobre éste previamente al enderezado por el laminador o el procesador.

10.4 Malla electrosoldada

Además de las marcas del fabricante y del producto dispuestas en los elementos individuales, debe adjuntarse una etiqueta al paquete de mallas electrosoldadas para indicar el fabricante de las mismas y la(s) clase(s) técnica(s) del producto.

10.5 Armadura básica electrosoldada en celosía

Además de las marcas del fabricante y del producto dispuestas en los elementos individuales, debe adjuntarse una etiqueta a la armadura básica electrosoldada en celosía para indicar el fabricante de la misma y la(s) clase(s) técnica(s) del producto.

11 VERIFICACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS EN CASO DE LITIGIO

11.1 Siempre que la determinación de una propiedad especificada en esta norma europea como valor característico dé lugar a un litigio, el valor deberá ser verificado mediante el muestreo y ensayo de tres probetas procedentes de varios elementos pertenecientes al lote sometido a examen.

Si un resultado de ensayo es inferior al valor característico especificado, deben examinarse cuidadosamente la probeta y el procedimiento de ensayo. Si hubiese un defecto puntual en la probeta, o razones para pensar que se ha producido un error durante el ensayo, el resultado de ensayo debe ignorarse, procediéndose a realizar un nuevo ensayo individual.

Si los tres resultados válidos de ensayo son iguales o superiores al valor característico especificado, se debe considerar que el lote es conforme con esta norma europea.

En caso contrario, se seguirán los criterios indicados en el apartado 11.2.

11.2 Si no se cumple lo indicado en el apartado 11.1, se deben tomar 10 probetas adicionales procedentes de distintos productos pertenecientes al lote.

Se debe considerar que el lote es conforme con esta norma europea, si la media de los resultados de ensayo de las 10 probetas es superior al valor característico y si los valores individuales son mayores que el mínimo y menores que el máximo establecido por la especificación del producto pertinente. En caso contrario, el lote será rechazado.

ANEXO A (Informativo)

**EJEMPLOS DE PUNTOS DE SOLDADURA EN UNIONES DE ARMADURAS BÁSICAS
ELECTROSOLDADAS EN CELOSÍA**

Fig. A.1

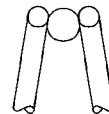
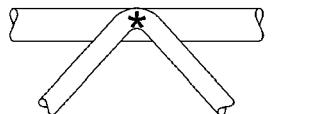


Fig. A.2

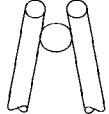
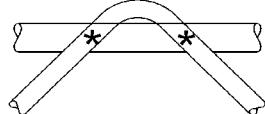


Fig. A.3

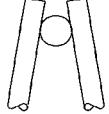
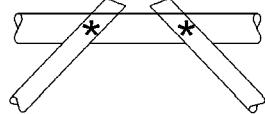


Fig. A.4

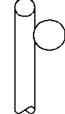
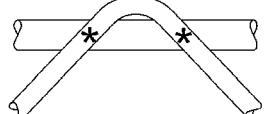


Fig. A.5

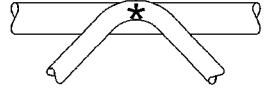


Fig. A.6

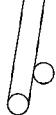
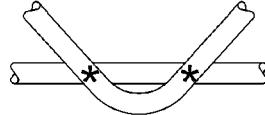


Fig. A.7

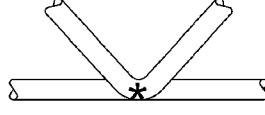


Fig. A.8

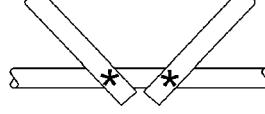
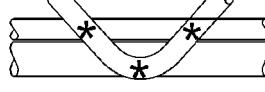


Fig. A.9



* Punto de soldadura

ANEXO B (Normativo)**MÉTODOS DE ENSAYO PARA LAS ARMADURAS BÁSICAS ELECTROSOLDADAS EN CELOSÍA****B.1 Generalidades**

Las características de los cordones y de las diagonales deben determinarse conforme a la Norma Europea EN ISO 15630-1, excepto las dimensiones (véase el capítulo B.2) y la carga de despegue en las uniones cuya descripción se recoge en los capítulos B.3 a B.7.

B.2 Medida de las dimensiones de la armadura básica electrosoldada en celosía**B.2.1 Muestra de ensayo**

La muestra de ensayo debe ser una armadura básica electrosoldada en celosía en la condición de suministro.

B.2.2 Equipo de ensayo

La altura, la anchura y la longitud de la armadura básica electrosoldada en celosía deben medirse con un instrumento con una resolución de 1 mm o mejor.

B.2.3 Procedimiento de medida

La armadura básica electrosoldada en celosía debe colocarse sobre una superficie plana. La altura y la anchura deben determinarse en el punto medio de la armadura básica.

Para determinar el paso, debe efectuarse la medida sobre una base de cinco pasos y calcularse el valor medio.

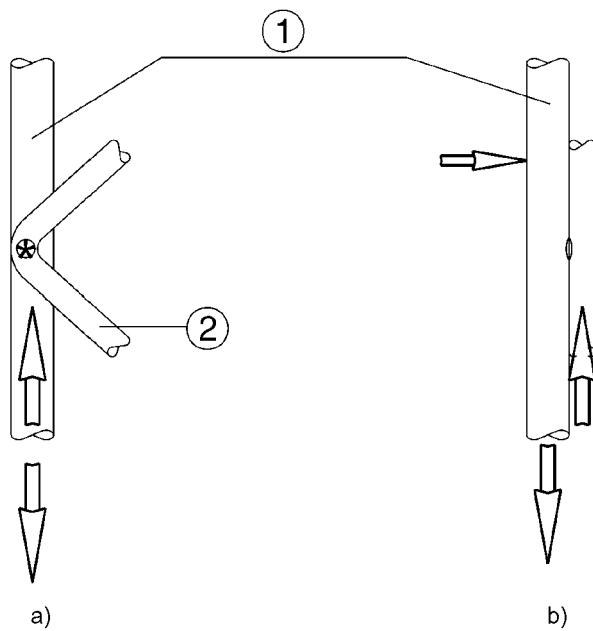
B.3 Ensayo de carga de despegue**B.3.1 Ensayo de carga de despegue en las uniones soldadas**

B.3.1.1 Generalidades. Debe utilizarse el mismo método para los ensayos de tipo y para los ensayos de control de producción en fábrica.

B.3.1.2 Principio de los métodos de ensayo. La resistencia de las soldaduras puede determinarse mediante uno de los dos métodos indicados a continuación. La elección del método debe quedar a la discreción del fabricante.

Método 1

El principio del método 1 es un ensayo de tracción que se aplica sobre el cordón de la armadura básica electrosoldada en celosía tal y como se indica en la figura B.1. En este ensayo, la diagonal de la armadura básica electrosoldada en celosía está inmovilizada.



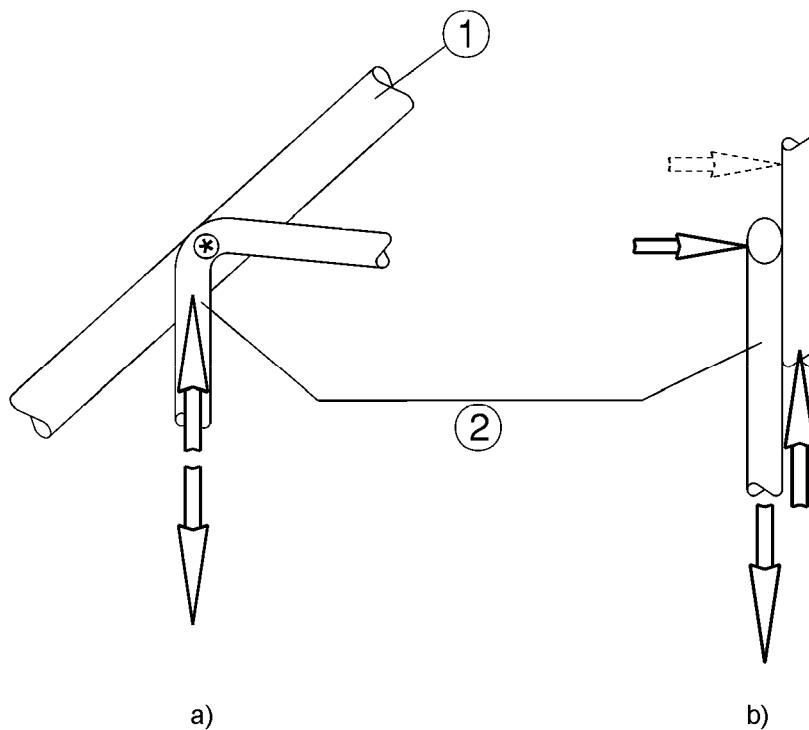
Leyenda

- 1 cordón
- 2 diagonal
- a) vista frontal
- b) vista lateral

Fig. B.1 – Ensayo de carga de despegue. Principio del método 1

Método 2

El principio del método 2 es un ensayo de tracción que se aplica sobre la diagonal de la armadura básica electrosoldada en celosía tal y como se indica en la figura B.2. En este ensayo, el cordón de la armadura básica electrosoldada en celosía está inmovilizado.



Leyenda	
1	cordón
2	diagonal
a)	vista frontal
b)	vista lateral

Fig. B.2 – Ensayo de carga de despegue. Principio del método 2

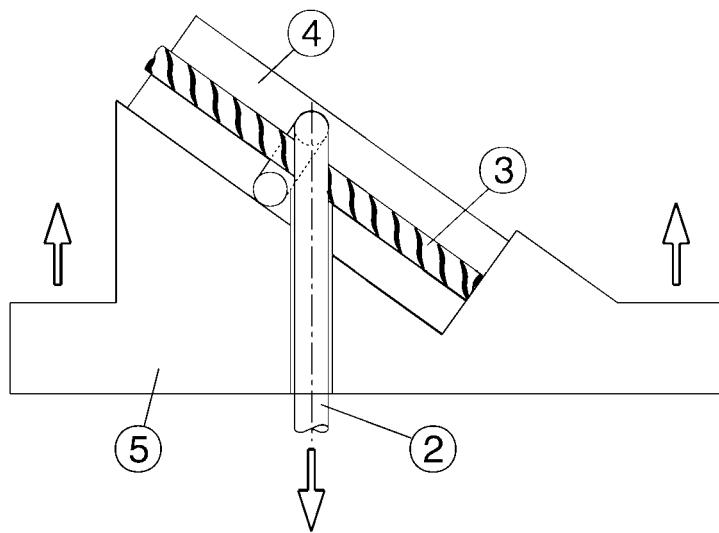
El ensayo, conforme a cualquiera de los dos métodos, debe efectuarse de tal forma que se evite la rotación de las muestras de ensayo [compárense las figuras B.1b) y B.2b)].

El ensayo de la unión soldada entre un fleje de acero y la diagonal debe realizarse con un dispositivo adecuado.

B.3.2 Ensayo de carga de despegue en las uniones atadas

B.3.2.1 Generalidades. Se utilizan distintos métodos para los ensayos de tipo iniciales y para los ensayos de control de producción en fábrica. En caso de litigio, debe utilizarse el método de ensayo indicado en la figura B.3.

B.3.2.2 Principio del método de ensayo para los ensayos de tipo iniciales. El ensayo debe realizarse como un ensayo de tracción aplicado sobre la diagonal con la unión embebida en hormigón (véase la figura B.3).



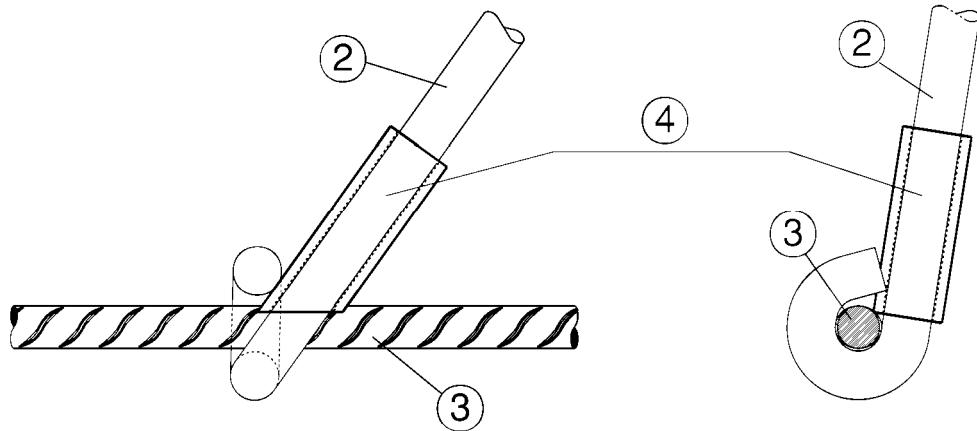
Leyenda

- 2 diagonal
- 3 cordón inferior
- 4 hormigón
- 5 acero

Fig. B.3 – Principio del ensayo de carga de despegue en uniones atadas embebidas en hormigón

La calidad del hormigón debería ser tan sólo la C20/25, con el fin de cubrir el peor de los casos.

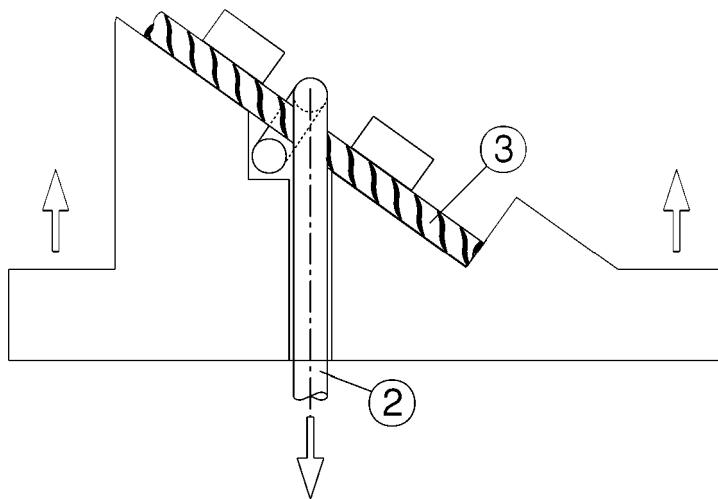
NOTA – Debería impedirse la adherencia de la diagonal (véase la figura B.4).

**Leyenda**

- 2 diagonal
- 3 cordón inferior
- 4 tubo para impedir la adherencia

Fig. B.4 – Muestra para el ensayo de carga de despegue conforme a la figura B.3

B.3.2.3 Principio del método de ensayo para los ensayos de control de producción en fábrica. Se aplica una fuerza de tracción a la diagonal. El cordón inferior está fijado en un dispositivo para evitar la rotación del cordón (véase la figura B.5).

**Leyenda**

- 2 diagonal
- 3 cordón inferior

Fig. B.5 – Método del ensayo de carga de despegue en uniones atadas para los ensayos de control de producción en fábrica

B.3.3 Aparatos de ensayo

B.3.3.1 Máquina para el ensayo de tracción. Debe utilizarse una máquina de ensayo de tracción de clase 1 ó 0,5, conforme a la Norma Europea EN ISO 7500-1.

B.3.3.2 Soporte. Debe utilizarse un soporte especial para sujetar la diagonal (método 1) o el cordón (método 2). El soporte debe estar fijado en la mordaza superior de la máquina de ensayo de tracción.

En el caso del método 1, el soporte debe evitar el doblado de la muestra durante el ensayo.

En el caso del método 2, el soporte debe evitar la rotación de la muestra durante el ensayo.

B.3.4 Muestra de ensayo

La muestra de ensayo debe cortarse de la armadura básica electrosoldada en celosía sin dañar la unión soldada.

B.3.5 Procedimiento de ensayo

La muestra de ensayo debe colocarse en el soporte antes o después de que éste haya sido fijado a la máquina de ensayo de tracción.

La fuerza de tracción se aplica sobre la longitud libre de la muestra de ensayo.

La velocidad de aplicación de la tensión debe ser la misma que la del ensayo de tracción en la zona elástica.

La fuerza máxima, F_w , y la localización de la rotura deben registrarse (véase también el apartado 7.2.4.2.1).

ANEXO C (Informativo)**ENSAYO DE ADHERENCIA PARA EL ACERO CORRUGADO O GRAFILADO
PARA ARMADURAS DE HORMIGÓN ARMADO (ENSAYO DE LA VIGA)****C.1 Objeto y campo de aplicación**

Este anexo C especifica un método para ensayar las características de adherencia de las barras y de los alambres corrugados y grafilados utilizados como armaduras de acero en las estructuras de hormigón.

El ensayo de la viga tiene por objeto determinar la adherencia del acero para armaduras de hormigón armado, y servir como base para la comparación de barras y alambres de aproximadamente el mismo diámetro pero con diferentes configuraciones superficiales.

Este método de ensayo es aplicable al acero para el armado del hormigón de diámetros ≤ 32 mm.

NOTA – El método se basa en la Recomendación RILEM RC5: Ensayo de adherencia para el acero para hormigón armado - 1. Ensayo de viga, 2^a edición 1982.

C.2 Normas para consulta

EN 1766 – *Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón. Métodos de ensayo. Hormigones de referencia para ensayos.*

EN 12390-3 – *Ensayos de hormigón endurecido. Parte 3: Determinación de la resistencia a compresión de probetas.*

C.3 Principio del ensayo

El principio del ensayo consiste en someter a flexión simple una viga tipo hasta que se produzca la pérdida total de la adherencia del acero de las armaduras en una de las dos semivigas, o hasta que se produzca la rotura del propio acero. Durante la carga, se mide el deslizamiento de los dos extremos de la barra de acero.

La viga utilizada en el ensayo está formada por dos bloques paralelepípedicos de hormigón armado, interconectados en su parte inferior por la barra cuya adherencia va a ensayarse, y en su parte superior por una rótula de acero. Las dimensiones de los dos bloques y de las rótulas varían en función del diámetro de la barra de acero objeto de ensayo. El principio del ensayo se ilustra en las figuras C.1 a C.4.

Las dimensiones de las vigas para ensayo dependen del diámetro nominal de la barra de acero objeto de ensayo. Para diámetros nominales inferiores a 16 mm, se utiliza una viga de ensayo del tipo A, y para diámetros nominales iguales o superiores a 16 mm, se utiliza una viga de ensayo del tipo B (véanse las figuras C.3 y C.4).

NOTA – La experiencia en el ensayo de barras de diámetro superior a 32 mm es limitada. Para utilizar el método de ensayo de este anexo para tales diámetros, debería establecerse un programa de ensayos tipo para evaluar la aplicabilidad del método de ensayo.

C.4 Muestras y probetas

Si se van a ensayar varios diámetros de la misma clase técnica de acero para armaduras de hormigón armado y de la misma configuración superficial, éstos deben agruparse en series. Todos los diámetros (tamaños) de un mismo grupo deben tener la misma configuración con respecto a las corrugas o grafilas. En la tabla C.1 se muestra una forma de efectuar la agrupación en series.

NOTA – Tener la misma configuración superficial implica que la relación entre la altura de corruga/diámetro de barra o alambre y la separación de corruga/diámetro de barra o alambre, así como la inclinación de corruga, es la misma. Para los aceros grafilados para el armado del hormigón se aplica una definición similar.

Tabla C.1
Series correspondientes a los diámetros del acero para armaduras
de hormigón armado, para efectuar el ensayo de adherencia

Denominación de las series	Barras o alambres	
	Intervalo de diámetros nominales d mm	Diámetro nominal representativo de la serie mm
Diámetros pequeños	$d \leq 10$	8
Diámetros medios	$10 < d \leq 20$	16
Diámetros gruesos	$20 < d \leq 32$	32
Diámetros muy gruesos ^a	$32 < d \leq 50$	Se debe ensayar cada diámetro

^a NOTA – La experiencia en el ensayo de barras de diámetro superior a 32 mm es limitada. Para utilizar el método de ensayo de este anexo para tales diámetros, debería establecerse un programa de ensayos tipo para evaluar la aplicabilidad del método de ensayo.

De cada serie y tipo de geometría superficial, se deben efectuar veinticinco ensayos de la viga con el diámetro representativo de las series. Las muestras deben seleccionarse para minimizar la variación de la configuración superficial entre las series. Si las muestras no se han tomado de la misma barra o alambre, entonces deberían tomarse del menor número de barras o alambres posible.

Si no se fabrica el diámetro representativo de la serie, debe ensayarse el mayor diámetro fabricado de la serie.

Si se van a caracterizar aceros para el armado del hormigón con la misma geometría superficial pero distinto límite elástico, los ensayos deben realizarse con el material de mayor límite elástico especificado.

La geometría superficial de los aceros para el armado del hormigón que debe utilizarse en los ensayos, debe estar descrita conforme al apartado 7.4 y debe medirse conforme a la Norma Europea EN ISO 15630-1. Todos los parámetros requeridos para el cálculo del área proyectada de la corruga transversal (o área proyectada de las grafilas) deben medirse y registrarse.

C.5 Equipo de ensayo

C.5.1 Moldes para las vigas de ensayo

Los moldes para la fabricación de las vigas de ensayo deberían ser de acero, fundición u otro material no absorbente y que no reaccione con los componentes del hormigón. Deberían conservar su estanquidad y sus dimensiones con el uso.

C.5.2 Rótulas de acero

La rótula debe estar formada por dos piezas de acero en forma de "T", según se muestra en las figuras C.1 y C.2, las cuales conectan las dos caras transversales interiores de los dos bloques en los que se divide la viga. La anchura de la rótula es igual a la anchura, b , de la viga. Las rótulas se muestran en las figuras C.5 y C.6.

C.5.3 Sistema de regulación de las cargas

El mecanismo de aplicación de las cargas debería estar provisto de un sistema de regulación de carga que permita el incremento continuo de las mismas dentro de los límites indicados en el apartado C.5.5.

C.5.4 Sistema de aplicación de las cargas

El sistema de aplicación de las cargas debe asegurar que éstas se aplican perpendicularmente a la superficie de la viga.

El mecanismo de aplicación de las cargas debe consistir en rodillos o cuchillas móviles de acero: dos para el apoyo de la viga y otros dos para la aplicación de la carga.

C.5.5 Dispositivos de medida de las cargas

Las cargas deben medirse con una precisión de, al menos, el 1% de la máxima carga alcanzada durante el ensayo.

El dispositivo de lectura debe disponer de un indicador de la carga máxima alcanzada durante el ensayo.

C.5.6 Dispositivos para la medida del deslizamiento

Los instrumentos para la medida del deslizamiento deben tener una precisión de $\pm 0,01$ mm.

C.6 Preparación de las muestras

C.6.1 Acero para armaduras de hormigón armado que se debe ensayar

La barra de ensayo debe estar en las condiciones en las que se fabricó, sin cascarilla de laminación suelta, preferiblemente con ausencia de herrumbre y, si fuese necesario, cuidadosamente desengrasada mediante un producto desengrasante apropiado, como por ejemplo, el tetracloruro de carbono (CCl_4) o el tricloruro de etileno (C_2HCl_3). La barra de ensayo no debe tener ningún mecanizado. Si la barra de ensayo estuviese corroída, debe describirse su estado en el informe de ensayo y, a ser posible, adjuntarse fotografías de su superficie.

La barra no debe limpiarse mediante ningún procedimiento que pueda modificar su rugosidad.

Las probetas tomadas de rollos deben haberse enderezado previamente, de acuerdo con lo indicado en el capítulo 4 de la Norma Europea EN ISO 15630-1:2002.

C.6.2 Armaduras auxiliares

Las armaduras auxiliares deberían tener la misma resistencia y características superficiales que el acero para armaduras de hormigón armado que vaya a ensayarse. En las figuras C.5 y C.6 se detallan los componentes de la armadura auxiliar.

C.6.3 Manguitos de plástico

Los manguitos destinados a evitar la adherencia del hormigón al acero para armaduras de hormigón armado objeto de ensayo deben ser de plástico. Estos manguitos deben ser lo suficientemente rígidos como para que no se deformen durante el ensayo.

C.6.4 Hormigón

C.6.4.1 Generalidades. El hormigón para la fabricación de la viga de ensayo y de las probetas cilíndricas debe elaborarse, colocarse y almacenarse de acuerdo con la Norma Europea EN 1766 con las características indicadas en el apartado C.6.4.2.

C.6.4.2 Clase resistente del hormigón. El hormigón debe ser del tipo C(0,70) con una resistencia a compresión de (25 ± 5) MPa, o del tipo C(0,45) con una resistencia a compresión de (50 ± 5) MPa, medida sobre probeta cilíndrica de 150 mm \times 300 mm y ensayada según la Norma Europea EN 12390-3.

Si no se acordase otra cosa, los ensayos deben realizarse con un hormigón tipo C(0,70).

NOTA – Se recomienda que las 25 vigas de ensayo se preparen en 5 lotes o amasadas, fabricando 5 probetas por amasada o lote.

C.7 Realización de los ensayos

La viga de ensayo, apoyada sobre rodillos o cuchillas móviles, se carga con dos solicitudes de igual magnitud, dispuestas simétricamente con respecto al centro del vano y aplicadas asimismo por medio de rodillos o cuchillas móviles.

La resistencia del hormigón debe encontrarse en el rango indicado en el apartado C.6.4.2, y su edad no debe ser inferior a 21 días ni superior a 35 días.

La carga debe aplicarse en escalones sucesivos correspondientes a tensiones σ_s en la barra de 0 MPa - 80 MPa - 160 MPa - 240 MPa, etc. La carga total aplicada a la probeta en cada escalón de carga viene dada por una de las dos expresiones siguientes:

$$F_a = \frac{A_n \times \sigma_s}{1,25} \text{ para } d < 16 \text{ mm} \quad (\text{C.1})$$

$$F_a = \frac{A_n \times \sigma_s}{1,50} \text{ para } d \geq 16 \text{ mm} \quad (\text{C.2})$$

siendo A_n el área de la sección nominal del acero para armaduras de hormigón armado. También pueden utilizarse pequeños incrementos de carga. Alternativamente, los datos fuerza-deslizamiento pueden registrarse de forma continua mediante dispositivos electrónicos, utilizando una velocidad de carga que no exceda a la correspondiente a un incremento de la tensión en el acero de 1 MPa/s.

El incremento de carga en cada escalón debe hacerse de forma gradual y continua. Cada escalón se debe alcanzar en medio minuto y la carga debe mantenerse durante el tiempo necesario para que se estabilice el deslizamiento o, como máximo, durante dos minutos.

El deslizamiento debe medirse al principio y al final de cada escalón de carga.

El ensayo debe continuar hasta la pérdida total de adherencia de la barra o alambre en las dos semivigas, o hasta la rotura de la barra o alambre. Por lo general, la pérdida de adherencia no se produce simultáneamente en las dos semivigas. Por esta razón, cuando falla la adherencia en una de las semibarras o alambres y se alcanza un deslizamiento de 3 mm, esta semibarra o alambre debe quedar anclado mediante un dispositivo de agarre que apoye en el hormigón y evite que se produzca un deslizamiento mayor.

Las curvas carga-deslizamiento pueden ser registradas automáticamente, o dibujadas punto a punto a partir de las lecturas del reloj comparador.

C.8 Resultados de ensayo

Si la fuerza total aplicada en el ensayo de la viga es F_s , para un deslizamiento dado, la tensión de adherencia, τ_b , viene dada por:

$$\tau_b = \frac{\sigma_s}{40} \quad (\text{C.3})$$

donde

σ_s es la tensión en la barra, dada por una de las siguientes expresiones:

$$\sigma_s = \frac{1,25 F_a}{A_n} \text{ para } d < 16 \text{ mm} \quad (\text{C.4})$$

$$\sigma_s = \frac{1,50 F_a}{A_n} \text{ para } d \geq 16 \text{ mm} \quad (\text{C.5})$$

C.8.2 Valores de la tensión de adherencia

La tensión de adherencia debe calcularse para 4 valores del deslizamiento:

$\tau_{0,01}$ = tensión de adherencia correspondiente a un deslizamiento de 0,01 mm.

$\tau_{0,1}$ = tensión de adherencia correspondiente a un deslizamiento de 0,1 mm.

τ_1 = tensión de adherencia correspondiente a un deslizamiento de 1 mm.

τ_{bu} = tensión de adherencia correspondiente a carga máxima.

Pueden acordarse otros valores entre las partes.

Para obtener los 4 valores del deslizamiento, deben registrarse las curvas carga-deslizamiento, y facilitarlas si se solicitan.

C.9 Informe de ensayo

El laboratorio debe emitir un informe que debe contener la siguiente información:

- a) identificación del laboratorio;
- b) identificación del fabricante y del producto ensayado;
- c) número del producto;
- d) clase técnica del acero para el armado del hormigón con referencia a la especificación del producto;
- e) el número de esta norma y el tipo de método de ensayo;
- f) diámetros nominales ensayados y serie a la que representan;
- g) geometría superficial de la muestra, es decir, altura de corruga/grafila, separación entre corrugas/grafilas, inclinación corruga/grafila y área relativa de corruga/grafila;
- h) clase de resistencia del hormigón, es decir, tipo C(0,70) o tipo C(0,45) conforme a la Norma Europea EN 1766;
- i) resistencia a compresión del hormigón a la edad de ensayo;
- j) fechas de ensayo;
- k) todos los resultados de ensayo;
- l) descripción de la forma de fallo;
- m) curvas carga-deslizamiento.

Dimensiones en milímetros

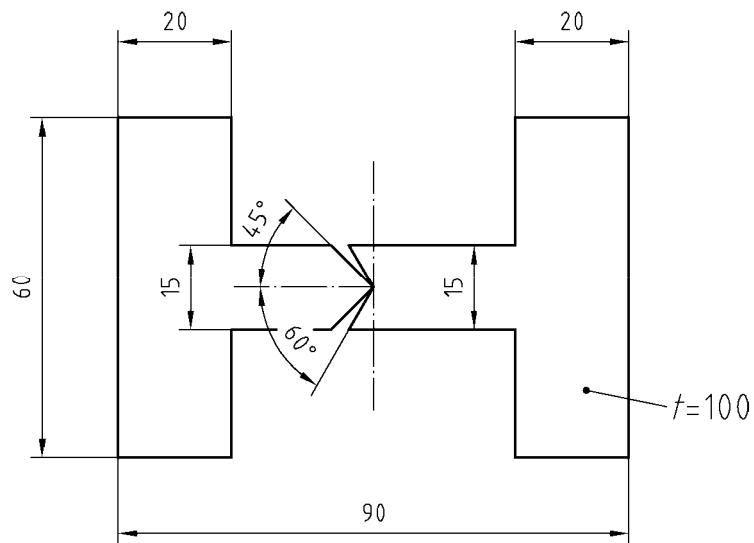


Fig. C.1 – Dimensiones de la rótula para la viga tipo A ($d < 16$ mm)

Dimensiones en milímetros

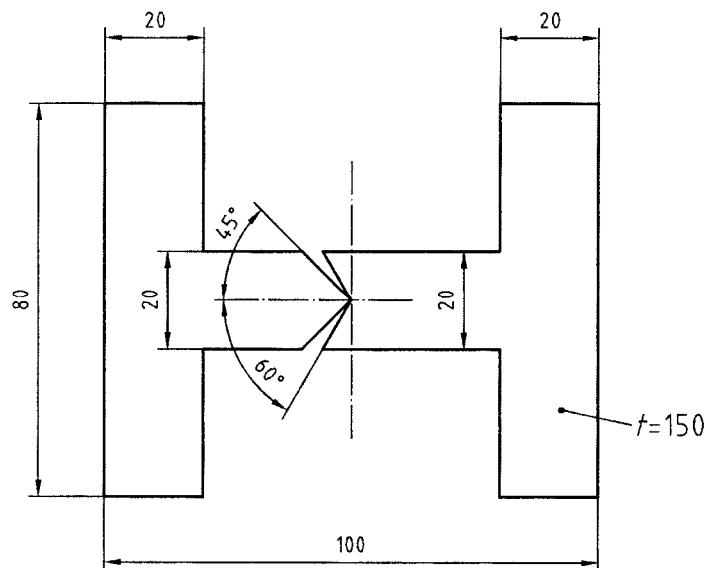
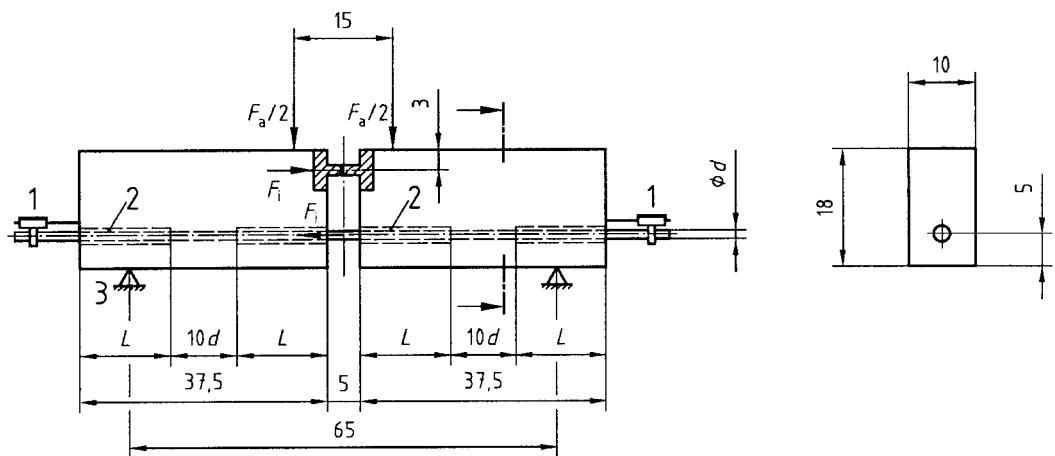


Fig. C.2 – Dimensiones de la rótula para la viga tipo B ($d \geq 16$ mm)

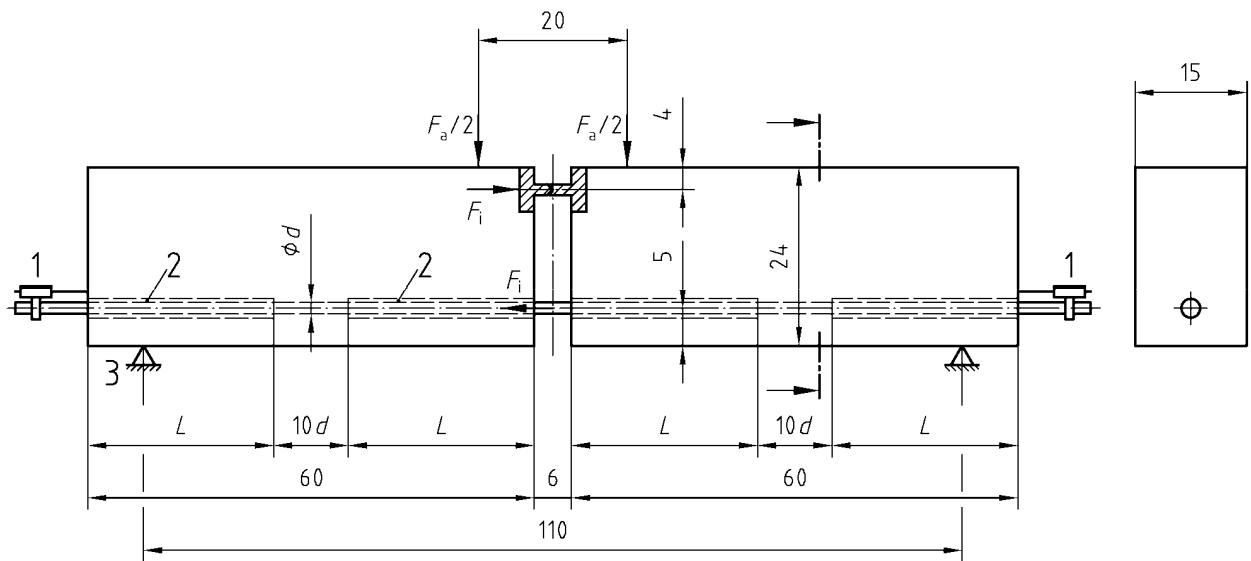
Dimensiones en centímetros

**Leyenda**

- 1 Dispositivo de medida del deslizamiento
- 2 Manguitos de plástico
- 3 Apoyo móvil

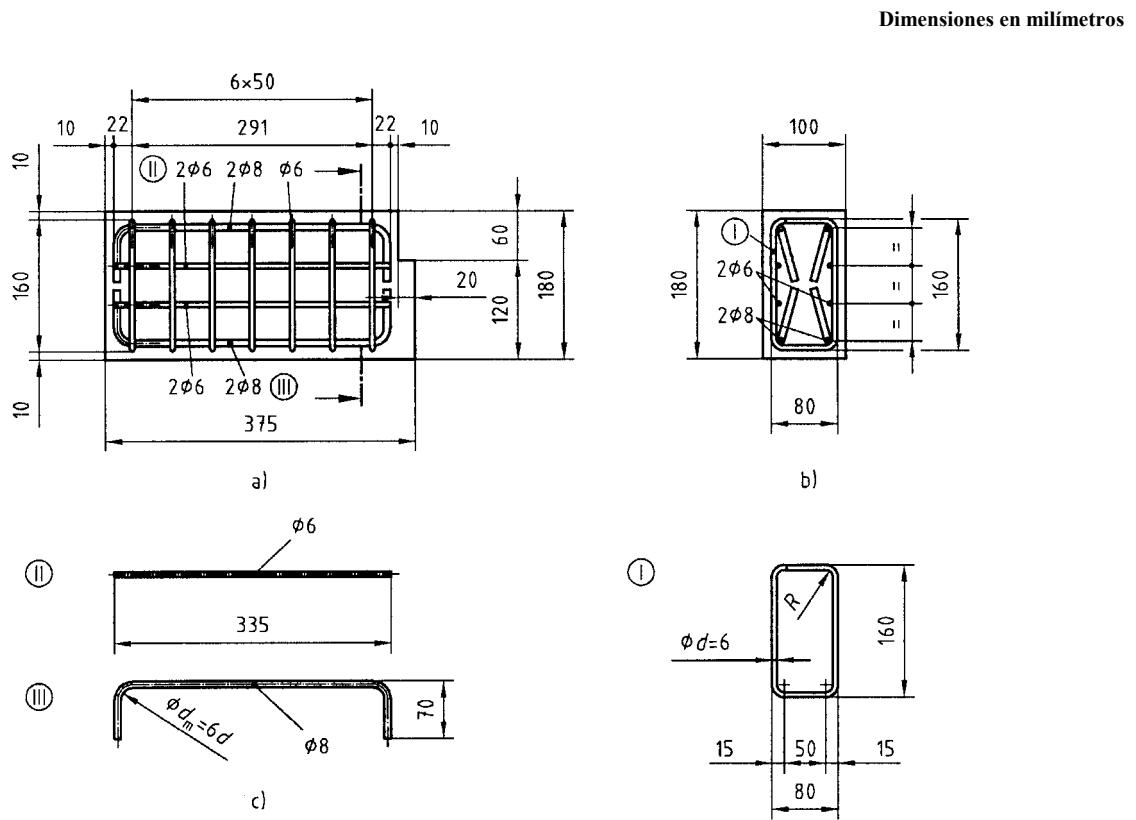
Fig. C.3 – Viga de ensayo tipo A ($d < 16$ mm)

Dimensiones en centímetros

**Leyenda**

- 1 Dispositivo de medida del deslizamiento
- 2 Manguitos de plástico
- 3 Apoyo móvil

Fig. C.4 – Viga de ensayo Tipo B ($d \geq 16$ mm)

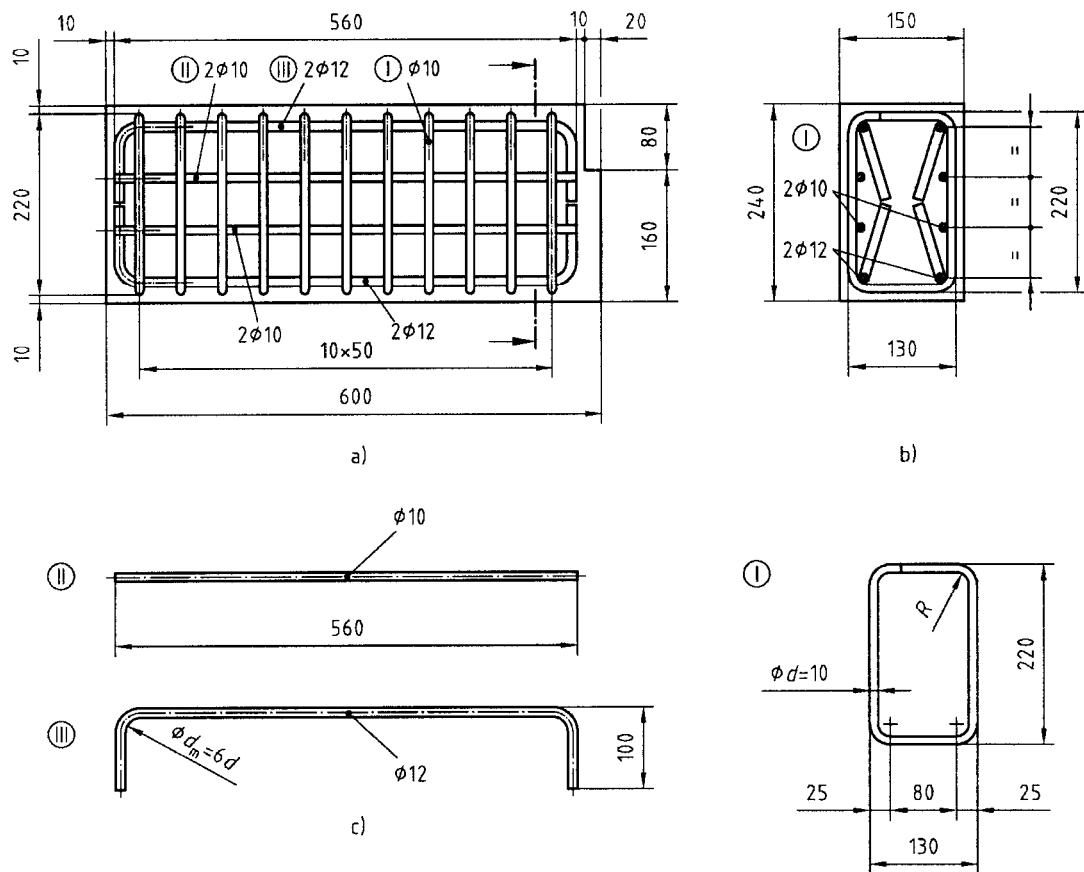


Leyenda

- a) Alzado
- b) Sección
- c) Las barras dobladas (III) se colocan con el plano de doblado formando un ángulo de 15° a 17° con la vertical

Fig. C.5 – Ensayo de adherencia tipo A ($d < 16$ mm) – Armadura de las vigas de ensayo

Dimensiones en milímetros

**Leyenda**

- a) Alzado
- b) Sección
- c) Las barras dobladas (III) se colocan con el plano de doblado formando un ángulo de 15° a 17° con la vertical

Fig. C.6 – Ensayo de adherencia tipo B ($d \geq 16$ mm) – Armadura de las vigas de ensayo

ANEXO D (Informativo)

ENSAYO DE ADHERENCIA PARA EL ACERO CORRUGADO O GRAFILADO PARA ARMADURAS DE HORMIGÓN ARMADO. ENSAYO DE ARRANCAMIENTO

D.1 Objeto y campo de aplicación

Este anexo D especifica un método para ensayar las características de adherencia de las barras y de los alambres corrugados y grafilados utilizados como armaduras de acero en las estructuras de hormigón.

El ensayo de arrancamiento tiene por objeto determinar la adherencia del acero para armaduras de hormigón armado, y servir como base para la comparación de barras y alambres de aproximadamente el mismo diámetro pero con diferentes configuraciones superficiales.

Este método es aplicable al acero para el armado del hormigón de diámetros ≤ 32 mm.

NOTA – El método se basa en la Recomendación RILEM RC 6: Ensayo de adherencia para el acero para armaduras de hormigón armado - 2. Ensayo de arrancamiento, 1983.

D.2 Normas para consulta

EN 1766 – *Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón. Métodos de ensayo. Hormigones de referencia para ensayos.*

EN 12390-3 – *Ensayos de hormigón endurecido. Parte 3: Determinación de la resistencia a compresión de probetas.*

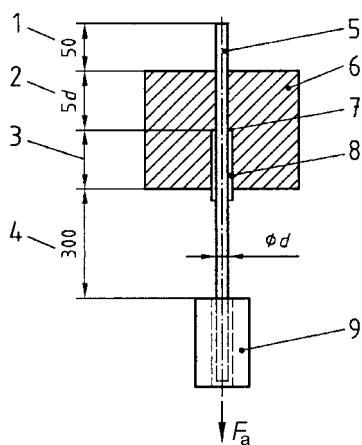
D.3 Principio del ensayo

El principio del ensayo consiste en aplicar una carga de tracción a una barra o alambre embebido en una longitud determinada en el interior de un cubo de hormigón, permaneciendo el otro extremo de la barra sin ningún tipo de tensión. La relación existente entre la fuerza de tracción aplicada y el deslizamiento producido (es decir, el desplazamiento relativo entre el acero y el hormigón) se mide hasta que se produce el fallo. La fuerza de tracción se va incrementando hasta que se produce el fallo de la adherencia o hasta que rompe el acero para armar. El principio del ensayo se ilustra en la figura D.1.

La probeta de ensayo es un cubo de hormigón en cuyo centro se dispone la barra o alambre. La longitud efectiva de adherencia de la barra o alambre es de $5 d$, lo que se corresponde sólo con una parte de la probeta, evitándose la adherencia entre el hormigón y la barra o alambre en la otra parte. La barra o alambre objeto de ensayo se prolonga a ambos lados de la probeta de ensayo. La tracción se aplica en el extremo más largo, mientras que el dispositivo para medir el deslizamiento se dispone en el extremo más corto. La figura D.1 muestra la forma de la probeta.

Los manguitos deben ajustarse alrededor de la barra o alambre con una tolerancia de aproximadamente 1 mm, y su espesor no debe ser superior a 2 mm.

NOTA – La experiencia en el ensayo de barras de diámetro superior a 32 mm es limitada. Para utilizar el método de ensayo de este anexo para tales diámetros, debería establecerse un programa de ensayos tipo para evaluar la aplicabilidad del método de ensayo.

Dimensiones en milímetros**Leyenda**

- 1 Parte de la barra hasta el punto de aplicación del dispositivo de medida del desplazamiento
- 2 Longitud de adherencia
- 3 Longitud libre de adherencia $5 d$, mín. 200 mm – $5 d$
- 4 Parte de la barra hasta el punto de aplicación de la fuerza de tracción
- 5 Barra de armadura
- 6 Hormigón
- 7 Obturador
- 8 Manguito de plástico
- 9 Mordaza de la máquina de ensayo

Fig. D.1 – Ilustración del principio del ensayo de arrancamiento**D.4 Muestras y probeta de ensayo**

Si se van a ensayar varios tamaños de la misma clase técnica de acero para armaduras de hormigón armado y de la misma configuración superficial, éstos pueden agruparse en series. Todos los diámetros (tamaños) de un mismo grupo deben tener la misma configuración con respecto a las corrugas (o grafilas). En la tabla D.1 se muestra una forma de efectuar la agrupación en series.

NOTA – Tener la misma configuración superficial implica que la relación entre la altura de corruja/diámetro de barra o alambre y la separación de corruja/diámetro de barra o alambre, así como la inclinación de corruja, es la misma. Para los aceros grafilados para el armado del hormigón se aplica una definición similar.

Tabla D.1
Series correspondiente a los diámetros del acero para armaduras
de hormigón armado, para efectuar el ensayo de adherencia

Denominación de las series	Barras o alambres	
	Intervalo de diámetros nominales d mm	Diámetro nominal representativo de la serie mm
Diámetros pequeños	$d \leq 10$	8
Diámetros medios	$10 < d \leq 20$	16
Diámetros gruesos	$20 < d \leq 32$	32
Diámetros muy gruesos ^a	$32 < d \leq 50$	Se debe ensayar cada diámetro

^a NOTA – La experiencia en el ensayo de barras de diámetro superior a 32 mm es limitada. Para utilizar el método de ensayo de este anexo para tales diámetros, debería establecerse un programa de ensayos tipo para evaluar la aplicabilidad del método de ensayo.

De cada serie y tipo de geometría superficial, se deben efectuar veinticinco ensayos de arrancamiento con el diámetro representativo de las series. Las muestras deben seleccionarse para minimizar la variación de la configuración superficial entre las series. Si las muestras no se han tomado de la misma barra o alambre, entonces deberían tomarse del menor número de barras o alambres posible.

Si no se fabrica el diámetro representativo de la serie, debe ensayarse el mayor diámetro fabricado de la serie.

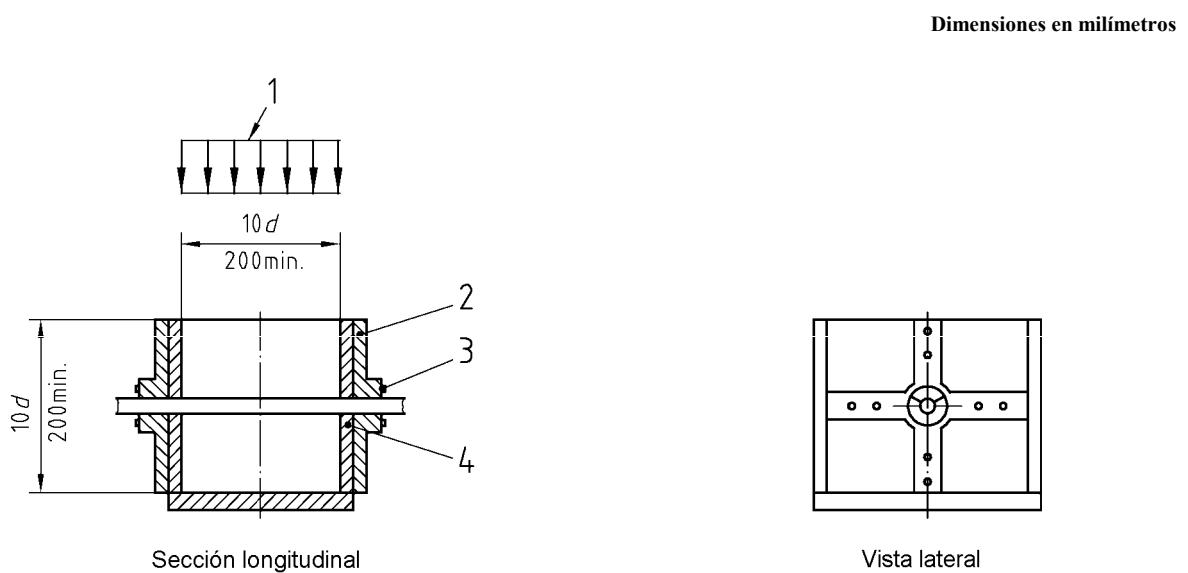
Si se van a caracterizar aceros para el armado del hormigón con la misma geometría superficial pero distinto límite elástico, los ensayos deben realizarse con el material de mayor límite elástico especificado.

La geometría superficial de los aceros para armaduras de hormigón armado que debe utilizarse en los ensayos, debe estar descrita conforme al apartado 7.4 y debe medirse conforme a la Norma Europea EN ISO 15630-1. Todos los parámetros requeridos para el cálculo del área proyectada de la corruga transversal (o área proyectada de las grafilas) deben medirse y registrarse.

D.5 Equipo de ensayo

D.5.1 Moldes para la probeta cúbica

La figura D.2 muestra un esquema del molde.



Leyenda

- 1 Dirección de hormigonado
- 2 Molde
- 3 Elemento de fijación
- 4 Obturador

Fig. D.2 – Esquema del molde

D.5.2 Sistema de regulación de las cargas

El mecanismo de aplicación de las cargas debería estar provisto de un sistema de regulación de carga que permita el incremento continuo de las mismas dentro de los límites indicados en el apartado D.5.4.

D.5.3 Sistema de aplicación de las cargas

El sistema de aplicación de las cargas debe asegurar que éstas se aplican perpendicularmente a la superficie del hormigón.

D.5.4 Dispositivos de medida de las cargas

Las cargas deben medirse con una precisión de, al menos, el 1% de la máxima carga alcanzada durante el ensayo.

El dispositivo de lectura debe disponer de un indicador de la carga máxima alcanzada durante el ensayo.

D.5.5 Dispositivos para la medida del deslizamiento

Los instrumentos para la medida del deslizamiento deben tener una precisión de $\pm 0,01$ mm.

D.6 Preparación de las muestras

D.6.1 Acero para armaduras de hormigón armado que se deben ensayar

La barra de ensayo debe estar en las condiciones en las que se fabricó, sin cascarilla de laminación suelta, preferiblemente con ausencia de herrumbre y, si fuese necesario, cuidadosamente desengrasada mediante un producto desengrasante apropiado, como por ejemplo, el tetracloruro de carbono (CCl_4) o el tricloruro de etileno (C_2HCl_3). La barra de ensayo no debe tener ningún mecanizado. Si la barra de ensayo estuviese corroída, debe describirse su estado en el informe de ensayo y, a ser posible, adjuntarse fotografías de su superficie.

La barra no debe limpiarse mediante ningún procedimiento que pueda modificar su rugosidad.

Las probetas tomadas de rollos deben haberse enderezado previamente de acuerdo con lo indicado en el capítulo 4 de la Norma Europea EN ISO 15630-1:2002.

D.6.2 Hormigón

D.6.2.1 Generalidades. El hormigón para la fabricación del cubo y de las probetas cilíndricas debe elaborarse, colocarse y almacenarse de acuerdo con la Norma Europea EN 1766 con las características indicadas en el apartado D.6.2.2.

D.6.2.2 Clase resistente del hormigón. El hormigón podrá ser del tipo C(0,70) con una resistencia a compresión de (25 ± 5) MPa, o del tipo C(0,45) con una resistencia a compresión de (50 ± 5) MPa, medida sobre probeta cilíndrica de 150 mm \times 300 mm y ensayada según la Norma Europea EN 12390-3.

Si no se acordase otra cosa, los ensayos deben realizarse con un hormigón tipo C(0,70).

NOTA – Se recomienda que las 25 probetas de ensayo se preparen en 2 lotes o amasadas, fabricando 12 y 13 probetas respectivamente por cada amasada o lote.

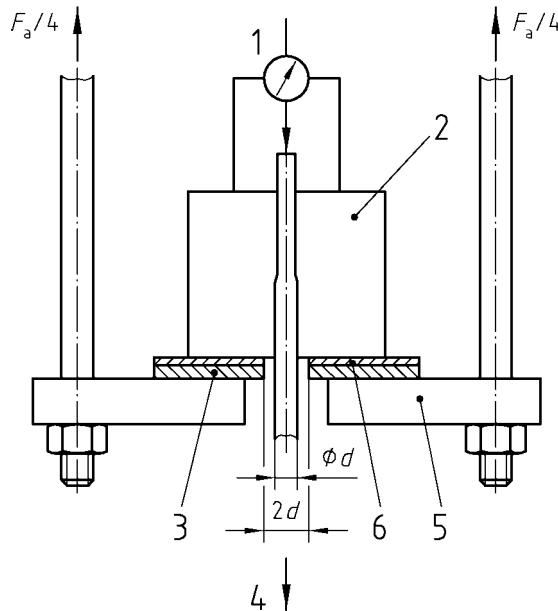
D.6.2.3 Hormigonado. El hormigón fresco se coloca en el molde con la barra o alambre en posición horizontal coincidiendo con el eje del mismo, tal y como se muestra en la figura D.2.

D.7 Realización del ensayo

D.7.1 Máquina de ensayo

La figura D.3 muestra el montaje del ensayo.

La capacidad de carga de la máquina de ensayo debería ser la adecuada para la carga de fallo esperada de la pieza ensayada.



Leyenda

- 1 Dispositivo de medida del deslizamiento para Δ_0
- 2 Probeta
- 3 Plato metálico de 10 mm de espesor
- 4 Fuerza de tracción
- 5 Placa soporte
- 6 Placa de goma de 5 mm de espesor

Fig. D.3 – Montaje de la máquina de ensayo

D.7.2 Procedimiento de ensayo

La probeta se coloca verticalmente en la placa soporte del dispositivo de carga, que debe tener un orificio central de diámetro $2 d$. La fuerza de tracción (F_a) se aplica al extremo más largo de la muestra. El deslizamiento debe medirse al principio y al final de cada escalón de carga.

D.7.3 Velocidad de carga

La velocidad de carga v_p debe determinarse, para cada diámetro de barra o alambre, de manera que el incremento de la tensión de adherencia sea constante. Debería alcanzarse un valor $v_p = 0,56 d^2$ (N/s), en el que d es el diámetro nominal de la barra o alambre en mm.

D.8 Resultados de ensayo

Las fuerzas de tracción F_a medidas durante el ensayo deben transformarse en tensiones de adherencia mediante la siguiente fórmula:

$$\tau_{dm} = \frac{1}{5\pi} \frac{F_a}{d^2} \frac{f_{cm}}{f_c} \quad (D.1)$$

donde

f_{cm} es el valor de la clase de resistencia del hormigón, es decir, 25 MPa o 50 MPa, en función del tipo de hormigón elegido;

f_c es la resistencia media del hormigón de las probetas de ensayo;

ambos valores de acuerdo a lo indicado en el apartado D.6.2.

El ensayo de arrancamiento de una probeta proporciona la relación

$$\tau_{dm} = f(\Delta_0)$$

donde

Δ_0 es el deslizamiento medido bajo la fuerza de tracción F_a . Las curvas carga-deslizamiento de todos los ensayos individuales realizados sirve como base para la evaluación de la adherencia.

D.9 Informe de ensayo

El laboratorio debe emitir un informe que debe contener la siguiente información:

- a) identificación del laboratorio;
- b) identificación del fabricante y del producto ensayado;
- c) número del producto;
- d) clase técnica del acero para armaduras de hormigón armado con referencia a la especificación del producto;
- e) el número de esta norma y el tipo de método de ensayo;
- f) diámetros nominales ensayados y serie a la que representan;
- g) geometría superficial de la muestra, es decir, altura de corruga/grafila, separación entre corrugas/grafilas, inclinación corruga/grafila y área relativa de corruga/grafila;
- h) clase de resistencia del hormigón, es decir tipo C(0,70) o tipo C(0,45) conforme a la Norma Europea EN 1766;
- i) resistencia a compresión del hormigón a la edad de ensayo;
- j) fechas de ensayo;
- k) todos los resultados individuales de ensayo de la tensión de adherencia τ_{dm} , así como las curvas individuales de la relación carga-deslizamiento;
- l) descripción de la forma de fallo.

ANEXO E (Informativo)

**COMPARACIÓN DE LOS SÍMBOLOS UTILIZADOS EN ESTA NORMA EUROPEA CON
LOS EMPLEADOS EN LAS NORMAS EUROPEAS EN 1992-1-1 Y EN 1992-1-2**

	EN 10080	EN 1992 -1-1 EN 1992-1-2
Límite elástico	R_e	f_y
Límite elástico convencional al 0,2%	$R_{p0,2}$	$f_{p0,2}$
Resistencia a la tracción	R_m	f_t
Relación resistencia a la tracción /límite elástico	R_m/R_e	f/f_y
Porcentaje de alargamiento bajo carga máxima	A_{gt}	ε_u
Diámetro nominal	d	\emptyset

ANEXO ZA (Informativo)**CAPÍTULOS DE ESTA NORMA EUROPEA RELATIVOS A LOS REQUISITOS ESENCIALES
DE LA DIRECTIVA DE PRODUCTOS DE CONSTRUCCIÓN DE LA UE****ZA.1 Objeto, campo de aplicación y características relativas a los requisitos esenciales**

Esta norma europea ha sido elaborada bajo el Mandato M/115 (acero para el armado y el pretensado del hormigón) dado a CEN por la Comisión Europea y la Asociación Europea de Libre Cambio.

Los capítulos de esta norma europea que figuran en este anexo satisfacen los requisitos del mandato dado en el marco de la Directiva de Productos de Construcción de la UE (89/106/CEE).

El cumplimiento de estos capítulos confiere presunción de conformidad del acero para armaduras de hormigón armado cubierto por este anexo para los usos indicados. Debe hacerse referencia a la información que acompaña al marcado CE.

ADVERTENCIA: Los aceros para armaduras de hormigón armado incluidos en el campo de aplicación de esta norma pueden estar afectados por otros requisitos y otras Directivas de la UE que no afecten a su aptitud al uso para las aplicaciones previstas.

- | |
|---|
| NOTA 1 – Además de los posibles capítulos relativos a sustancias peligrosas contenidos en esta norma, pueden existir otros requisitos adicionales aplicables a los productos cubiertos por su campo de aplicación (por ejemplo, transposición de reglamentaciones europeas, reglamentaciones y disposiciones administrativas nacionales). Con el fin de cumplir con las disposiciones de la Directiva de Productos de Construcción, es necesario que estos requisitos sean respetados igualmente donde y cuando apliquen. |
| NOTA 2 – Se puede consultar una base de datos informativa sobre las disposiciones europeas y nacionales relativas a las sustancias peligrosas, en el dominio de Construcción EUROPA, accesible mediante http://europa.eu.int/comm/entreprise/construction/internal/dangsub/dangmain.htm . |

Este anexo establece las condiciones del marcado CE del acero para el armado del hormigón para los usos previstos indicados en la tabla ZA.1, donde se indican los capítulos correspondientes aplicables.

El objeto y campo de aplicación de este anexo, que coincide con el del capítulo 1 de esta norma, se define en la tabla ZA.1

Tabla ZA.1
Capítulos relativos a los requisitos esenciales aplicables al acero
para armaduras de hormigón armado y uso previsto

Producto: Acero para armaduras de hormigón armado definido en el objeto y campo de aplicación de esta norma Uso previsto: Armado del hormigón			
Características esenciales	Apartados de esta y otra(s) norma(s) europea(s)	Niveles y/o clases	Notas
Alargamiento	7.2.3.1	Ninguno	Valor declarado
Soldabilidad	7.1	Ninguno	Valor declarado (Valor umbral)
Secciones y tolerancias dimensionales	7.3.1; 7.3.2	Ninguno	Valor declarado (Valor umbral)
Aptitud al doblado	7.2.6	Ninguno	Valor declarado (Valor umbral)
Tensión de adherencia	7.4	Ninguno	Valor declarado
Relación R_m/R_e (tracción máxima/límite elástico)	7.2.3	Ninguno	Valor declarado
Límite elástico	7.2.3	Ninguno	Valor declarado
Carga de despegue	7.2.4	Ninguno	Valor declarado (Valor umbral)
Fatiga ^a	7.2.5	Ninguno	Valor declarado
Durabilidad	7.1.4	Ninguno	Composición química

^a No aplicable a las armaduras básicas electrosoldadas en celosía.

Los requisitos relativos a una característica determinada no son de aplicación en los Estados Miembro en los que no exista reglamentación al respecto para el uso previsto del producto. En este caso, los fabricantes que comercialicen sus productos en dichos Estados Miembro no están obligados a determinar, ni a declarar las prestaciones de sus productos referentes a dicha característica, y la información que acompaña al marcado CE (véase el capítulo ZA.3) puede entonces incluir la opción "Prestación No Determinada" (PND)¹⁾. Sin embargo, esta opción no es aplicable cuando existe un límite umbral de la característica.

ZA.2 Procedimiento de verificación de la conformidad del acero para armaduras de hormigón armado

ZA.2.1 Sistema(s) de verificación de la conformidad

El sistema de verificación de la conformidad del acero para armaduras de hormigón armado indicado en la tabla ZA.1, conforme a la Decisión de la Comisión (97/597/CE) de 1997-07-14, tal y como figura en el anexo III del mandato para "Acero para el armado y pretensado del hormigón, se indica en la tabla ZA.2 para el uso previsto y el nivel o clase correspondiente:

1) NOTA: En inglés "No Performance Determined" (NPD).

Tabla ZA.2
Sistema de verificación de la conformidad

Producto	Uso previsto	Nivel(es) y/o clase(s)	Sistema de verificación de la conformidad
Acero para armaduras de hormigón armado: – alambres, barras, rollos – productos enderezados – mallas electrosoldadas – armaduras básicas electrosoldadas en celosía	Armado del hormigón	Ninguno	1 +
Sistema 1+: Véase la Directiva 89/106/CEE (Directiva de Productos de Construcción), anexo III.2(i), con ensayos por sondeo de muestras tomadas en fábrica.			

La verificación de la conformidad del acero para armaduras de hormigón armado indicado en la tabla ZA.1 debe basarse en los procedimientos de evaluación de la conformidad recogidos en la tabla ZA.3 que resultan de la aplicación de los capítulos de esta norma que se indican en la misma.

Tabla ZA.3
Asignación de tareas para la evaluación de la conformidad del acero para armaduras de hormigón armado bajo el sistema 1 +

Tareas		Contenido de la tarea	Apartados a aplicar para la evaluación de la conformidad
Tareas bajo la responsabilidad del fabricante	Control de producción en fábrica (CPF)	Parámetros relativos a todas las características pertinentes de la tabla ZA.1.	8.1
	Ensayos adicionales de muestras tomadas en fábrica	Todas las características pertinentes de la tabla ZA.1.	8.1, 8.1.2, 8.1.3, 8.5
Tareas bajo la responsabilidad del organismo notificado de certificación	Ensayo de tipo inicial	Todas las características pertinentes de la tabla ZA.1.	8.2, 8.4.1
	Inspección inicial de la fábrica y del CPF	Todas las características pertinentes de la tabla ZA.1.	8.1, 8.2
	Vigilancia, evaluación y aprobación continua del CPF	Todas las características pertinentes de la tabla ZA.1.	8.3, 8.4.2, 8.5, ZA.2.1.3
	Ensayos por sondeo de muestras tomadas en la fábrica	Todas las características pertinentes de la tabla ZA.1.	8.3.2

La evaluación del sistema de control de producción en fábrica del fabricante y del producto resultante fabricado conforme a esta norma, inclusive la supervisión y los ensayos externos, debe ser realizada por un organismo notificado con sus recursos propios o por organismos de inspección y laboratorios de ensayo autorizados por éste. La certificación de la producción de material conforme a los requisitos de esta norma, para una clase técnica y un proceso de fabricación con una gama de diámetro definida, se otorgará una vez cumplidos los pasos establecidos en la tabla ZA.3.

ZA.2.1.1 Solicitud. El fabricante debe enviar al organismo notificado de certificación una solicitud de certificación acompañada de una memoria técnica en la que describa los procesos y métodos de fabricación, así como un manual de la calidad donde describa sus políticas generales, procedimientos y prácticas.

ZA.2.1.2 Vigilancia continua. Las inspecciones de vigilancia continua deben establecerse con la frecuencia que considere necesaria el organismo notificado, pero con una frecuencia mínima de dos veces al año.

ZA.2.1.3 Evaluación periódica y renovación de la certificación. La duración de la certificación, fundamentada en el mantenimiento satisfactorio de las condiciones de concesión descritas en el apartado ZA 2.1, debe ser por un periodo de 5 años a partir de la fecha de emisión del certificado. Después de este periodo, el sistema de control de producción en fábrica del fabricante debe someterse a una nueva verificación que incluya todos los elementos del sistema en ese momento. La toma de muestras y los ensayos del producto en esta fase deben tener el nivel de vigilancia continua descrito en el apartado 8.3. La renovación de la certificación está sujeta al cumplimiento de los requisitos establecidos en el apartado ZA.2.1.

ZA.2.2 Certificado de conformidad y declaración de conformidad CE

Cuando se alcance la conformidad con los requisitos de este anexo, el organismo de certificación debe emitir un certificado de conformidad (certificado de conformidad CE) que autoriza al fabricante a fijar el marcado CE. El certificado debe incluir:

- nombre, dirección y número de identificación del organismo de certificación;
- nombre y dirección del fabricante o de su representante autorizado establecido en el Espacio Económico Europeo (EEE) y lugar de producción;
- descripción del producto (tipo, identificación, uso...);
- disposiciones con las que el producto es conforme (por ejemplo, anexo ZA de esta norma europea);
- condiciones específicas aplicables al uso del producto (por ejemplo, las disposiciones relativas a la utilización en ciertas condiciones, etc.);
- número del certificado;
- condiciones y periodo de validez del certificado, si procede;
- nombre y cargo de la persona facultada para firmar el certificado.

Además, el fabricante debe elaborar una declaración de conformidad (declaración de conformidad CE) que incluirá:

- nombre y dirección del fabricante o de su representante autorizado establecido en el EEE;
- nombre y dirección del organismo de certificación;
- descripción del producto (tipo, identificación, uso...) y copia de la información que acompaña al marcado CE;
- disposiciones con las que el producto es conforme (por ejemplo, anexo ZA de esta norma europea);
- condiciones específicas aplicables al uso del producto (por ejemplo las disposiciones relativas a la utilización en ciertas condiciones, etc.);
- número del certificado de conformidad CE asociado;
- nombre y cargo de la persona facultada para firmar la declaración en nombre del fabricante o de su representante autorizado.

La declaración y el certificado citados anteriormente, deben estar redactados en el o los idiomas oficiales del Estado Miembro en el que el producto se va a comercializar.

ZA.3 Marcado CE y etiquetado

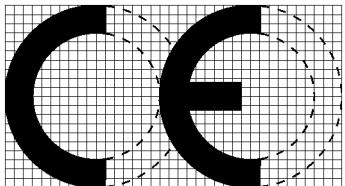
El fabricante o su representante autorizado establecido en el EEE, es el responsable de la fijación del marcado CE. El símbolo del marcado CE a estampar debe ser conforme con la Directiva 93/68/CE, y debe ser visible sobre el acero para armaduras de hormigón armado (o si esto no es posible, en la etiqueta, en el embalaje o en la documentación comercial que le acompaña, por ejemplo, en el albarán de entrega). El símbolo del marcado CE debe ir acompañado de la siguiente información:

- número de identificación del organismo de certificación;
- nombre, marca comercial y dirección registrada del fabricante;
- los dos últimos dígitos del año en el que se fija el marcado;
- número del certificado de conformidad CE o del certificado de control de producción en fábrica, si procede;
- referencia a esta norma europea;
- descripción del producto: nombre genérico, material, dimensiones y uso previsto;
- información sobre aquellas características esenciales que procedan recogidas en la tabla ZA.1, indicadas de la siguiente forma:
 - valores especificados de la clase técnica y una declaración para cada característica esencial como se indica en la columna “Notas” de la tabla ZA.1 (inclusive la palabra “cumple” para aquellos requisitos para los que proceda el criterio de cumple/no cumple);
 - alternativamente, sólo el número de producto (véase el apartado 10.1.2.1.1);
 - características a las que se aplica la opción "Prestación No Determinada".

La opción “Prestación No Determinada” (PND) no se puede utilizar cuando la característica tenga un nivel umbral. Por otra parte, esta opción se puede utilizar cuando y donde la característica, para un uso previsto, no esté sujeta a reglamentación en el Estado Miembro de destino.

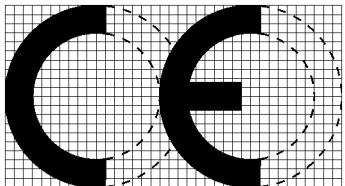
La figura ZA.1 proporciona un ejemplo de la información que se debe suministrar en el producto, la etiqueta, el embalaje y/o en la documentación comercial que le acompaña.

La figura ZA.2 proporciona un ejemplo simplificado del marcado CE alternativo.

	01234	<i>Marcado de conformidad CE, que consiste en el símbolo "CE" establecido en la Directiva 93/68 CEE</i>
Compañía, Dirección 05	01234 – DPC – 00234	<i>Número de identificación del organismo de certificación</i>
EN 10080 xxx Número de producto 226 Acero para armaduras de hormigón armado Barra - 8 × 12 000		<i>Nombre o marca comercial y la dirección registrada del fabricante</i> <i>Los dos últimos dígitos del año en que se fijó el marcado</i>
Alargamiento: A_{gt} 5% Soldabilidad: $C_{eq} = 0,52$ Sección: 8 mm Tolerancias: cumple Aptitud al doblado: cumple Tensión de adherencia: cumple (geometría superficial) Relación R_m/R_e: 1,08 Límite elástico: 500 MPa Fatiga: PND Durabilidad: $C=0,24; S=0,055; P=0,055; N=0,014; Cu=0,85; C_{eq} = 0,52$		<i>Número del certificado de conformidad CE</i> <i>Número de la norma europea</i> <i>Especificación de producto</i> <i>Número de producto</i> <i>Descripción del producto</i> <i>e</i> <i>información sobre las características reglamentadas</i>

NOTA – Los valores declarados en este ejemplo son las características especificadas para una clase técnica teórica con número de producto 226 conforme a una especificación de producto xxx.

Fig. ZA.1 – Ejemplo de la información del marcado CE

	<i>Marcado de conformidad CE, que consiste en el símbolo "CE" establecido en la Directiva 93/68 CEE</i>
01234	<i>Número de identificación del organismo de certificación</i>
Compañía, Dirección 05	<i>Nombre o marca comercial y la dirección registrada del fabricante</i>
01234 – DPC – 00234	<i>Los dos últimos dígitos del año en que se fijó el marcado</i>
EN 10080 xxx Número de producto 226 Acero para armaduras de hormigón armado Barra - 8 × 12 000	<p><i>Número del certificado de conformidad CE</i></p> <p><i>Número de la norma europea</i> <i>Especificación de producto</i> <i>Número de producto</i></p> <p><i>Descripción del producto</i> <i>e</i> <i>información sobre las características reglamentadas</i></p>

NOTA – Esta figura es una forma simplificada de la información del marcado CE para una clase técnica teórica con número de producto 226 conforme a una especificación de producto xxx.

Fig. ZA.2 – Ejemplo simplificado de la información del marcado CE

Además de la información específica relativa a las sustancias peligrosas indicada anteriormente, el producto debería ir acompañado cuando y donde se requiera, y en la forma apropiada, de la documentación en la que se relacione cualquier otra reglamentación sobre sustancias peligrosas, cuyo cumplimiento se exija, junto con la información requerida por dicha reglamentación.

NOTA – No es necesario citar las reglamentaciones europeas sin derogación nacional.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] EN 1992-1-1 – *Eurocódigo 2: Proyecto de estructuras de hormigón. Parte 1-1: Reglas generales y reglas para edificación.*
- [2] EN 1992-1-2 – *Eurocódigo 2: Proyecto de estructuras de hormigón. Parte 1-2: Reglas generales. Proyecto de estructuras frente al fuego.*
- [3] prEN 10138-1 – *Aceros para el pretensado del hormigón. Parte 1: Requisitos generales.*
- [4] prEN 10138-2 – *Aceros para el pretensado del hormigón. Parte 2: Alambrón.*
- [5] prEN 10138-3 – *Aceros para el pretensado del hormigón. Parte 3: Alambres.*
- [6] prEN 10138-4 – *Aceros para el pretensado del hormigón. Parte 4: Barras.*
- [7] EN 12390-2 – *Ensayos de hormigón endurecido. Parte 2: Fabricación y curado de probetas para ensayos de resistencia.*
- [8] EN ISO 9001 – *Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos. (ISO 9001:2000).*
- [9] prEN ISO17660 – *Soldadura de los aceros para el armado del hormigón*

AENOR Asociación Española de
Normalización y Certificación

Dirección C Génova, 6
28004 MADRID-España

Teléfono 91 432 60 00

Fax 91 310 40 32