

Anejo Nacional
AN/UNE-EN 1993-1-1

Eurocódigo 3: Proyecto de estructuras de acero

Parte 1-1: Reglas generales y reglas para edificios

ÍNDICE

AN.1	Objeto y ámbito de aplicación _____	5
AN.2	Parámetros de determinación nacional (NDP) _____	8
AN.3	Decisión sobre la aplicación de los Anejos Informativos _____	19
AN.4	Información complementaria no contradictoria (NCCI) _____	20

AN.1 Objeto y ámbito de aplicación

Este Anejo Nacional define las condiciones de aplicación en el territorio español de la norma UNE-EN 1993-1-1, que es reproducción de la norma europea EN 1993-1-1.

En el apartado AN.2 se fijan los valores de los parámetros de determinación nacional (NDP), de aplicación a todas las estructuras de edificación y de ingeniería civil, que la norma UNE-EN 1993-1-1 deja abiertos para ser establecidos a nivel nacional.

Este Anejo Nacional contiene además *información complementaria no contradictoria* (NCCI) cuyo objetivo es facilitar la aplicación de la norma en España. Tienen carácter de *información complementaria no contradictoria*:

- Los párrafos en cursiva del apartado AN.2
- Todo el apartado AN.4
- Los documentos cuya referencia está recogida en el apartado AN.4

En el apartado AN.3 se indica si los anejos informativos de la UNE-EN 1993-1-1 se convierten en normativos, mantienen su carácter informativo o no son de aplicación en España.

Los puntos de la UNE-EN 1993-1-1 que contienen parámetros de determinación nacional son los que se indican a continuación.

Apartados generales

2.3.1 (1)	Acciones medioambientales a considerar para situaciones particulares regionales, climáticas o accidentales
3.1 (2)	Valores nominales del límite elástico y de la tensión de rotura para aceros estructurales distintos a los de la Tabla AN/1
3.2.1 (1)	Propiedades del material, f_y , f_u
3.2.2 (1)	Ductilidad mínima requerida
3.2.3 (1)	Tenacidad de fractura para evitar la rotura frágil de los elementos sometidos a tracción a la menor temperatura prevista en servicio durante la vida útil de la estructura
3.2.4 (1) B	Correspondencia entre los valores requeridos de resistencia transversal y el grado, Z_{Ed}
5.2.1 (3)	Coeficiente para multiplicar las cargas de cálculo para provocar la inestabilidad elástica del modo de pandeo global

5.2.2 (8)	Información adicional sobre el método para la comprobación de la estabilidad de una estructura reticulada controlada a partir de la comprobación establecida en el punto 6.3
5.3.2 (3)	Valores de imperfecciones iniciales locales por curvatura de los elementos aislados en los pórticos para el pandeo por flexión
5.3.2 (11)	Información adicional relativa a la aplicación del método de una imperfección única, global y local, según forma afín a la deformada η_{cr} del modo global de inestabilidad crítica elástica por pandeo de la estructura
5.3.4 (3)	Imperfección inicial en un elemento aislado en el caso de un análisis en segundo orden, considerando el pandeo lateral de un elemento flectado, k
6.1 (1)	Coeficientes parciales de seguridad, γ_M
6.3.2.2 (2)	Factor de imperfección correspondiente a la curva de pandeo lateral utilizando la ecuación 6.56, α_{LT}
6.3.2.3 (1)	Parámetros para la determinación de χ_{LT} en pandeo lateral para secciones transversales de perfiles laminados o secciones soldadas equivalentes utilizando la ecuación 6.57, $\bar{\lambda}_{LT,0}$, β
6.3.2.3 (2)	Coeficiente de modificación del coeficiente χ_{LT} para tener en cuenta la distribución de momentos flectores entre arriostramientos laterales de los elementos, f , k_c
6.3.3 (5)	Coeficientes de interacción para elementos uniformes sometidos a compresión y flexión
6.3.4 (1)	Campo y límites de aplicación del método general para pandeo torsional lateral y pandeo lateral

Apartados específicos para edificación

3.2.3 (3) B	Tenacidad de fractura mínima para elementos de edificación sometidos a compresión
6.1 (1) B	Coeficientes parciales de seguridad en edificios, γ_M
6.3.2.4 (1) B	Esbeltez del ala comprimida para la comprobación de vigas con arriostramientos en edificios, $\bar{\lambda}_{c0}$
6.3.2.4 (2) B	Factor de corrección cuando la esbeltez del ala comprimida $\bar{\lambda}_f$ excede el límite establecido en (1) B, k_{fl}

7.2.1 (1) B	Límites para flechas verticales en edificios
7.2.2 (1) B	Límites para flechas horizontales en edificios
7.2.3 (1) B	Límites para la vibración de los pisos de los edificios
BB.1.3 (3) B	Longitud de pandeo para vigas de celosía de sección hueca con cordones paralelos y montantes y diagonales con una relación entre los diámetros de los montantes o diagonales con respecto del de los cordones o una relación de anchura β menor que 0,6

AN.2 Parámetros de determinación nacional (NDP)

Capítulo 2 Bases de cálculo

2.3.1 (1) Acciones medioambientales a considerar para situaciones particulares regionales, climáticas o accidentales

No se definen valores específicos.

Capítulo 3 Materiales

3.1 (2) Valores nominales del límite elástico y de la tensión de rotura para aceros estructurales distintos a los de la Tabla AN/1

No se definen otros aceros o productos adicionales.

3.2.1 (1) Propiedades del material

Para acero estructural los valores nominales del límite elástico f_y y de la tensión de rotura f_u adoptados pueden ser obtenidos:

- a) adoptando los valores $f_y=R_{eh}$ y $f_u=R_m$ de acuerdo a la norma del producto.
- b) usando los valores de la Tabla AN/1.

Tabla AN/1 (Tabla 3.1) Valores nominales del límite elástico f_y y de la tensión de rotura f_u para acero estructural laminado en caliente y perfiles tubulares.

Norma y tipo de acero	Espesor nominal t (mm)			
	t ≤ 40		40 ≤ t ≤ 80	
	f _y (N/mm ²)	f _u (N/mm ²)	f _y (N/mm ²)	f _u (N/mm ²)
UNE-EN 10025-2				
S 235	235	360	215	360
S 275	275	430	255	410
S 355	355	510	335	470
S 450	440	550	410	550
UNE-EN 10025-3				
S 275 N/NL	275	390	255	370
S 355 N/NL	355	490	335	470
S 420 N/NL	420	520	390	520
S 460 N/NL	460	540	430	540
UNE-EN 10025-4				
S 275 M/ML	275	370	255	360
S 355 M/ML	355	470	335	450
S 420 M/ML	420	520	390	500
S 460 M/ML	460	540	430	530
UNE-EN 10025-5				
S 235 W	235	360	215	340
S 355 W	355	510	335	490
UNE-EN 10025-6				
S 460 Q/QL/QL1	460	570	440	550
UNE-EN 10210-1				
S 235 H	235	360	215	340
S 275 H	275	430	255	410
S 355 H	355	510	335	490
S 275 NH/NLH	275	390	255	370
S 355 NH/NLH	355	490	335	470
S 420 NH/NLH	420	540	390	520
S 460 NH/NLH	460	560	430	550

Norma y tipo de acero	Espesor nominal t (mm)			
	t ≤ 40		40 ≤ t ≤ 80	
	f _y (N/mm ²)	f _u (N/mm ²)	f _y (N/mm ²)	f _u (N/mm ²)
UNE-EN 10219-1				
S 235 H	235	360		
S 275 H	275	430		
S 355 H	355	510		
S 275 NH/NLH	275	370		
S 355 NH/NLH	355	470		
S 460 NH/NLH	460	550		
S 275 MH/MLH	275	360		
S 355 MH/MLH	355	470		
S 420 MH/MLH	420	500		
S 460 MH/MLH	460	530		

3.2.2 (1) Ductilidad mínima requerida

Se adoptan los valores recomendados para la relación entre la tensión de rotura y el límite elástico $f_u / f_y \geq 1,10$ y para la deformación remanente concentrada de rotura no inferior al 15%.

3.2.3 (1) Tenacidad de fractura para evitar la rotura frágil de los elementos sometidos a tracción a la menor temperatura prevista en servicio durante la vida útil de la estructura

La temperatura mínima de servicio a considerar puede tomarse como la temperatura mínima absoluta registrada en el lugar de emplazamiento de la estructura durante los 50 años anteriores.

A falta de otros datos, pueden tomarse los valores publicados por el Instituto Nacional de Meteorología para la estación más cercana al emplazamiento, restando 0,5°C por cada 100 metros de aumento de altitud, o sumando 0,5°C por cada 100 metros de reducción de altitud.

3.2.3 (3) B Tenacidad de fractura mínima para elementos de edificación sometidos a compresión

Se adopta el valor recomendado de la Tabla 2.1 de UNE-EN 1993-1-10, para el caso de $\sigma_{Ed} = 0,25 \cdot f_y(t)$, si bien se limita su empleo a aceros S 460 o de menor límite elástico.

3.2.4 (1) B Correspondencia entre los valores requeridos de resistencia transversal y el grado

Se adoptan los valores recomendados para el grado en función del valor requeridos Z_{Ed} , según el punto 3.2 (2) de la norma UNE-EN 1993-1-10, en el caso de edificación.

Tabla AN/2 (Tabla 3.2) Elección del grado según la norma UNE-EN 10164

Valor requerido Z_{Ed} según la norma UNE-EN 1993-1-10	Grado Z_{Rd} expresado en términos de valores de Z de acuerdo a la norma UNE-EN 10164
$Z_{Ed} \leq 10$	—
$10 < Z_{Ed} \leq 20$	Z 15
$20 < Z_{Ed} \leq 30$	Z 25
$Z_{Ed} > 30$	Z 35

Capítulo 5 Análisis Estructural

5.2.1 (3) Coeficiente para multiplicar las cargas de cálculo para provocar la inestabilidad elástica del modo de pandeo global

No se definen otros valores del límite inferior del coeficiente α_{cr} .

5.2.2 (8) Información adicional sobre el método para la comprobación de la estabilidad de una estructura reticulada controlada a partir de la comprobación establecida en el punto 6.3

No se define ninguna información adicional.

5.3.2 (3) Valores de imperfecciones iniciales locales por curvatura de los elementos aislados en los pórticos para el pandeo por flexión

Se adoptan los valores de e_0 / L recomendados y definidos en la siguiente tabla:

Tabla AN/3 (Tabla 5.1) Valores de cálculo de la imperfección inicial local por curvatura e_0 / L

Curva de pandeo según la tabla 6.1	Análisis elástico	Análisis plástico
	e_0 / L	e_0 / L
a_0	1/350	1/300
a	1/300	1/250
b	1/250	1/200
c	1/200	1/150
d	1/150	1/100

5.3.2 (11) Información adicional relativa a la aplicación del método de una imperfección única, global y local, según forma afín a la deformada η_{cr} del modo global de inestabilidad crítica elástica por pandeo de la estructura

Como alternativa a la consideración de las imperfecciones geométricas equivalentes, globales y locales, puede recurrirse a la definición de un sistema único de imperfecciones geométricas, afín a la deformada del modo de pandeo crítico elástico de la estructura, para la hipótesis de carga y plano de pandeo considerados, y con una amplitud máxima en la sección crítica dada en 5.10.

5.3.4 (3) Imperfección inicial en un elemento aislado en el caso de un análisis en segundo orden, considerando el pandeo lateral de un elemento flectado

Se adopta el valor recomendado $k = 0,5$.

Capítulo 6 Estados límite últimos

6.1 (1) Coeficientes parciales de seguridad

Para estructuras no cubiertas por las partes 2 a 6 de la norma UNE-EN 1993, se adopta el criterio recomendado de emplear los coeficientes parciales γ_{Mi} de la norma UNE-EN 1993-2.

6.1 (1) B Coeficientes parciales de seguridad en edificios

En el caso de edificación, los coeficientes parciales para la resistencia serán:

$$\gamma_{M0} = 1,05$$

$$\gamma_{M1} = 1,05$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

Se podrán adoptar los coeficientes parciales $\gamma_{M0} = 1,0$ y $\gamma_{M1} = 1,0$, siempre y cuando se cumpla lo indicado en el apartado AN.4.1 de este Anejo Nacional.

6.3.2.2 (2) Factor de imperfección α_{LT} correspondiente a la curva de pandeo lateral utilizando la ecuación 6.56

Se adoptan los siguientes valores recomendados de α_{LT}

Tabla AN/4 (Tabla 6.3) Factor de imperfección α_{LT}

Curva de Pandeo	Factor de imperfección α_{LT}
a	0,21
b	0,34
c	0,49
d	0,76

6.3.2.3 (1) Parámetros para la determinación de χ_{LT} en pandeo lateral para secciones transversales de perfiles laminados o secciones soldadas equivalentes utilizando la ecuación 6.57

Se adoptan los valores recomendados $\bar{\lambda}_{LT,0} = 0,4$ y $\beta = 0,75$.

Se adoptan las curvas de pandeo en función de la siguiente tabla:

Tabla AN/5 (Tabla 6.5) Elección de la curva de pandeo lateral para secciones transversales utilizando la ecuación 6.57

Sección transversal	Límites	Curva de pandeo
Secciones en I laminadas	$h/b \leq 2$	b
	$h/b > 2$	c
Secciones en I soldadas	$h/b \leq 2$	c
	$h/b > 2$	d

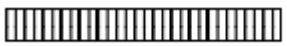







6.3.2.3 (2) Coeficiente de modificación del coeficiente χ_{LT} para tener en cuenta la distribución de momentos flectores entre arriostramientos laterales de los elementos

Se adopta el valor mínimo recomendado:

$$f = 1,0 - 0,5(1,0 - k_c)[1,0 - 2,0(\bar{\lambda}_{LT} - 0,8)^2] \quad \text{siendo } f \leq 1,0$$

donde k_c se obtiene de la tabla AN/6.

Tabla AN/6 (Tabla 6.6) Coeficientes de corrección k_c

Distribución de momentos	k_c
 <p>$\psi = 1$</p>	1,0
 <p>$-1 \leq \psi \leq 1$</p>	$\frac{1}{1,33 - 0,33\psi}$
	0,94
	0,90
	0,91
	0,86
	0,77
	0,82

6.3.2.4 (1) B Esbeltez del ala comprimida para la comprobación de vigas con arriostramientos en edificios

Se adopta el valor recomendado de $\bar{\lambda}_{c0} = \bar{\lambda}_{LT,0} + 0,1 = 0,5$

6.3.2.4 (2) B Factor de corrección cuando la esbeltez del ala comprimida $\bar{\lambda}_f$ excede el límite establecido en (1) B

Se adopta el valor recomendado $k_{ff}=1,10$

6.3.3 (5) Coeficientes de interacción para elementos uniformes sometidos a compresión y flexión

Se adoptan los valores de k_{yy} , k_{yz} , k_{zy} y k_{zz} en función del método escogido. Se obtendrán del Anejo A (método alternativo 1) o del Anejo B (método alternativo 2).

6.3.4 (1) Campo y límites de aplicación del método general para pandeo torsional lateral y pandeo lateral

No se definen especificaciones relativas al campo y los límites de aplicación.

Capítulo 7 Estados límite de servicio

7.2.1 (1) B Límites para flechas verticales en edificios

La estructura deberá presentar unas deformaciones verticales admisibles, lo que se entenderá que se cumple cuando se satisfagan las limitaciones definidas por la Propiedad, de acuerdo con lo establecido en la reglamentación vigente. En el caso de las estructuras de edificación, se utilizarán las siguientes limitaciones indicadas en el apartado 4.3.3.1 del Documento Básico "Seguridad Estructural" del Código Técnico de la Edificación:

Cuando se considere la integridad de los elementos constructivos, se admite que la estructura horizontal de un piso o cubierta es suficientemente rígida si, para cualquiera de sus piezas, ante cualquier combinación de acciones característica, considerando sólo las deformaciones que se producen después de la puesta en obra del elemento, la flecha relativa es menor que:

- a) 1/500 en pisos con tabiques frágiles (como los de gran formato, rasillones, o placas) o pavimentos rígidos sin juntas;
- b) 1/400 en pisos con tabiques ordinarios o pavimentos rígidos con juntas;
- c) 1/300 en el resto de los casos.

Cuando se considere el confort de los usuarios, se admite que la estructura horizontal de un piso o cubierta es suficientemente rígida si, para cualquiera de sus piezas, ante cualquier

combinación de acciones característica, considerando solamente las acciones de corta duración, la flecha relativa, es menor que $1/350$.

Cuando se considere la apariencia de la obra, se admite que la estructura horizontal de un piso o cubierta es suficientemente rígida si, para cualquiera de sus piezas, ante cualquier combinación de acciones casi permanente, la flecha relativa es menor que $1/300$.

Las condiciones anteriores deben verificarse entre dos puntos cualesquiera de la planta, tomando como luz el doble de la distancia entre ellos. En general, será suficiente realizar dicha comprobación en dos direcciones ortogonales.

En los casos en los que los elementos dañables (por ejemplo tabiques, pavimentos) reaccionan de manera sensible frente a las deformaciones (flechas o desplazamientos horizontales) de la estructura portante, además de la limitación de las deformaciones se adoptarán medidas constructivas apropiadas para evitar daños. Estas medidas resultan particularmente indicadas si dichos elementos tienen un comportamiento frágil.

7.2.2 (1) B Límites para flechas horizontales en edificios

La estructura deberá presentar unas deformaciones horizontales admisibles, lo que se entenderá que se cumple cuando se satisfagan las limitaciones definidas por la Propiedad, de acuerdo con lo establecido en la reglamentación vigente. En el caso de las estructuras de edificación, se utilizarán las siguientes limitaciones indicadas en el apartado 4.3.3.2 del Documento Básico "Seguridad Estructural" del Código Técnico de la Edificación:

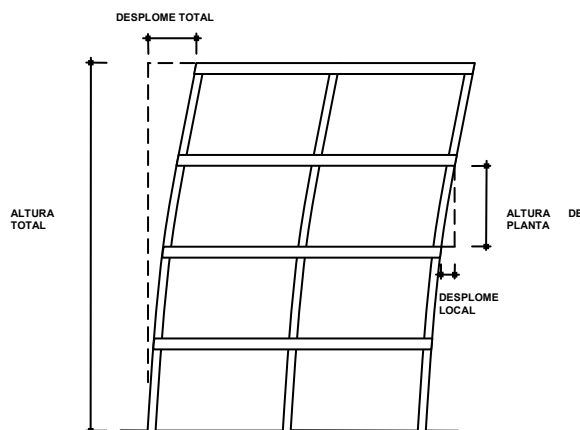
Cuando se considere la integridad de los elementos constructivos, se admite que la estructura global tiene suficiente rigidez lateral, si ante cualquier combinación de acciones característica, el desplome (véase figura 4.1) es menor de:

- a) desplome total: $1/500$ de la altura total del edificio;
- b) desplome local: $1/250$ de la altura de la planta, en cualquiera de ellas.

Cuando se considere la apariencia de la obra, se admite que la estructura global tiene suficiente rigidez lateral, si ante cualquier combinación de acciones casi permanente, el desplome relativo (véase Figura AN/1) es menor que $1/250$.

En general es suficiente que dichas condiciones se satisfagan en dos direcciones sensiblemente ortogonales en planta.

Figura AN/1. Desplome.



7.2.3 (1) B Límites para la vibración de los pisos de los edificios

La estructura deberá capacidad admisible frente a las vibraciones, lo que se entenderá que se cumple cuando se satisfagan las limitaciones definidas por la Propiedad, de acuerdo con lo establecido en la reglamentación vigente. En el caso de las estructuras de edificación, se utilizarán las siguientes limitaciones indicadas en el apartado 4.3.4 del Documento Básico “Seguridad Estructural” del Código Técnico de la Edificación:

Un edificio se comporta adecuadamente ante vibraciones debidas a acciones dinámicas, si la frecuencia de la acción dinámica (frecuencia de excitación) se aparta suficientemente de sus frecuencias propias.

En el cálculo de la frecuencia propia se tendrán en cuenta las posibles contribuciones de los cerramientos, separaciones, tabiquerías, revestimientos, solados y otros elementos constructivos, así como la influencia de la variación del módulo de elasticidad y, en el caso de los elementos de hormigón, la de la fisuración.

Si las vibraciones pueden producir el colapso de la estructura portante (por ejemplo debido a fenómenos de resonancia, o a la pérdida de la resistencia por fatiga) se tendrá en cuenta en la verificación de la capacidad portante, tal como se establece en el DB respectivo.

Se admite que una planta de piso susceptible de sufrir vibraciones por efecto rítmico de las personas, es suficientemente rígida, si la frecuencia propia es mayor de:

- a) 8 hertzios, en gimnasios y polideportivos;
- b) 7 hertzios en salas de fiesta y locales de pública concurrencia sin asientos fijos;

c) 3,4 hertzios en locales de espectáculos con asientos fijos.

Anejo BB Pandeo de componentes de estructuras de edificios

BB.1.3 (3) B Longitud de pandeo para vigas de celosía de sección hueca con cordones paralelos y montantes y diagonales con una relación entre los diámetros de los montantes o diagonales con respecto del de los cordones o una relación de anchura β menor que 0,6

No se definen valores.

AN.3 Decisión sobre la aplicación de los Anejos Informativos

Anejo A Método 1: Coeficientes de interacción k_{ij} de la fórmula de interacción del punto (4) del apartado 6.3.3.

El Anejo A mantiene el carácter informativo para la aplicación de la norma UNE-EN 1993-1-1.

Anejo B Método 2: Coeficientes de interacción k_{ij} de la fórmula de interacción del punto (4) del apartado 6.3.3.

El Anejo B mantiene el carácter informativo para la aplicación de la norma UNE-EN 1993-1-1.

Anejo AB Cláusulas adicionales de cálculo

El Anejo AB mantiene el carácter informativo para la aplicación de la norma UNE-EN 1993-1-1.

Anejo BB Pandeo de componentes de estructuras de edificios

El Anejo BB mantiene el carácter informativo para la aplicación de la norma UNE-EN 1993-1-1.

AN.4 Información complementaria no contradictoria (NCCI)

AN.4.1 Criterios para un sistema de control de calidad que permita la aplicación de coeficientes de seguridad reducidos para los materiales

Para el empleo de un coeficiente parcial de seguridad reducido para el acero se deberán cumplir las siguientes condiciones:

- a. Tolerancias más “estrictas” según el Artículo 80 de la Instrucción EAE, aprobada por Real Decreto 751/2011.*
- b. Garantías adicionales para el acero según el Artículo 84 de la Instrucción EAE, aprobada por Real Decreto 751/2011. Se deberá garantizar que el límite elástico del acero empleado en la obra presente una dispersión acorde con el coeficiente parcial reducido, según un análisis basado en la teoría de fiabilidad estructural.*
- c. Control de ejecución intenso según el Artículo 89 de la Instrucción EAE, aprobada por Real Decreto 751/2011.*

AN.4.2 Relación de normas UNE

En este Anejo Nacional se ha hecho referencia a determinadas normas UNE. La relación de las versiones correspondientes a las normas aplicables en cada caso, con referencia a su fecha de aprobación, es la que se indica a continuación.

UNE-EN 1993-1-1:2010. Eurocódigo 3: Proyecto de estructuras de acero. Parte 1-1: Reglas generales y reglas para edificios.

EN 1993-1-1:2004. Eurocode 3. Design of steel structures. Part 1-1: General rules and rules for buildings.

UNE-EN 1993-1-10:2009. Eurocódigo 3: Proyecto de estructuras de acero. Parte 1-10: Tenacidad de fractura y resistencia transversal.

UNE-EN 1993-2:2012. Eurocódigo 3: Proyecto de estructuras de acero. Parte 2: Puentes.

UNE-EN 10025-2:2006. Productos laminados en caliente de aceros para estructuras. Parte 2: Condiciones técnicas de suministro de los aceros estructurales no aleados.

UNE-EN 10025-3:2006 Productos laminados en caliente de aceros para estructuras. Parte 3: Condiciones técnicas de suministro de los aceros estructurales soldables de grano fino en la condición de normalizado/laminado de normalización.

UNE-EN 10025-4:2007 Productos laminados en caliente de aceros para estructuras. Parte 4: Condiciones técnicas de suministro de los aceros estructurales soldables de grano fino laminados termomecánicamente.

UNE-EN 10025-5:2007 Productos laminados en caliente de aceros para estructuras. Parte 5: Condiciones técnicas de suministro de los aceros estructurales con resistencia mejorada a la corrosión atmosférica.

UNE-EN 10025-6:2007 Productos laminados en caliente de aceros para estructuras. Parte 6: Condiciones técnicas de suministro de los productos planos de aceros estructurales de alto límite elástico en la condición de templado y revenido.

UNE-EN 10164:2007. Aceros de construcción con resistencia mejorada a la deformación en dirección perpendicular a la superficie del producto. Condiciones técnicas de suministro.

UNE-EN 10210-1:2007. Perfiles huecos para construcción, acabados en caliente, de acero no aleado y de grano fino. Parte 1: Condiciones técnicas de suministro.

UNE-EN 10219-1:2007. Perfiles huecos para construcción soldados, conformados en frío, de acero no aleado y de grano fino. Parte 1: Condiciones técnicas de suministro.