

Acero para uso estructural - Requisitos

Preámbulo

El Instituto Nacional de Normalización, INN, es el organismo que tiene a su cargo el estudio y preparación de las normas técnicas a nivel nacional. Es miembro de la INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO) y de la COMISION PANAMERICANA DE NORMAS TECNICAS (COPANT), representando a Chile ante esos organismos.

Esta norma se estudió para actualizar los requisitos de diseño que deben cumplir los aceros destinados al uso en estructuras.

En la elaboración de esta norma se ha tomado en consideración la norma ASTM A 6/A 6 M - 01 *Standard Specification for General Requirements for Rolled Structural Steel Bars, Plates, Shapes, and Sheet Piling* y antecedentes técnicos proporcionados por el Comité.

La norma NCh203 ha sido preparada por la División de Normas del Instituto Nacional de Normalización, y en su estudio el Comité estuvo constituido por las organizaciones y personas naturales siguientes:

ACERSIDER S.A.

ACMA S.A.

Cámara Chilena de la Construcción, CChC
Corporación de Desarrollo Tecnológico, CDT
CINTAC S.A.

Compañía Siderúrgica Huachipato S.A., CSH - CAP
DICTUC S.A.

Augusto Bezmalinovic T.

Ernesto Gómez G.

Víctor Villalobos

Bernardo Vivas R.

David Escárate N.

Alfonso Larraín V.

Carlos López R.

Marlena Murillo S.

Cecil Vega E.

Jorge Ramírez P.

NCh203

GERDAU AZA S.A.

Instituto Chileno del Acero, IChA
Instituto de Investigaciones y Ensayes de Materiales,
IDIEM

Instituto Nacional de Normalización, INN

Ministerio de Vivienda y Urbanismo, MINVU

Jorge Manríquez P.
Leonardo Osorio
Rodrigo Vásquez U.

Carolina Acevedo
Federico Delfín A.
Agnes Leger A.
Paula Olivares C.
Daniel Súnico H.

En forma adicional a las organizaciones que participaron en Comité, el Instituto recibió respuesta durante el período de consulta pública de esta norma, de las entidades siguientes:

ARZE - RECINE y Asociados
Ministerio de Obras Públicas, Dirección de Arquitectura
Ministerio de Obras Públicas, Dirección de Obras Hidráulicas

El Anexo A forma parte de la norma

Los Anexos B, C, D, E y F no forman parte de la norma, se insertan sólo a título informativo.

Esta norma anulará y reemplazará, cuando sea declarada Norma Chilena Oficial, a las normas NCh203.Of1977 *Acero para uso estructural - Requisitos* y NCh1159.Of1977 *Acero estructural de alta resistencia y baja aleación para construcción*, declaradas Oficiales de la República de Chile por Decreto N° 314, de fecha 11 de marzo de 1977, del Ministerio de Obras Públicas, publicado en el Diario Oficial del 12 de abril de 1977.

Contenido

	Página
Preámbulo	I
1 Alcance y campo de aplicación	1
2 Referencias normativas	1
3 Términos y definiciones	2
4 Requisitos	3
4.1 Nomenclatura y clasificación	3
4.2 Composición química	6
4.3 Ensayos de tracción	8
4.4 Ensayo de doblado	8
4.5 Tenacidad	9
4.6 Tratamientos térmicos	9
4.7 Tolerancias	10
4.8 Requisitos suplementarios	10
5 Criterios de inspección, muestreo y de aceptación y rechazo	10
5.1 Identificación	10
5.2 Certificación	11
5.3 Extracción de muestras	12
5.4 Aceptación y rechazo	14

Contenido

	Página
Anexos	
Anexo A (normativo) Requisitos de soldabilidad	15
Anexo B (informativo) Ejemplos de designación de aceros estructurales	16
Anexo C (informativo) Clasificación de los aceros estructurales según ASTM	17
Anexo D (informativo) Ejemplo de bases técnicas de compra	18
Anexo E (informativo) Requisitos suplementarios	19
Anexo F (informativo) Bibliografía	21
Tablas	
Tabla 1 Nomenclatura para la designación de los aceros	4
Tabla 2 Aceros estructurales para construcciones generales	5
Tabla 3 Aceros estructurales para construcciones sometidas a cargas de origen dinámico	6
Tabla 4 Análisis de vaciado y de comprobación	6
Tabla 5 Diámetro para ensayo de doblado en aceros para aplicaciones generales (en 180°)	8
Tabla 6 Diámetro para ensayo de doblado en aceros estructurales para aplicaciones sometidas a cargas de origen dinámico (en 180°)	8
Tabla 7 Tamaño de los lotes para recepción y número de muestras para ensayos	13
Tabla C.1 Aceros estructurales según clasificación ASTM para construcciones sometidas a cargas de origen dinámico	17

Acero para uso estructural - Requisitos

1 Alcance y campo de aplicación

1.1 Esta norma establece los requisitos que deben cumplir los aceros, sean estos aceros al carbono, aceros microaleados o aceros de alta resistencia y baja aleación, destinados al uso de estructuras de usos generales y estructuras de construcciones sometidas a cargas de origen dinámico, de acuerdo con las normas, reglamentos y ordenanzas de construcción vigentes y uso general.

1.2 Esta norma establece los criterios de inspección, muestreo y de aceptación y rechazo.

1.3 Esta norma se aplica a los aceros para barras, productos planos y perfiles ya sean laminados, plegados, conformados en frío o soldados.

2 Referencias normativas

Los documentos normativos siguientes contienen disposiciones que, a través de referencias en el texto de la norma, constituyen requisitos de la norma.

NCh200	<i>Productos metálicos - Ensayo de tracción.</i>
NCh697	<i>Acero - Barras y perfiles livianos - Clasificación y tolerancias.</i>
NCh701	<i>Acero - Planchas delgadas de acero al carbono laminadas en caliente - Tolerancias.</i>
NCh702	<i>Acero - Planchas delgadas de acero al carbono laminadas en frío - Tolerancias.</i>
NCh703	<i>Acero - Planchas gruesas de acero al carbono laminadas en caliente - Tolerancias.</i>
NCh926	<i>Acero y otros metales - Ensayo de impacto sobre probeta con entalle, simplemente apoyada.</i>
ASTM A 6/A 6 M	<i>Standard Specification for General Requirements for Rolled Structural Steel Bars, Plates, Shapes and Sheet Piling.</i>

NCh203

ASTM A 242/A 242 M *Standard Specification for High-Strength Low-Alloy Structural Steel.*

ASTM A 370 *Standard Test Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products.*

3 Términos y definiciones

Para los propósitos de esta norma, se aplican los términos y definiciones de NCh200 y NCh209, y adicionalmente los siguientes:

3.1 acero de soldabilidad garantizada: acero que sin ser sometido a ningún tratamiento especial, puede ser soldado a la intemperie en las condiciones de una obra o en un taller, dando garantías de seguridad de la unión bajo las cargas de servicio prefijadas. Para los efectos de esta norma, se entenderá que la soldabilidad se refiere a la aplicación de soldadura eléctrica por arco protegido, efectuada por operadores, soldadores y procedimientos calificados de soldadura de acuerdo con las normas correspondientes, y los requisitos indicados en Anexo A

3.2 aceros estructurales para construcciones generales: productos de acero destinados a la construcción de estructuras de usos y aplicaciones generales, en las cuales las cargas dinámicas no se consideran preponderantes

3.3 aceros estructurales para construcciones sometidas a cargas de origen dinámico: productos de acero destinados a la construcción de estructuras y/o elementos proyectados para resistir los esfuerzos producidos por cargas sísmicas u otras cargas dinámicas

3.4 análisis de comprobación: análisis que representa la composición química del metal una vez elaborado y se obtiene a partir de virutas o de un trozo de acero extraído desde cualquier punto del producto laminado y está destinado a conocer su composición química y determinar su desviación con respecto al análisis de vaciado o a los límites especificados en la norma

3.5 análisis de vaciado: análisis que representa la composición química del acero líquido inmediatamente antes de ser vaciado en los moldes, ya sean éstos lingotes o piezas de colada continua. Este análisis es el que normalmente informa el productor en la certificación

3.6 hornada o colada: acero obtenido en cada operación de vaciado de un horno o cada cuchara, cuya composición química está representada por el análisis de vaciado

3.7 lote: productos de acero de una misma designación y medidas nominales, que se fabrican bajo las mismas condiciones de producción y que se presentan a inspección como una unidad

3.8 requisitos suplementarios: presencia o ausencia de ciertas características que debe cumplir el acero, ya sea en su aspecto metalúrgico, químico, dimensional o de inspección, y que no están contempladas en la norma; que para un uso final específico pueden ser deseables, necesarios o indispensables; por lo que se debe indicar al momento del pedido u orden de fabricación, requisitos y valores a cumplir, así como métodos de muestreo y ensayos, deben quedar perfectamente definidos e incorporados en las bases de compra

3.9 tenacidad: capacidad del acero para absorber energía y deformación plástica antes de su fractura. Generalmente se indica por la energía absorbida (expresada en Joules) en un ensayo de impacto, en condiciones predeterminadas, según NCh926

NOTA - El término en inglés corresponde a *toughness*.

4 Requisitos

4.1 Nomenclatura y clasificación

4.1.1 Las designaciones de los aceros que se adoptan en esta norma tienen la forma general de codificación siguiente:

{A o M o Y} ZZZ ESPN {RH o RP}TO

Las letras mayúsculas tienen el significado que se detalla en Tabla 1. Los tres primeros símbolos (A o M o Y), son excluyentes entre sí y definen el tipo de acero especificado. Los símbolos RH o RP también son excluyentes entre sí.

Tabla 1 - Nomenclatura para la designación de los aceros

Símbolo	Significado
A	Acero al carbono
M	Acero microaleado
Y	Acero de alta resistencia y baja aleación
ZZZ	Caracteres numéricos que representan el límite mínimo de fluencia del acero para los efectos de describir el acero, expresados en MPa
E	Acero estructural
S	Soldabilidad garantizada según requisitos indicados en Anexo A
P	Propiedades especiales para diseño sismorresistente u otros diseños para cargas de origen dinámico
N	Acero normalizado, ver 4.6
RH	Acero con ensayo de tenacidad por hornada a cierta temperatura T. Salvo acuerdo diferente, se mide en probeta longitudinal en dos piezas por hornada y espesor diferente
RP	Acero con ensayo de tenacidad por pieza a cierta temperatura T. Salvo acuerdo diferente, se mide en probeta longitudinal pieza por pieza en uno de los extremos de ella
T	Dígito que indica la temperatura a la cual se debe efectuar el ensayo de tenacidad en las piezas de espesor mayor o igual a 10 mm, el cual depende de la norma utilizada y puede adoptar uno de los valores siguientes: T = - Si no se indica, representa la temperatura de 20°C T = 1 La temperatura es de menos 10°C (-10°C) T = 2 La temperatura es de menos 20°C (-20°C) T = 3 La temperatura es de menos 30°C (-30°C) T = 4 La temperatura es de menos 40°C (-40°C) T = X La temperatura es otra diferente a las anteriores, a convenir expresamente en cada pedido
O	Requisito optativo. Si se requiere se debe convenir al colocar el pedido.
NOTA - Algunos ejemplos para la designación de aceros estructurales, se muestran en Anexo B.	

4.1.2 Los aceros que considera esta norma están clasificados en dos grupos: aceros destinados a construcciones generales y aceros para construcciones sometidas a cargas de origen dinámico. Los aceros para construcciones generales podrán tener designaciones AZZZ ES o MZZZ ES o YZZZ ES (ver Tabla 2). Los aceros de uso en estructuras sismorresistentes u otros diseños para cargas de origen dinámico tendrán la designación AZZZ ESP (ver Tabla 3), las condiciones ESP son requisitos mínimos. Las demás condiciones indicadas en Tabla 1 (N, RH, RP, T y O) son optativas y podrán ser usadas en forma parcial o en conjunto.

Tabla 2 - Aceros estructurales para construcciones generales

Designación						Tensión de fluencia, mín. ¹⁾	Resistencia a la tracción	% Alargamiento en 50 mm, mín.		
						F _y (MPa) ²⁾	F _U (MPa)	e ≤ 5	e 5 a 16	e > 16
A240 ES	-	N	RH	RP	T	240	360 a 460	24	22	20
A270 ES	-	N	RH	RP	T	270	410 a 510	22	20	18
A345 ES	-	N	RH	RP	T	345	510 a 610	20	18	16
M345 ES	-	N	RH	RP	T	345	510 a 610	20	18	16
Y345 ES	-	N	RH	RP	T	345	480 mín.	20	18	16
Estos aceros deben satisfacer el requisito de normalizado en el caso de planchas cuyos espesores sean mayores o iguales a 30 mm.										
1) Para espesores mayores de 16 mm hasta 32 mm se permite una reducción en el límite de fluencia indicado de 10 MPa. Sobre 32 mm se permite una reducción de 20 MPa.										
2) F _y corresponde a la tensión en el punto de fluencia en aquellos aceros que tienen un punto de fluencia definido o que produce una deformación permanente de 0,20%.										

NOTA - Para facilitar el uso de esta norma en lo referente a la designación de los aceros, se establece a continuación la relación entre la clasificación indicada en la norma anterior y la presente norma:

El acero A37-24 ES (según NCh203.Of1977) fue reemplazado por el acero A240 ES.

El acero A42-27 ES (según NCh203.1977) fue reemplazado por el acero A270 ES.

El acero A52-34 ES (según NCh203. Of1977) fue reemplazado por el acero A345 ES.

El acero Y49-35 ES (según NCh1159.Of1977) fue reemplazado por el acero Y345 ES.

Esta relación no constituye una equivalencia debido a diferencias en los requisitos exigidos en cada caso.

Tabla 3 - Aceros estructurales para construcciones sometidas a cargas de origen dinámico

Designación					Tensión de fluencia F_y (MPa) ¹⁾	Resistencia a la tracción F_u (MPa) ²⁾	% Alargamiento en 50 mm ³⁾ mín.	% Alargamiento en 200 mm mín.	
A250 ESP	N	RH	RP	T	250 a 350	400 a 550	23	20	
A345 ESP	N	RH	RP	T	345 a 450	450 mín.	21	18	

Los aceros de grado ESP deben satisfacer la relación $F_y/F_u \leq 0,85$.

Se debe satisfacer uno de los requisitos de % de alargamiento según sea la condición de la probeta.

El acero debe ser normalizado en los grados ESP en planchas.

Los aceros A345 ESP deben ser calmados de grano fino austenítico no más grueso que N°5.

Los aceros mencionados en NCh222 y NCh223 como aceros estructurales se incluyen en el grupo de aceros para construcciones sometidas a cargas de origen dinámico.

Para piezas de espesor menor a 10 mm no es requisito el ensayo de tenacidad.

1) F_y corresponde a la tensión en el punto de fluencia en aquellos aceros que tienen un punto de fluencia definido.

2) F_u corresponde a la tensión máxima en el ensayo de tracción.

3) Mientras no exista norma chilena se debe utilizar ASTM A370 en su versión vigente para el tamaño de la probeta.

4.2 Composición química

4.2.1 Los aceros deben cumplir con los límites de composición química que se indica en Tabla 4.

Tabla 4 - Análisis de vaciado y de comprobación

Grado acero	Composición química (%)									
	$C_{m\acute{a}x.}$	$Mn_{m\acute{a}x.}$ ¹⁾	$P_{m\acute{a}x.}$	$S_{m\acute{a}x.}$	$Si_{m\acute{a}x.}$ ³⁾	$Cu_{m\acute{i}n.}$ ²⁾	Nb	V	N	Otros
A250 ESP	0,25 (0,29)	0,80/1,2 (0,74/1,28)	0,040 (0,050)	0,050 (0,063)	0,40 (0,45)	0,20				
A345 ESP	0,23 (0,27)	1,35 (1,46)	0,040 (0,050)	0,050 (0,063)	0,40 (0,45)	0,20	⁴⁾	⁴⁾	⁴⁾	
A240 ES	0,22 (0,26)	1,15 (1,25)	0,040 (0,050)	0,050 (0,063)	0,40 (0,45)	0,20 (0,18)				

(continúa)

Tabla 4 - Análisis de vaciado y de comprobación (conclusión)

Grado acero	Composición química (%)									
	$C_{\text{máx.}}$	$Mn_{\text{máx.}}^{1)}$	$P_{\text{máx.}}$	$S_{\text{máx.}}$	$Si_{\text{máx.}}^{3)}$	$Cu_{\text{mín.}}^{2)}$	Nb	V	N	Otros
A270 ES	0,23 (0,27)	1,25 (1,36)	0,040 (0,050)	0,050 (0,063)	0,40 (0,45)	0,20 (0,18)				
A345 ES	0,24 (0,28)	1,45 (1,57)	0,040 (0,050)	0,050 (0,063)	0,40 (0,45)	0,20 (0,18)				
M345 ES	0,24 (0,28)	1,45 (1,57)	0,040 (0,050)	0,050 (0,063)	0,40 (0,45)	0,20	4)	4)	4)	
Y345 ES	0,20 (0,24)	1,35 (1,46)	0,040 (0,050)	0,050 (0,063)	0,40 (0,45)	0,20	4)	4)	4)	5)

() Entre paréntesis: Análisis de comprobación.

1) Para los grados A270 ES, A345 ES, M345 ES, Y345 ES y A345 ESP, se permite un incremento de 0,06% Mn por sobre el máximo indicado, hasta un máximo de 1,51%, por cada centésima menos de C que tenga el acero con respecto al % $C_{\text{máx.}}$ indicado.

2) Rige sólo cuando se especifica acero con Cu .

3) El Si será 0,10% mínimo, a menos que el acero sea calmado al aluminio, en cuyo caso el acero debe tener un mínimo de 0,018% de Al total. Para espesores superiores a 40 mm el acero debe tener un Si de 0,15% mínimo pudiendo tener, previo acuerdo, valores de Si sobre 0,40%. Por acuerdo de las partes se puede especificar un % de Si diferente.

4) y 5) Ver 4.2.2 y 4.2.3.

4.2.2 Los aceros M345 ES deben tener uno de los tipos siguientes de elementos microaleantes:

1) Nb 0,005 a 0,05 (0,004 a 0,06), %.

2) V 0,01 a 0,15, %.

3) Nb 0,005 a 0,05 (0,004 a 0,06) + V 0,01 a 0,15 con $(Nb + V) = 0,02$ a 0,15 (0,01/0,16), %.

4) V 0,01 a 0,15 + N 0,015 máx., con V 4 veces el N como mínimo, %.

5) Ti 0,006 a 0,04 + N 0,003 a 0,015 + V 0,06 máx., %.

4.2.3 El acero Y345 ES debe contener ciertos porcentajes de algunos de estos elementos Cr , Ni , Mo , Cu , V , etc., para asegurar la condición de resistencia mejorada a la corrosión atmosférica, debiendo cumplir con un índice de corrosión mayor que 6 según ASTM G 101.

4.2.4 En caso que el acero contenga otros elementos de los indicados en Tabla 4, se debe cumplir con uno de los requisitos de soldabilidad indicados en Anexo A.

4.3 Ensayos de tracción

El ensayo de tracción se debe efectuar siguiendo las disposiciones de NCh200. Las probetas se deben tomar en sentido longitudinal al proceso de laminación en el caso de barras, perfiles, y planchas de hasta 600 mm de ancho. Para planchas de más de 600 mm de ancho, el eje longitudinal de las probetas tomadas debe ser transversal a la dirección de laminación. El lugar de extracción de las probetas debe coincidir con uno de los extremos de la pieza elegida como representativa del lote de iguales características dimensionales, físicas y químicas.

4.4 Ensayo de doblado

Los aceros deben resistir un doblado en 180° sin que se observen grietas en la zona sometida a esfuerzo de tracción, con excepción de los bordes cortados en ángulo recto y sin redondear los que pueden contener pequeñas fisuras de largo no mayor que 6 mm. En caso de presentarse, se permite repetir el ensayo con los bordes redondeados por esmerilado u otro método mecánico, cuidando que no queden huellas de la piedra o herramienta empleada en sentido transversal al de la probeta.

Este ensayo se debe efectuar según NCh201 en probetas transversales al sentido del proceso de laminación principal y alrededor de un cilindro, cuyo diámetro se indica en Tablas 5 y 6.

Tabla 5 - Diámetro para ensayo de doblado en aceros para aplicaciones generales (en 180°)

Esesor e mm	A240 ES	A270 ES	A345 ES M345 ES	Y345 ES
Hasta 16	e	1,5 e	2,5 e	2,5 e
Sobre 16 a 32	2 e	2,5 e	3,5 e	3,5 e
Sobre 32 a 50	3 e	3,5 e	4,5 e	4,5 e

Tabla 6 - Diámetro para ensayo de doblado en aceros estructurales para aplicaciones sometidas a cargas de origen dinámico (en 180°)

Esesor e mm	A250 ESP	A345 ESP
Hasta 20	0,5 e	e
Sobre 20 a 25	e	1,5 e
Sobre 25 a 40	1,5 e	2,5 e
Sobre 41 a 50	2,5 e	3,0 e

4.5 Tenacidad

4.5.1 Los aceros de grado ESP, en el caso de piezas de espesor mayor o igual a 10 mm, deben tener una tenacidad mínima de 27 J a $20^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ medida mediante el ensayo de impacto con entalle en V, según NCh926. Las probetas de ensayo se deben extraer con su eje longitudinal paralelo a la dirección de laminación o paralelo al eje mayor de la plancha.

4.5.2 Los aceros, tanto de grados ES como ESP, pueden requerir de este ensayo como requisito suplementario con valores de Temperatura del Ensayo y Energía Absorbida iguales o diferentes a los indicados como normales en 4.1 y 4.5.1 respectivamente. Estos requisitos suplementarios sólo pueden ser invocados y acordados al momento de colocar el pedido y no pueden ser exigidos ni modificados por el comprador una vez que el acero ya ha sido producido en la acería.

4.6 Tratamientos térmicos

4.6.1 El acero debe ser suministrado en una condición de tratamiento térmico tal que garantice el cumplimiento de los requisitos indicados en los puntos precedentes, esta condición puede ser una de las siguientes:

- **De laminación:** enfriamiento desde una temperatura superior a 720°C , tal como resulta del proceso de laminación en caliente.
- **Normalizado:** proceso posterior a la laminación mediante el cual el acero se calienta sobre su punto crítico y luego se enfría fuera del horno en aire quieto y protegido de corrientes.
- **Laminación controlada:** proceso de laminación guiada instrumentalmente hasta una temperatura muy próxima a la del punto crítico.
- **Templado y revenido:** procesos suministrados uno a continuación del otro dentro de un período corto de tiempo, generalmente un mismo turno.

En caso de no indicar un tratamiento específico, se entenderá enfriamiento en la condición de laminación.

4.6.2 No obstante lo anterior:

- Las planchas gruesas sobre 30 mm no se suministran en su condición de laminación sino normalizadas, con laminación controlada o templadas y revenidas.
- Las planchas gruesas suministradas en rollos, sólo se producen en su estado de laminación.
- Las planchas laminadas en rollos y cortadas posteriormente a planchas individuales, pueden o no ser sometidas ya sea a *normalizado* o *temple y revenido*.

NCh203

Si no se especifica expresamente esta opción, queda entendido, que la opción elegida es la primera, esto es en su condición de laminación. Las otras opciones solamente pueden ser invocadas y acordadas al momento de colocar el pedido, como requisitos suplementarios y, salvo acuerdo diferente entre comprador y productor, no pueden ser agregados ni modificados por las partes una vez que el acero está en proceso de fabricación.

4.7 Tolerancias

4.7.1 Los productos laminados de acero deben cumplir con las tolerancias indicadas en NCh697, NCh701, NCh702 y NCh703, según corresponda.

NOTA - Para aquellos productos cuyas dimensiones no estén consideradas en las normas indicadas en esta subcláusula se podrá utilizar normas ASTM A6.

4.7.2 Los productos de acero laminados conforme con esta norma no deben presentar defectos de superficie, tales como grietas, pliegues, picaduras u otros defectos visibles, que afecten las propiedades mecánicas de ellos o el espesor o diámetro nominal más allá de la tolerancia establecida.

4.7.3 Se permite remover por medios mecánicos los fragmentos de óxido, laminilla u otras imperfecciones de la superficie, siempre que el espesor o el diámetro del producto en los puntos reparados cumpla con la tolerancia que se establezca en 4.7.1 de esta norma.

4.8 Requisitos suplementarios

Si en el pedido no se especifica ningún requisito suplementario, el fabricante debe suministrar el acero con los requisitos básicos indicados en el texto de esta norma.

5 Criterios de inspección, muestreo y de aceptación y rechazo

5.1 Identificación

5.1.1 Los productos de acero conforme a esta norma deben ser despachados por el productor con marcas fijadas en forma adecuada y estable a los bultos y que asegure la correcta identificación del material hasta que sea almacenado en las dependencias del comprador. Adicionalmente a lo indicado en las disposiciones legales vigentes, la marca debe contener lo siguiente:

- a) Marca registrada, nombre y apellido o razón social del fabricante o responsable de la comercialización del producto (representante, vendedor, importador, etc.).
- b) Tipo de producto (planchas, perfiles, barras, etc.) y su naturaleza (laminado en caliente, laminado en frío, plegado, etc.).

- c) Designación del acero según esta norma.
- d) Medidas del producto, incluida su longitud.
- e) Número de la hornada o colada.
- f) Otras indicaciones que se establezcan por convenio previo.

Cada marca debe corresponder biunivocamente con el producto y la información contenida en un certificado.

5.1.2 El comprador o el usuario debe mantener la identificación de las piezas y los pedazos de éstas al ser parcialmente usadas, debiendo reconocer, a requerimiento de los inspectores que lo exijan, la identidad del productor y el grado de acero adquirido lo que debe estar de acuerdo con la certificación de soporte.

5.2 Certificación

5.2.1 La certificación de los aceros debe ser otorgada por un Organismo de Certificación de Productos acreditado y los ensayos deben ser realizados por un laboratorio acreditado.

5.2.2 El certificado entregado por el Organismo de Certificación, debe contener a lo menos lo siguiente:

- a) Identificación del organismo que ha efectuado la certificación.
- b) Identificación única del certificado.
- c) Firma autorizada para los certificados.
- d) Identificación del producto.
- e) Dimensiones.
- f) Identificación de la hornada o colada.
- g) Condición del producto, tal como: laminado en caliente, laminado en frío, normalizado, laminación controlada, templado y revenido, etc.
- h) Cumplimiento con las tolerancias de dimensión.
- i) Informe de ensayos adjunto al menos con la información de los resultados de ensayo siguientes:
 - Composición química según Tabla 4, especificando si se trata de análisis de vaciado o de comprobación.
 - Tensión en el límite de fluencia F_y .

NCh203

- Tensión máxima durante el ensayo de tracción F_u .
- % de alargamiento, especificando la longitud de medición de la probeta (50 mm o 200 mm).
- Ensayo de doblado.

Cuando se trate de acero para construcciones sometidas a cargas de origen dinámico, el informe de ensayo debe contener además lo siguiente:

- a) Tenacidad o energía absorbida en el ensayo de impacto con entalle en V (si es aplicable según 4.5), indicando tamaño de la probeta y temperatura del ensayo de impacto.
- b) Tamaño del grano austenítico (si es aplicable según Tabla 3).

5.3 Extracción de muestras

5.3.1 El número de muestras a extraer en los ensayos y análisis, se indican en Tabla 7, efectuándose sobre la base de lotes formados por hornadas o coladas identificadas o no identificadas. En el caso de estar identificadas, la unidad de muestreo debe ser de 40 000 kg o una fracción por cada hornada o colada. En coladas no identificadas, la unidad de muestreo debe ser de 20 000 kg o una fracción.

**Tabla 7 - Tamaño de los lotes para recepción
y número de muestras para ensayos**

Tamaño del lote, N kg				
Tipo de ensayo	Hornadas o coladas identificadas		Hornadas o coladas no identificadas	
	N < 40 000 kg	N ≥ 40 000 kg	N < 20 000 kg	N ≥ 20 000 kg
Tracción, doblado	1 muestra	1 muestra por cada 40 000 kg	1 muestra	1 muestra por cada 20 000 kg
Tenacidad	2 muestras	2 muestras	2 muestras	2 muestras por cada 20 000 kg
Análisis de comprobación	1 muestra por colada	1 muestra por colada	1 muestra	1 muestra por cada 20 000 kg
Defectos superficiales	Al menos 1 pieza	1 pieza por cada 40 000 kg	Al menos 1 pieza	1 pieza por cada 20 000 kg

Los ensayos de tracción, doblado y tenacidad se deben realizar de acuerdo a lo señalado en 4.3, 4.4 y 4.5 respectivamente.

Las probetas deben estar orientadas en la dirección indicada en esta norma. Se recomienda en la toma de muestras marcar el sentido de laminación.

En el caso de un control de producción se considera lo siguiente:

Para planchas o perfiles de espesores menores a 10 mm las probetas deben ser extraídas de piezas de diferentes espesores en este rango de espesor.

Para planchas o perfiles de espesores de entre 10 mm y menores a 25 mm las probetas deben ser extraídas de piezas del menor espesor y del mayor espesor, en este rango de espesor.

Para planchas o perfiles de espesores entre 25 mm y mayores las probetas deben ser extraídas de piezas del menor espesor y del mayor espesor, en este rango de espesor.

EJEMPLO 1

Lote de 30 000 kg de una hornada identificada. La unidad de muestreo es 1. Se extrae una muestra para el ensayo de tracción, una muestra para el ensayo de doblado y una muestra para el análisis de comprobación; se extrae una pieza (una plancha, una barra o un perfil, según sea el caso), para inspección de los defectos superficiales. Para el ensayo de tenacidad se extraen dos muestras.

EJEMPLO 2

Lote de 70 000 kg de hornadas no identificadas. La unidad de muestreo es 4. Se extraen cuatro muestras para el ensayo de tracción, cuatro muestras para el ensayo de doblado y cuatro muestras para el análisis de comprobación; se extraen cuatro piezas (cuatro planchas, cuatro barras o cuatro perfiles, según sea el caso), para ser inspeccionados en los defectos superficiales. Para el ensayo de tenacidad se extraen ocho muestras.

EJEMPLO 3

Lote de 80 000 kg de hornadas identificadas, formado por 30 000 kg de la hornada A y 50 000 kg de la hornada B. La unidad de muestreo es 1 para la hornada A y 2 para la hornada B. Se extrae una muestra de la hornada A y dos de la hornada B destinadas al ensayo de tracción y así sucesivamente. Si hay ensayos de tenacidad, se extraen dos muestras de la hornada A y dos de la hornada B.

NCh203

5.3.2 En el caso del análisis de comprobación, cuando éste sea requerido, el productor debe extraer, analizar e informar el resultado de una muestra del producto final ya sea por hornada o por plancha según se haya convenido previamente. En caso de discrepancias, se debe extraer una muestra en triplicado ya sea de virutas según NCh501, ASTM A 6 o trozo para análisis por espectrómetro, analizándose una de ellas y dejando las otras para verificaciones posteriores.

5.3.3 Las muestras se extraen de acuerdo a lo indicado en cada ensayo (ver 4.3, 4.4 y 4.5).

5.4 Aceptación y rechazo

5.4.1 Los defectos internos o externos de los productos laminados, que afecten el uso práctico del acero, son causa de rechazo.

5.4.2 Si las probetas de un lote no cumplen con alguno de los requisitos de esta norma, incluidos los requisitos suplementarios establecidos en las bases técnicas de compra, el lote queda rechazado.

5.4.3 No obstante lo anterior, en caso que una probeta muestre una falla localizada, la cual es claramente ajena al desempeño del resto, esta probeta puede ser reemplazada por otra. Igualmente, si la fractura en el ensayo de tracción queda fuera del tercio medio de la distancia entre marcas de la probeta y el porcentaje de alargamiento no cumple con lo estipulado, el ensayo se considera nulo y se permite efectuar un nuevo ensayo con otra probeta.

5.4.4 Si el material no cumple con uno o más de los requisitos de esta norma se permite efectuar un remuestreo, verificando sólo el o los ensayos que no cumplieron con lo estipulado. Para lo anterior se debe tomar el doble de muestras que en el muestreo normal y todas las probetas deben cumplir con la norma para que el lote se considere aprobado. Con todo, el material rechazado como lote se puede volver a muestrear pieza a pieza aprobando o rechazando cada pieza en forma individual.

Anexo A

(Normativo)

Requisitos de soldabilidad

La garantía de soldabilidad del acero se refiere al cumplimiento de los límites de composición química para el análisis de vaciado o análisis de comprobación indicados en Tabla 4. El resultado de este análisis debe satisfacer el porcentaje de Carbono Equivalente CE calculado por una de las expresiones empíricas siguientes:

$$CE = C + (Mn)/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Ni + Cu)/15 \leq 0,48 \quad (A.1)$$

$$CE = C + Si/30 + (Mn + Cu + Cr)/20 + Ni/30 + Mo/15 + V/10 + 5B \leq 0,23 \quad (A.2)$$

Anexo B
(Informativo)

Ejemplos de designación de aceros estructurales

EJEMPLO 1

Designación de un acero al carbono (A), de un mínimo de 250 MPa de tensión de fluencia, estructural (E), soldable (S), con propiedades especiales para diseño sismorresistente u otros diseños para cargas de origen dinámico (P):

A250 ESP

EJEMPLO 2

Designación de un acero al carbono (A), de un mínimo de 345 MPa de tensión de fluencia, estructural (E), soldable (S), con propiedades especiales para diseño sismorresistente u otros diseños para cargas de origen dinámico (P), en estado normalizado (N) y con un ensayo de tenacidad por hornada (RH), a una temperatura de -20°C ($T = 2$):

A345 ESPNRH2

EJEMPLO 3

Designación de un acero al carbono (A), de un mínimo de 270 MPa de tensión de fluencia, estructural (E), soldable (S):

A270 ES

EJEMPLO 4

El mismo acero del Ejemplo 3, con exigencia de entrega en estado normalizado (N) y con un ensayo de tenacidad por hornada (RH), a una temperatura de -10°C ($T = 1$):

A270 ESNRH1

EJEMPLO 5

Designación de un acero de alta resistencia y baja aleación (Y), estructural soldable (ES), de un mínimo de 345 MPa de tensión de fluencia, en estado normalizado (N) y con un ensayo de tenacidad por plancha (RP), a una temperatura de $+23^{\circ}\text{C}$ ($T = 23$):

Y345 ESNRP23

Anexo C (Informativo)

Clasificación de los aceros estructurales según ASTM

Actualmente, los aceros con designación ASTM A36 y ASTM A572 grado 50 corresponden a los similares A250 ESP y A 345 ESP, respectivamente.

La condición de similitud no necesariamente significa equivalencia. Para verificar que los aceros de las normas ASTM cumplen las exigencias de esta norma para aplicaciones sismorresistentes, u otras aplicaciones sometidas a cargas de origen dinámico, se deben verificar las condiciones adicionales que se indican en Tabla C.1.

Los siguientes aceros fabricados bajo norma ASTM podrían ser aptos para aplicaciones sismorresistentes u otras aplicaciones sometidas a cargas de origen dinámico, siempre que cumplan, además, con las condiciones adicionales que se indican a continuación.

Tabla C.1 - Aceros estructurales según clasificación ASTM para construcciones sometidas a cargas de origen dinámico¹⁾

Norma ASTM	Grado	Requisitos a certificar y/o verificar		
		$F_y/F_u \leq 0,85$	F_y ²⁾	Tenacidad ³⁾
A 36/A 36M	UNICO	Verificar	Verificar	Verificar
A 572/A 572M	50	Verificar	Verificar	Verificar
A 653/A 653M	40	Verificar	Verificar	Verificar
A 992/A 992M	50	Cumple	Cumple	Cumple
A 242/A 242M	42-46-50	Verificar	Verificar	Verificar
A 588/A 588M	42-46-50	Verificar	Cumple	Verificar
A 502/A 502PP	50	Verificar	Verificar	Verificar
A 709/A 709M	36-50	Verificar	Verificar	Verificar
A 792/A 792M	-	Verificar	Verificar	Verificar
A 913/A 913M	50	Verificar	Verificar	Cumple

Los aceros resistentes a la corrosión tipo ASTM A 588 o similar cuya composición química no satisface el requisito de carbono equivalente CE que garantizan la soldabilidad (ver Anexo A), deben emplear procedimientos calificados de soldadura según AWS D 1.1 en su edición vigente.

1) Aceros que requieren las certificaciones y/o verificaciones indicadas para calificar en construcciones sometidas a cargas de origen dinámico, como alternativa a los aceros nacionales de Tabla 3.

2) En aceros usados en construcciones sometidas a cargas de origen dinámico, la tensión de fluencia F_y no debe superar un valor de 350 MPa para el acero A36 y 450 MPa para los otros.

3) Sólo para piezas de espesor mayor o igual a 10 mm.

Anexo D
(Informativo)

Ejemplo de bases técnicas de compra

Al solicitar un producto correspondiente a esta norma, se debe indicar:

- a) cantidad total del producto solicitado;
- b) tipo de producto (planchas, perfiles, barras, etc.) y su estado (laminado en caliente, en frío, plegado, etc.);
- c) designación del acero según esta norma;
- d) medidas del producto, incluida su longitud y las tolerancias de cantidad;
- e) número de esta norma;
- f) requisitos suplementarios, si se especifican.

EJEMPLO 1

Compra de acero NCh203 para construcciones sometidas a cargas de origen dinámico.

2 450 kg de planchas laminadas en caliente, A250 ESPNRH1, de 2 500 mm x 6 000 mm x 12 mm, según NCh203; tamaño grano austenítico N°5 o menor. La certificación debe ser otorgada por un Organismo Certificador de Productos Acreditado. Tolerancias según NCh703.

EJEMPLO 2

Compra de acero NCh203 para construcciones generales

4 250 kg de perfiles ángulo laminados en caliente, A270 ES, de 65 mm x 65 mm x 5 mm y 12 000 mm longitud, según NCh203. Tolerancias según NCh697.

EJEMPLO 3

Compra de acero ASTM para construcciones sometidas a cargas de origen dinámico

25 000 kg de acero ASTM A 36 en planchas laminadas en caliente 12 000 mm x 2 440 mm x 12 mm, con tolerancias ASTM A 6, con verificación de ensayo de impacto según NCh926 (20°C y 27 J mínimo); verificación de F_u/F_y y límite de fluencia según NCh203, Tabla 4.

Anexo E (Informativo)

Requisitos suplementarios

A - Acería

A1 Límite de elementos residuales.

A2 Contenido máximo de elementos gaseosos tales como H, O o N.

B - Análisis químico

B1 Análisis de comprobación ya sea por hornada o por pieza.

B2 Límite máximo o ausencia total de un determinado elemento químico (como *Si* o *Al*).

B3 Incorporación de determinados elementos de aleación (como *Cr*, *Cu*, *Mo*, *Ti*, etc.)

C - Tratamientos térmicos

C1 Normalizado.

C2 Temple al aire y revenido.

C3 Temple al aceite y revenido.

C4 Alivio de tensiones.

C5 Laminación controlada.

D - Ensayos mecánicos

D1 Tracción adicional.

D2 Tracción a alta temperatura.

D3 Tenacidad (temperatura, sentido de las probetas, energía mínima y frecuencia).

NCh203

E - Inspección

E1 Ultrasonido, indicando las condiciones del ensayo (Palpador, MHz, norma y frecuencia). Por defecto se entenderá válidas las disposiciones de ASTM A 435/A 435M y frecuencia según ASTM A 673/A 673M.

E2 Partículas magnéticas.

E3 Radiografiado o gammagrafiado con indicación de norma de interpretación y frecuencia de radiografiado.

E4 Líquidos penetrantes.

E5 Inspección y presencia de inspectores externos al fabricante.

F - Estructura interna

F1 Tamaño de grano según ASTM E 112.

F2 Limpieza del acero, según ASTM E 45 o SAE J 418.

F3 Límites de descarburación, según SAE J 419.

F4 Ausencia de determinado constituyente microscópico (como martensita no revenida).

G - Otros ensayos

G1 Doblado.

G2 Estricción.

G3 Dureza Brinell, Rockwell u otra escala.

G4 Otro.

Anexo F

(Informativo)

Bibliografía

- [1] NCh201 *Acero - Ensayo de doblado de planchas de espesor superior o igual a 3 mm, barras y perfiles.*
- [2] NCh209 *Acero - Planchas gruesas para usos generales y de construcción mecánica - Especificaciones.*
- [3] NCh212 *Acero - Planchas delgadas laminadas en caliente para usos generales.*
- [4] NCh222 *Construcción - Planchas lisas de acero recubiertas - Especificaciones.*
- [5] NCh223 *Construcción - Planchas acanaladas onduladas de acero recubiertas - Requisitos.*
- [6] NCh427 *Especificaciones para el cálculo de estructuras de acero para edificios.*
- [7] NCh501 *Acero - Extracción y preparación de muestras para análisis químicos de acero al carbono y de sus productos.*
- [8] NCh730 *Acero - Perfiles estructurales soldados al arco sumergido.*
- [9] NCh1159 *Acero estructural de alta resistencia y baja aleación para construcción.*
- [10] ASTM A 36/A 36 M *Standard Specification for Carbon Structural Steel.*
- [11] ASTM A 435/A 435 M *Standard Specification for Straight-Beam Ultrasonic Examination of Steel Plates.*
- [12] ASTM A 572/A 572 M *Standard Specification for High-Strength Low-Alloy Columbium-Vanadium Steel.*
- [13] ASTM A 588/A 588 M *Standard Specification for High-Strength Low-Alloy Structural Steel with 50 ksi [345 MPa] Minimum Yield Point to 4 in. [100 mm] Thick.*

NCh203

- [14] ASTM A 653/A 653 M *Standard Specification for Steel Sheet, Zinc-Coated (galvanized) or Zinc-Iron Alloy-Coated (galvannealed) by the Hot-Dip Process.*
- [15] ASTM A 673/A 673 M *Standard Specification for Sampling Procedure for Impact Testing of Structural Steel.*
- [16] ASTM A 709/A 709 M *Standard Specification for Carbon and High-Strength Low-Alloy Structural Steel Shapes, Plates and Bars and Quenched-and-Tempered Alloy Structural Steel Plates for Bridges.*
- [17] ASTM A 792/A 792 M *Standard Specification for Steel Sheet, 55% Aluminium-Zinc Alloy-Coated by the Hot-Dip Process.*
- [18] ASTM A 913/A 913 M *Standard Specification for High-Strength Low-Alloy Steel Shapes of Structural Quality, Produced by Quenching and Self-Temperind Process (QST).*
- [19] ASTM A 992/A 992 M *Standard Specification for Steel for Structural Shapes.*
- [20] ASTM E 45 *Standard Test Methods for Determing the Inclusion Content of Steel.*
- [21] ASTM E 112 *Standard Test Methods for Average Grain Size.*
- [22] AWS D1.1 *Determining Structural Welding Code Steel.*
- [23] SAE J 418 *Grain Size Determination of Steels.*
- [24] SAE J 419 *Methods of Measuring Decarburizacion.*
- [25] Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones.