

**LIBRO: CMT. CARACTERÍSTICAS DE
LOS MATERIALES**

PARTE: 2. MATERIALES PARA ESTRUCTURAS

TÍTULO: 03. Acero y Productos de Acero

CAPÍTULO: 003. Acero Estructural

A. CONTENIDO

Esta Norma contiene los requisitos de calidad que deben cumplir los perfiles, las barras de acero y las planchas, utilizados con fines estructurales en general.

B. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

El acero estructural es el producto de la aleación de hierro, carbono y pequeñas cantidades de otros elementos tales como silicio, fósforo, azufre y oxígeno, que le aportan características específicas. El acero laminado en caliente, fabricado con fines estructurales, se denomina como acero estructural al carbono, con límite de fluencia de doscientos cincuenta (250) megapascuales (2 549 kg/cm²).

El acero estructural, según su forma, se clasifica en:

B.1. PERFILES ESTRUCTURALES

Piezas de acero laminado cuya sección transversal puede ser en forma de I, H, T, canal o ángulo.

B.2. BARRAS

Piezas de acero laminado, cuya sección transversal puede ser circular, cuadrada o hexagonal en todos los tamaños; soleras con espesor de cinco (5) milímetros o mayor y ancho de ciento

CMT. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

N-CMT-2-03-003/04

cincuenta (150) milímetros como máximo; soleras con espesor mayor de seis (6) milímetros y anchos desde ciento cincuenta (150) milímetros hasta doscientos (200) milímetros.

B.3. PLANCHAS

Producto plano de acero laminado en caliente con anchos de doscientos tres (203) milímetros y mil doscientos diecinueve (1 219) milímetros, y espesores mayores de cinco coma ocho (5,8) milímetros y mayores de cuatro coma cinco (4,5) milímetros, respectivamente.

C. REFERENCIAS

Son referencias de esta Norma, la norma mexicana NMX B-252-1988, *Requisitos Generales para Planchas, Perfiles, Tablaestacas y Barras, de Acero Laminado, para uso Estructural* y así como la norma AASHTO T243/T243M-92, *Sampling Procedure for Impact Testing of Structural Steel*.

Además, esta Norma se complementa con los siguientes:

MANUALES	DESIGNACIÓN
Criterios Estadísticos de Muestreo.....	M-CAL-1-02
Muestreo de Materiales y Productos de Acero.....	M-MMP-2-03-001
Resistencia a la Tensión de Productos Metálicos.....	M-MMP-2-03-002
Resistencia al Doblado de Productos Metálicos.....	M-MMP-2-03-003
Carbono Total en Productos de Acero mediante el Método Gasométrico por Combustión.....	M-MMP-2-03-006
Manganeso en Productos de Acero mediante el Método de Bismuto.....	M-MMP-2-03-007
Manganeso en Productos de Acero mediante el Método Colorimétrico.....	M-MMP-2-03-008
Silicio en Productos de Acero mediante el Método del Ácido Sulfúrico.....	M-MMP-2-03-009
Silicio en Productos de Acero mediante el Método Colorimétrico.....	M-MMP-2-03-010
Fósforo en Productos de Acero mediante el Método Alcalimétrico.....	M-MMP-2-03-011

Fósforo en Productos de Acero mediante el Método Colorimétrico.....	M·MMP·2·03·012
Azufre en Productos de Acero mediante el Método de Evolución.....	M·MMP·2·03·013
Cobre en Productos de Acero mediante el Método del Tiosulfato.....	M·MMP·2·03·014
Cobre en Productos de Acero mediante el Método Colorimétrico.....	M·MMP·2·03·015

D. REQUISITOS DE CALIDAD

El acero para la fabricación del acero estructural cumplirá con los requisitos de calidad que se indican a continuación.

D.1. REQUISITOS DE PROCEDENCIA

El acero para la fabricación del acero estructural se obtendrá por uno o más de los siguientes procesos:

- Horno de hogar abierto
- Básico al oxígeno
- Horno eléctrico

D.2. REQUISITOS QUÍMICOS

La composición química del acero estructural, determinada de acuerdo con los procedimientos contenidos en los Manuales que se señalan en la Cláusula C. de esta Norma, según corresponda, cumplirá con los requisitos indicados en los Incisos D.2.1. a D.2.3. de esta Norma.

D.2.1. El acero estructural en el análisis de colada cumplirá con los contenidos de elementos químicos indicados para perfiles y barras en la Tabla 1 y para planchas en la Tabla 2 de esta Norma.

D.2.2. El acero estructural en el análisis de producto cumplirá con los requisitos indicados en las Tablas 1 y 2 de esta Norma, sujetos a las tolerancias de análisis de producto indicados en las Tablas 3 y 4 de esta Norma.

TABLA 1.- Composición química de perfiles y barras

Elemento	Todos los Perfiles	Barras			
		Espesor en mm			
		Hasta 19,1	Más de 19,1 hasta 38,1	Más de 38,1 hasta 101,6	Más de 101,6
Carbono; %, máx.	0,26	0,26	0,27	0,28	0,29
Manganeso; % ^[1]	0,85 – 1,35	--	0,60 - 0,90	0,60 – 0,90	0,60 - 0,90
Fósforo; %, máximo	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Azufre; %, máximo	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Silicio; % ^[1]	0,15 – 0,40	--	--	--	--
Cobre; %, mínimo, cuando se especifique	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20

[1] Los contenidos de manganeso y de silicio indicados para los perfiles, son requeridos sólo para perfiles con masas unitarias mayores de 634 kg/m.

TABLA 2.- Composición química de planchas

Elemento	Espesor en mm				
	Hasta 19,1	Más de 19,1 hasta 38,1	Más de 38,1 hasta 63,5	Más de 63,5 hasta 101,6	Más de 101,6
Carbono; %, máx. ^[1]	0,25	0,25	0,26	0,27	0,29
Manganeso; %	--	0,80 - 1,20	0,80 - 1,20	0,85 - 1,20	0,85 - 1,20
Fósforo; %, máximo	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Azufre; %, máximo	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Silicio; %	--	--	0,15 - 0,40	0,15 - 0,40	0,15 - 0,40
Cobre; %, mínimo, cuando se especifique	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20

[1] Para planchas con espesores mayores de 38,1 mm, usadas como placas de apoyo en estructuras que no sean puentes o estructuras similares, el contenido de carbono en el análisis de colada podrá ser de 20 a 33%, haciendo un despuente suficiente de cada lingote para asegurar la calidad de las planchas.

D.2.3. El análisis de producto no es aplicable a barras, perfiles o soleras de doce coma siete (12,7) milímetros de espesor o menor.

TABLA 3.- Tolerancias en el análisis de producto para perfiles y planchas

Unidades en %

Elemento	Límite superior o máximo del rango especificado	Tolerancias	
		Abajo del límite mínimo	Arriba del límite máximo
Carbono	$\leq 0,15$	0,02	0,03
	$> 0,15$ y $\leq 0,40$	0,03	0,04
Manganeso	$\leq 0,60$	0,03	0,03
	$> 0,60$ y $\leq 1,15$	0,04	0,04
	$> 1,15$ y $\leq 1,65$	0,05	0,05
Fósforo	--	--	0,01
Azufre	--	--	0,01
Sílice	$\leq 0,30$	0,02	0,03
	$> 0,30$ y $\leq 1,000$	0,05	0,05
Cobre	--	0,02	--

TABLA 4.- Tolerancia en el análisis de producto para barras y perfiles de acero al carbono

Unidades en %

Elemento	Límite superior o máximo del intervalo especificado	Tolerancias arriba del límite máximo o abajo del límite mínimo
Carbono	$\leq 0,25$	0,02
	$> 0,25$ y $\leq 0,55$	0,03
Manganeso	$\leq 0,90$	0,03
	$> 0,90$ y $\leq 1,65$	0,06
Fósforo	--	0,008 ^[1]
Azufre	--	0,008 ^[1]
Sílice	$\leq 0,35$	0,02
	$> 0,35$ y $\leq 0,60$	0,05
Cobre	--	0,02 ^[2]

[1] Tolerancias arriba del máximo únicamente

[2] Tolerancias abajo del mínimo únicamente

D.3. REQUISITOS FÍSICOS

Los productos de acero estructural cumplirán, además de lo indicado en esta Norma; con los requisitos aplicables de la norma NMX B-252-1988, *Requisitos Generales para Planchas, Perfiles, Tablaestacas y Barras, de Acero Laminado, para uso Estructural.*

D.3.1. Tipos de perfiles, barras y planchas, dimensiones y tolerancias

Los tipos de planchas, perfiles y barras, sus dimensiones y tolerancias, se precisan en la norma NMX B-252-1988, *Requisitos Generales para Planchas, Perfiles, Tablaestacas y Barras, de Acero Laminado, para uso Estructural.*

D.3.2. Resistencia a la tensión y alargamiento

D.3.2.1. La resistencia a la tensión y el alargamiento del acero estructura, determinados según se indica en el Manual M-MMP-2-03-002, *Resistencia a la Tensión de Productos Metálicos*, cumplirán con los valores indicados en la Tabla 5 de esta Norma, según sean perfiles, barras o planchas.

TABLA 5.- Resistencia a la tensión y alargamiento del acero estructural

Características	Perfiles ^[1]	Barras	Planchas
Resistencia a la tensión; MPa (kg/cm ²)	400 - 550 (4 076 - 5 600)	400 - 550 (4 076 - 5 600)	400 - 550 (4 076 - 5 600)
Límite de fluencia; MPa (kg/cm ²), mínimo ^[2]	248 (2 530)	248 (2 530)	248 (2 530)
Alargamiento en 200 mm; %, mínimo ^[3]	20	20	20
Alargamiento en 50 mm; %, mínimo	21 ^[1]	23	23

[1] Para perfiles de ala ancha, con masa unitaria mayor de 634 kg/m, la resistencia a la tensión mínima será de cuatrocientos 400 MPa, sin especificar un máximo y el alargamiento de 19% mínimo, en probeta de cincuenta 50 mm de longitud calibrada.

[2] Para planchas con espesor mayor de doscientos 200 mm, el límite de fluencia será de 220 MPa como mínimo.

[3] Para materiales con espesor o diámetro menor de 7,9 mm se reducirá en el porcentaje de alargamiento referido a probetas con 200 mm de longitud calibrada, que se indica en esta Tabla, en 1,25% por cada 0,8 mm de disminución en el espesor o diámetro especificado, con relación al espesor o diámetro de 7,9 mm.

D.3.2.2. No será necesario someter a pruebas de tensión los perfiles con sección transversal menor de seis coma cuarenta y cinco (6,45) centímetros cuadrados ni las barras que no sean soleras, menores de uno coma veintisiete (1,27) centímetros de espesor o de diámetro.

D.3.3. Tenacidad

Cuando el proyecto especifique o la Secretaría indique requisitos de tenacidad, el acero estructural será sometido a la prueba de impacto Charpy con ranura en “V”, realizada de acuerdo con lo indicado en la norma AASHTO T243/ T243M-92, *Sampling Procedure for Impact Testing of Structural Steel*, para verificar el cumplimiento de esos requisitos.

D.3.4. Doblado

El acero estructural cumplirá con la prueba de doblado a que se refiere el Manual M·MMP·2·03·003, *Resistencia al Doblado de Productos Metálicos*. Las probetas se doblarán en frío, a ciento ochenta (180) grados, alrededor de un mandril cuyo diámetro se indica en la Tabla 6 de esta Norma, según el espesor de la probeta, sin que se agrieten en la cara exterior de la porción doblada.

TABLA 6.- Diámetro del mandril para la prueba de doblado

Unidades en mm

Espesor del elemento (e)	Diámetro del mandril (D) ^[1]
Hasta 19,1	D = 0,5e
Mayor de 19,1 y hasta 25,4	D = 1,0e
Mayor de 25,4 y hasta 38,1	D = 1,5e
Mayor de 38,1 y hasta 50,8	D = 2,5e
Mayor de 50,8	D = 3,0e

[1] Estas relaciones se aplican únicamente para el comportamiento de un espécimen bajo la acción del doblado; el espécimen siempre se toma en dirección longitudinal y generalmente se le hace una preparación en sus aristas.

E. MARCADO, EMPAQUE Y EMBALAJE

E.1. MARCADO

El marcado de los elementos de acero estructural será realizado por el fabricante en lugar visible, de acuerdo con lo indicado a continuación.

E.1.1. Perfiles

Cada uno de los perfiles, se marcará con el número de colada, tamaño de la sección, longitud y marcas de identificación de la laminación, y el nombre o marca del fabricante con letras realzadas a intervalos a lo largo de toda la longitud del perfil. Para los perfiles pequeños cuya dimensión más grande de su sección transversal no sobrepase de ciento cincuenta (150) milímetros y que puedan embarcarse en atados, la identificación puede hacerse en una etiqueta resistente sujeta a cada atado.

E.1.2. Barras

Las barras en atados perfectamente asegurados se identificarán mediante una etiqueta resistente atada perfectamente, en la que se indicarán los siguientes datos: número de la orden de compra, grado o número de norma, dimensiones, masa del atado y número de colada. No se requiere que las barras se estampen con dados.

E.1.3. Planchas

Cada una de las planchas se marcará por estampado, troquelado o pintado, con el número de colada, el nombre o marca del fabricante, tamaño y espesor. Para planchas provenientes de rollo, el procesador debe respetar y continuar el marcado del fabricante. No obstante, en el caso de paquetes perfectamente atados de planchas con espesor de diez (10) milímetros o menor, de planchas para la construcción de puentes hasta de ocho (8) milímetros de espesor en todos los tamaños y de planchas hasta novecientos (900) milímetros de ancho en todos los espesores, puede marcarse solamente la plancha superior de cada paquete o bien anotarse todos los datos en una etiqueta resistente atada perfectamente a cada paquete.

E.2. EMPAQUE Y EMBALAJE

El tipo de empaque y embalaje de los elementos de acero estructural será acordado entre el fabricante y el Contratista de Obra, y aprobado por la Secretaría.

F. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

Con el propósito de evitar el deterioro de los perfiles, barras y placas antes de su utilización, se tendrá cuidado en su transporte y almacenamiento, atendiendo los siguientes aspectos:

- F.1.** Los perfiles y placas laminados se almacenarán bajo una cubierta que cuente con la pendiente e impermeabilidad necesarias para evitar filtraciones de agua.
- F.2.** Los perfiles, barras y placas se protegerán contra daños mecánicos durante el embalaje y traslado.
- F.3.** El transporte se hará observando las normas oficiales mexicanas aplicables, sujetándose en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes.

G. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

La aceptación del acero estructural por parte de la Secretaría, se hará considerando lo siguiente:

- G.1.** Para que el acero estructural sea aceptado por la Secretaría, antes de su utilización, el Contratista de Obra o el proveedor cuando se trate de obras por administración directa, entregará a la Secretaría un certificado de calidad por cada lote, que garantice el cumplimiento de todos los requisitos establecidos en esta Norma o los especificados en forma especial en el proyecto, expedido por su laboratorio o por un laboratorio externo, aprobados por la Secretaría.
- G.2.** Con el objeto de controlar la calidad del acero estructural, durante la ejecución de la obra, el Contratista de Obra realizará las pruebas necesarias, en muestras obtenidas como se establece en el Manual M·MMP·2·03·001, *Muestreo de Materiales y Productos de Acero* y mediante los procedimientos de prueba contenidos en los Manuales que se señalan en la Cláusula C. de esta Norma, en el número y con la periodicidad que se establezca en el proyecto autorizado por la Secretaría, que verifiquen que los requisitos químicos y físicos cumplan con los valores establecido en esta Norma o los especificados especialmente en el proyecto, entregando a la Secretaría los resultados de dichas pruebas.

- G.3.** Si por fallas en el equipo de prueba o preparación incorrecta de los especímenes de prueba, cualquier espécimen probado no cumple con los requisitos de calidad establecidos en esta Norma, se repetirán las pruebas en dos (2) especímenes adicionales tomados al azar del mismo lote, mediante un procedimiento basado en tablas de números aleatorios, conforme a lo indicado en el Manual M-CAL-1-02, *Criterios Estadísticos de Muestreos*, por cada espécimen original que haya salido mal. Si los resultados de los especímenes adicionales probados cumplen con los requisitos establecidos, el lote será aceptado.
- G.4.** En cualquier momento la Secretaría puede verificar que el acero estructural suministrado, cumpla con cualquiera de los requisitos de calidad establecidas en esta Norma o los especificados especialmente en el proyecto, siendo motivo de rechazo el incumplimiento de cualquiera de ellos.

H. BIBLIOGRAFÍA

Comité Técnico de Normalización Nacional de la Industria Siderúrgica, Norma Mexicana NMX-B-254-1987, *Acero Estructural*, México (1987).

Comité Técnico de Normalización Nacional de la Industria Siderúrgica, Norma Mexicana NMX-B-001-1988, *Métodos de Análisis Químico para Determinar la Composición de Aceros y Fundiciones*, México (1988).

American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), M183M/M183-96, *Standard Specification for Structural Steel*, EUA.