

NORDOM 91-4:006

CT: 91 - 4

Coordinador: Fabio Terrero.

**Barras de acero de baja aleación corrugadas y lisas para el
refuerzo de hormigón — Especificaciones**

ANTEPROYECTO

Advertencia

Este documento no es una Norma Nacional NORDOM. Se distribuye para su revisión y comentarios. Está sujeto a cambios sin previo aviso y no puede ser referido como un Estándar Internacional.

Los destinatarios de este borrador están invitados a enviar, con sus comentarios, la notificación de cualquier derecho de patente relevante del que tengan conocimiento y proporcionar documentación de respaldo.

Contenido

Prefacio	iii
1 Objeto y campo de aplicación.....	1
1.1 Objeto.....	1
1.2 Campo de aplicación.....	1
2 Referencias normativas	1
3 Términos y definiciones.....	2
4 Información de la compra	2
5 Materiales y fabricación.....	4
6 Composición química.....	4
6.5 Soldadura.....	4
6.6 Análisis de verificación (control) de producto	5
7 Requisitos para corrugaciones.....	5
8 Mediciones de corrugaciones.....	5
9 Grado.....	6
10 Requisitos de tracción.....	6
10.4 Propiedades de tracción controlada	6
11 Requisitos de flexión	7
12 variación admisible en peso (masa).....	8
13 Acabado.....	8
14 Número de ensayo.....	8
15 Reensayos.....	9
16 Especímenes de ensayo	9
16.2.2 Marcas del calibrado	10
17 Informe de ensayo.....	10
18 Inspección	10
19 Rechazo	10
20 Etiquetado y marcado	10
20.1 Etiquetado.....	10
20.2 Marcado	11
21 Embalaje y marca de paquete	11
Annex A (normativo).....	13
Tamaño de las barras alternas	13
10 Bibliografía.....	18

Prefacio

El Instituto Dominicano para la Calidad (INDOCAL), es el organismo oficial que tiene a su cargo el estudio y preparación de las Normas Dominicanas (NORDOM) a nivel nacional. Es miembro de la Organización Internacional de Normalización (ISO), Comisión Internacional de Electrotécnica (IEC), Comisión del Codex Alimentarius, Comisión Panamericana de Normas Técnicas (COPANT), representando a la República Dominicana ante estos Organismos.

La norma **NORDOM 91-4: 006 Barras de acero de baja aleación corrugadas y lisas para el refuerzo de hormigón. Especificaciones**, ha sido preparada por la Dirección de Normalización del Instituto Dominicano para la Calidad (INDOCAL).

El estudio de la citada norma estuvo a cargo del **Comité Técnico 91-4 Materiales de construcción**, integrado por representantes de los sectores de producción, consumo y técnico, quienes iniciaron su trabajo tomando como base las normas **ASTM A706-22 Standard Specification for Deformed and Plain Low-Alloy Steel Bars for Concrete Reinforcement**, de la cual partió la propuesta de norma, a ser estudiada en el comité.

Dicha propuesta de norma fue aprobada como anteproyecto por el comité técnico de trabajo, en la reunión **No. 06** de **fecha 19** de **julio** de **2023** para ser enviada a encuesta pública, por un período de 60 días.

Formaron parte del Comité Técnico, las entidades y personas naturales siguientes:

PARTICIPANTES:

Alan Jorge Estrella
Luis j. Núñez
Víctor Burgos

Edgar fuentes
Gari Peguero
Arelis Familia
Juan Boyero
María Villega

Marcelo Salazar
Miguel Núñez
Leonardo Báez

Cristian González
Scarlet Jorge
Milainy Concepción

Oscar Peralta

Ricardo Tejada

REPRESENTANTES DE:

Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones
(MOPC)

GERDAU METALDOM

Asociación Dominicana del Acero (ADOACERO)

Instituto Nacional de Protección de los Derechos
del Consumidor (Pro Consumidor)

Técnico independiente

Valiente Fernández, S.R. L

Carlos Berrocal

Arcelor Mittal

Francisco García
María Fazas
George Miljus

FRAGA Industrial

Saray Rangel
Luis Suero

Kinnox, S.A.

Marienna Hyar
Daniela Veras
María Abreu
Vladimir Hernández

Ministerio de Industria y Comercio y Mipymes
(MICM)

Iliana Gallardo
Juan José Tavárez

Ministerio de la Vivienda y Edificaciones (MIVED)

Fabio Terrero
Rubén Burdiez
Karilyn Rodríguez

Instituto Dominicano para la Calidad (INDOCAL)

Barras de acero de baja aleación corrugadas y lisas para el refuerzo de hormigón — Especificaciones

1 Objeto y campo de aplicación

1.1 Objeto

Esta norma establece los requisitos que deberán cumplir las barras de acero de baja aleación corrugadas y lisas para refuerzo de hormigón en tramos cortados o en rollos, destinadas a aplicaciones donde se requiere restringir las propiedades mecánicas y la composición química, de manera que sean compatibles con aplicaciones donde se requiera propiedades de tracción controladas o para aumentar la soldabilidad. Los tamaños y dimensiones normalizadas de las barras corrugadas y sus designaciones de número se dan en la Tabla 1.

1.2 Campo de aplicación

1.2.1 Esta norma se aplica a los siguientes productos que se utilizan para el refuerzo de hormigón armado:

- Las barras de acero corrugadas y lisas.
- Barras de acero rectas, cortadas a medida.
- Barras de acero en rollos laminadas en caliente.

1.2.2 Esta norma es aplicable para ordenes ya sea en unidades del sistema internacional de unidades SI (norma ASTM A706M) o en unidades de libra-pulgada. (norma ASTM A706).

NOTA Los valores indicados en unidades del SI o en unidades pulgada-libra deberán ser considerados como los estándares. En el texto, las unidades pulgada-libra se muestran entre paréntesis. Los valores indicados en cada sistema pueden no ser exactamente equivalentes; Por lo tanto, cada sistema deberá ser utilizado independientemente del otro. La combinación de los valores a partir de los dos sistemas puede resultar una no conformidad con esta norma.

1.2.3 Esta norma no pretende tratar todos de los problemas de seguridad, si los hay, asociados con su uso. Es responsabilidad del usuario de esta norma establecer prácticas apropiadas de seguridad y salud y determinar la aplicabilidad de las limitaciones reglamentarias antes de su uso.

2 Referencias normativas

Los siguientes documentos se mencionan en el texto de tal manera que parte o todo su contenido constituyen requisitos de este documento. Para las referencias con fecha, sólo se aplica la edición citada. Para las referencias sin fecha, se aplica la última edición del documento referenciado (incluidas las enmiendas).

NORDOM 100, Sistema internacional de unidades.

NORDOM 458, Barras de acero corrugadas y lisas para el refuerzo del hormigón. Especificaciones.

NORDOM 459, Varillas de acero corrugadas para hormigón armado- Determinación de la resistencia a la flexión.

NORDOM 471, Varillas de acero corrugadas para hormigón armado- Determinación de la resistencia a la tracción.

ASTM A6/A 6M, Specification for General Requirements for Rolled Structural Steel Bars, Plates, Shapes, and Sheet Piling.

ASTM A370, Test Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products.

ASTM A510/ A510M, Specification for General Requirements for Wire Rods and Coarse Round Wire, Carbon Steel, and Alloy steel.

ASTM A615/A615M. Specification for Deformed and Plain Carbon-Steel Bars for Concrete Reinforcement.

ASTM A700, Guide for Packaging, Marking, and Loading Methods for Steel Products for Shipment.

ASTM A751, Test Methods, Practices, and Terminology for Chemical Analysis of Steel Products.

ASTM E29, Practice for Using Significant Digits in Test Data to Determine Conformance with Specifications.

ASTM E290 Test Methods, for Bend Testing of Material for Ductility.

AWS D1.4/D1.4M, Structural Welding Code — Reinforcing Steel.

MIL-STD-129, Marking for Shipment and Storage.

Fed. Std. No 123, Marking for Shipment (Civil Agencies.)

3 Términos y definiciones

Para la aplicación de este documento se utilizarán como referencia términos y definiciones dados en la NORDOM 458 y los siguiente:

3.1

Corrugaciones

Salientes transversales sobre una barra corrugada

3.2

Barra corrugada

Barra de acero en cuyas superficies existen salientes, también denominadas corrugas con el propósito de incrementar su adherencia al hormigón

3.3

Barra lisa

Barra de acero sin corrugaciones

3.4

Cordón o ribete

Saliente o nervadura longitudinal sobre una barra corrugada

4 Información de la compra

Deberá ser responsabilidad del comprador especificar todos los requisitos que son necesarios para el material solicitado según esta norma. Tales requisitos deberán incluir, sin limitarse a ello, lo siguiente:

4.1 Cantidad [número de barras, atados y/o peso (masa)]. Ver Tabla 6.

4.2 Nombre del material (barras de acero al carbono lisas y corrugadas para refuerzo de hormigón).

4.3 Designación según Tabla 1.

4.4 Tramos cortados o rollos.

4.5 Barras corrugadas o lisas.

4.6 Grado.

4.7 Empaquetado.

4.8 Designación NORDOM o en su defecto ASTM.

4.9 Declaración de conformidad.

4.10 El comprador tendrá la opción de especificar requisitos adicionales, que incluyen, sin limitación lo siguiente:

4.10.1 Requisitos para la inspección (ver capítulo 17).

4.10.2 Cada paquete requiere de un único proceso de calada o lote (ver capítulo 16).

4.10.3 Otros requisitos especiales, si los hubieses.

4.10.4 Requisitos opcionales del Anexo A1, si los corresponde.

4.10.5 Los requisitos para tamaños de barra alternativos se presentan en el Anexo A1. Los requisitos del Anexo A1 sólo se aplican cuando así lo especifique el comprador (ver apartado 4.10.4).

Tabla 1 — Números de designaciones, pesos(masas)nominales, dimensiones nominales y requisitos de corrugaciones de barras corrugadas

Número de designación de la barra ^A	Peso nominal, kilogramo/metro (libra/pie)	Dimensiones nominales ^B			Requerimientos para las corrugaciones, milímetro [pulgada]		
		Diámetro, milímetros (pulgada)	Área de la sección transversal, milímetros ² (pulgada ²)	Perímetro, milímetros (pulgada)	Promedio máximo de espaciado	Promedio mínimo de altura	Holgura máxima [cuerda igual al 12.5 % del perímetro nominal]
3 (10)	0.560 (0.376)	9.5 (0.375)	71 (0.11)	29.9 (1.178)	6.7 (0.262)	0.38 (0.015)	3.6(0.143)
4 (13)	0.994 (0.668)	12.7 (0.500)	129 (0.20)	39.9 (1.571)	8.9(0.350)	0.51 (0.020)	4.9 (0.191)
5 (16)	1.552 (1.043)	15.9 (0.625)	199 (0.31)	49.9 (1.963)	11.1 (0.437)	0.71 (0.028)	6.1 (0.239)
6 (19)	2.235 (1.502)	19.1 (0.750)	284 (0.44)	59.8 (2.356)	13.3 (0.525)	0.97 (0.038)	7.3 (0.286)
7(22)	3.042 (2.044)	22.2 (0.875)	387 (0.60)	69.8 (2.749)	15.5 (0.612)	1.12 (0.044)	8.5 (0.334)
8 (25)	3.973 (2.670)	25.4 (1.000)	510 (0.79)	79.8 (3.142)	17.8 (0.700)	1.27 (0.050)	9.7 (0.383)
9 (29)	5.060 (3.400)	28.7 (1.128)	645 (1.00)	90.0 (3.544)	20.1 (0.790)	1.42 (0.056)	10.9 (0.431)
10 (32)	6.404 (4.303)	32.3 (1.270)	819 (1.27)	101.3 (3.990)	22.6 (0.889)	1.63 (0.064)	12.4 (0.487)
11 (36)	7.907(5.313)	35.8 (1.410)	1006 (1.56)	112.5 (4.430)	25.1 (0.987)	1.80 (0.071)	13.7 (0.540)

14 (43)	11.38 (7.65)	43.0 (1.693)	1452 (2.25)	135.1 (5.32)	30.1 (1.185)	2.16 (0.085)	16.5 (0.648)
18 (57)	20.24 (13.60)	57.3 (2.257)	2581 (4.00)	180.1 (7.09)	40.1 (1.58)	2.59 (0.102)	21.9 (0.864)

^A los números de designación de las barras corrugadas y lisas están basados en octavos de pulgada, incluidos en el diámetro nominal)

^B Las dimensiones nominales de una barra corrugada son equivalentes con los de una barra redonda lisa, que tenga el mismo peso(masa) por metro [pie] que la barra corrugada

5 Materiales y fabricación

Las barras deberán ser laminadas a partir de las coladas identificadas en forma apropiada, ya sea por lingotes o una colada continua. El acero se fabricará mediante cualquier procedimiento aceptado comercialmente.

6 Composición química

6.1 El análisis químico de cada colada se deberá determinar de acuerdo con la norma ASTM A751. El fabricante deberá realizar el análisis sobre muestras de ensayo tomadas preferentemente durante el vertido de cada colada. Se deberán determinar los porcentajes de carbono, manganeso, fósforo, azufre, silicio, cobre, níquel, cromo, molibdeno, y vanadio.

6.2 La composición química mostrada por el análisis de la colada se deberá limitar a lo siguiente:

Tabla 2 — Composición química

Elemento	Máximo (%)
Carbono	0.30
Manganeso	1.50
Fósforo	0.035
Azufre	0.045
Silicio	0.50

6.3 La elección y utilización de los elementos de aleación, combinados con carbono, fósforo, y azufre para obtener las propiedades mecánicas prescritas en (Tablas 4 y 5), deberá ser realizada por el fabricante. Los elementos comúnmente utilizados incluyen manganeso, silicio, cobre, níquel, cromo, molibdeno, vanadio, columbio, titanio y circonio.

6.4 El análisis de la colada deberá proveer un carbono equivalente (CE) que no exceda el 0.55 % calculado por la fórmula siguiente:

$$CE = \% C + (\% Mn/6) + (\% Cu/40) + (\% Ni/20) + (\% Cr/10) + (\% Mo/50) + (\% V/10) \quad (1)$$

6.5 Soldadura

Esta norma limita la composición química (ver apartado 6.2) y el equivalente de carbono (ver apartado 6.4) para mejorar la soldabilidad del material. Cuando se suelda este acero, se deberá utilizar un procedimiento de soldadura adecuado para la composición química y el uso o servicio previsto. Se recomienda el uso de la última edición de AWS D1.4 / D1.4M. El código de soldadura AWS D1.4 / D1.4M

describe la selección adecuada de los metales de aporte, las temperaturas de precalentamiento / entre pases, así como los requisitos de calificación de rendimiento y procedimiento.

6.6 Análisis de verificación (control) de producto

Un análisis de control de producto realizado por el comprador no deberá exceder los siguientes porcentajes:

Tabla 3 —Porcentaje máximo

Elemento	Máximo (%)
Carbono	0.33
Manganeso	1.56
Fósforo	0.043
Azufre	0.053
Silicio	0.55

7 Requisitos para corrugaciones

7.1 Las corrugaciones deberán estar espaciadas a lo largo de la barra a distancias sustancialmente uniformes. Las corrugaciones sobre lados opuestos de la barra deberán ser similares en tamaño, forma y patrón.

7.2 Las corrugaciones deberán estar ubicadas con respecto al eje de la barra de manera que el ángulo interno no sea menor a 45°. Donde la línea de las corrugaciones forma un ángulo incluido con el eje de la barra de 45° hasta 70° inclusive, las corrugaciones deberán revertirse en su dirección alternativamente sobre cada lado, o aquellas sobre un lado deberán revertirse en dirección respecto de las del lado opuesto. Donde la línea de corrugaciones está a más de 70°, no deberá requerirse una reversión de la dirección.

7.3 El espaciamiento o distancia promedio entre corrugaciones sobre cada lado de la barra no deberá exceder 7/10 del diámetro nominal de la barra.

7.4 La longitud total de las corrugaciones deberá ser tal que el intervalo (medido como una cuerda) entre los extremos de las corrugaciones no deberá exceder 12.5 % del perímetro nominal de la barra. Donde los extremos terminan en un cordón, el ancho del cordón debe ser considerado como el intervalo entre esos extremos. La suma de los intervalos no deberá exceder el 25 % del perímetro nominal de la barra. El perímetro nominal de la barra deberá ser 3.1416 veces el diámetro nominal.

7.5 El espaciamiento, altura, e intervalo de las corrugaciones deberán cumplir con los requisitos establecidos en la Tabla 1.

8 Mediciones de corrugaciones

8.1 El espaciamiento medio de las corrugaciones deberá ser determinado midiendo la longitud de un mínimo de 10 espacios y dividiendo esa longitud por el número de espacios incluidos en la medición. La medición deberá empezar desde un punto sobre una corrugación en el comienzo del primer espacio hasta un punto correspondiente sobre una corrugación después del último espacio incluido. Las mediciones del espaciamiento no deberán realizarse sobre un área de la barra que contenga símbolos de marca que involucren letras o números.

8.2 La altura media de las corrugaciones deberá ser determinada a partir de mediciones realizadas en por lo menos dos corrugaciones típicas. Las determinaciones deberán basarse en tres mediciones por corrugación, una al centro de la longitud total y las otras dos en los cuartos de la longitud total.

8.3 La altura insuficiente, cobertura insuficiente de circunferencia, o el espaciamiento excesivo de las corrugaciones no deberán constituir causa de rechazo a menos que se haya establecido claramente por determinaciones sobre cada lote ensayado que la altura, intervalo o espaciamiento de la corrugación típica no cumple con los requisitos mínimos prescritos en el capítulo 7. No deberá realizarse ningún rechazo en base a mediciones si se han medido menos de diez corrugaciones adyacentes sobre cada lado de la barra.

NOTA Como se usa dentro del contexto del apartado 8.3, el término (lote) deberá significar todas las barras de un tamaño y patrón de corrugaciones contenidas en un envío individual o una orden de envío.

9 Grado

Las barras tienen dos niveles mínimos de resistencia a la fluencia: 420 MPa (60 000 psi) y 550 MPa (80 000 psi), designados como Grado 60 (420) y Grado 80 (550), respectivamente.

9.1 Las barras lisas, en tamaños hasta e incluyendo 63.5 mm (2½") de diámetro en bobinas o longitudes de corte, cuando se soliciten, deberán ser provistas bajo esta norma. Para las propiedades de ductilidad (tracción y flexión), se aplicarán las disposiciones de ensayo del tamaño de barra deformado de diámetro nominal menor más cercano. Los requisitos que prevén deformaciones y marcado no serán aplicables.

10 Requisitos de tracción

10.1 El material representado por los especímenes de ensayo, deberá cumplir con los requisitos de propiedades de tracción establecidos en la Tabla 4.

10.2 El punto de fluencia o límite elástico se determinará por uno de los siguientes métodos:

10.2.1 Por la caída de la curva o la detención en el calibre de la máquina de ensayo de tracción, donde el acero sometido a prueba tiene un punto de fluencia definido o bien definido.

10.2.2 Compensación (compensación del 0.2 %) como se describe en la ASTM A370. Cuando el acero no tenga un punto de fluencia bien definido,

10.3 Cuando el material se suministra en bobinas, la muestra de ensayo deberá tomarse del rollo y enderezarse antes de colocarla en las mordazas de la máquina de ensayo de tracción.

NOTA Enderece la muestra de prueba para evitar la formación de curvas cerradas locales y para minimizar el trabajo en frío. Un enderezamiento insuficiente antes de colocar el extensómetro puede dar lugar a lecturas de resistencia a las fluencias inferiores a las reales.

10.3.1 Las muestras de prueba tomadas de material post-fabricado no se deberán usar para determinar la conformidad con esta norma.

NOTA La distorsión por flexión múltiple de la máquina de endurecimiento y fabricación mecánicas puede provocar un trabajo en frío excesivo, lo que da como resultado mayores resistencias a la fluencia, menores valores de elongación y una pérdida de altura de deformación.

10.4 Propiedades de tracción controlada

Esta norma limita las propiedades de tracción (Tabla 4) para proporcionar las propiedades de rendimiento / tracciones deseadas para aplicaciones de propiedad de tracción controlada.

10.5 El porcentaje de elongación será el prescrito en la Tabla 4.

Tabla 4 — Requisitos de tracción

Resistencia a la tracción, mínimo MPa (kg/cm ²)	Grado 60(420)	Grado 80(550)
		80 000 (550) ^A
Límite de fluencia, min, MPa (kg/cm ²)	60 000 (420)	80 000 (550)
Límite de fluencia, min, MPa (kg/cm ²)	78 000 (540)	98 000 (675)
Designación de barras N _o	Elongación en 200 mm (8") min %	
3, 4, 5, 6 (10, 13, 16, 19)	12	
7, 8, 9, 10, 11 (22, 25, 29, 32, 36)	12	
14, 18 (43, 57)	10	
^A La resistencia a la tracción no deberá ser menor que 1.25 veces el límite de fluencia real		

11 Requisitos de flexión

11.1 La muestra de ensayo de flexión deberá resistir flexionarse alrededor de un mandril sin fisurarse sobre el radio externo de la porción flexionada. Los requisitos para el ángulo de dobléz y tamaños de mandril o pasador deberán ser los establecidos en la Tabla 5. Cuando se suministra el material en rollos, el espécimen de ensayo deberá ser estirado antes de iniciar la prueba.

11.2 El ensayo de flexión deberá hacerse en probetas de longitud suficiente para asegurar un flexionado libre y con un equipo que proporcione:

11.2.1 Aplicación continua y uniforme de la fuerza durante toda la operación de flexionado.

11.2.2 Movimiento sin restricciones de la muestra en los puntos de contacto con el equipo y flexionado alrededor de un pasador para girar libremente.

11.2.3 Cierre la envoltura de la muestra alrededor del mandril durante la operación de flexionado.

11.3 Es admisible utilizar métodos de ensayo de flexión como se describe en la NORDOM 459, el cual consiste en la colocación de un espécimen a través de dos mandriles libres para rotar y la aplicación de la fuerza de flexión con un mandril fijo. Cuando ocurran fallas bajo los métodos más severos, deberán permitirse reensayos bajo el método de ensayo establecido en el apartado 10.2.

Tabla 5 — Requisitos de flexión

No. De designación de la barra	Grado 60(420)	Grado 80(550)
3,4,5 (10,13,16)	3d ^A	3 ½d ^A
6,7,8 (19, 22,25)	4d	5d
9,10,11(29, 32,36)	6d	7d
14,18 (43,57)	8d	9d

^A d es el diámetro nominal del espécimen

12 variación admisible en peso (masa)

12.1 Las barras de refuerzo corrugadas deberán ser evaluadas sobre la base al peso nominal (masa). El peso (masa) determinado usando la masa medida del espécimen de ensayo y redondeando de acuerdo con la ASTM E29, deberá ser al menos el 94 % del peso (masa) aplicable por unidad de longitud prescrito en la Tabla 1. En ningún caso de exceso de masa de cualquier barra corrugada debe ser causa de rechazo.

12.2 La variación del peso (masa) para barras lisas debe ser calculado sobre la base de la variación admisible del diámetro. Para barras lisas menores que 9.5 milímetros (3/8 pulgada) de diámetro, use la norma ASTM A510M. Para barras mayores de hasta 63.5 milímetros (2½ pulgadas) de diámetro, incluido este último, utilizar la norma ASTM A6M.

13 Acabado

13.1 Las barras deberán estar libres de imperfecciones superficiales perjudiciales.

13.2 El óxido, las costuras, las irregularidades superficiales o cascarillas de laminación no deberán ser causa de rechazo, siempre que la masa, las dimensiones, el área de la sección transversal, y las propiedades de tracción de un espécimen de ensayo cepillado a mano con cepillo de alambre no sean menores que los requisitos de esta norma.

13.3 Las imperfecciones superficiales o defectos diferentes de los especificados en el apartado 12.2 deberán ser consideradas perjudiciales cuando los especímenes que contengan tales imperfecciones fallan en el cumplimiento de cualquiera de los requisitos de tracción o doblez. Algunos ejemplos, entre otros, son los pliegues, costuras, escamas, hojeaduras, grietas por enfriamiento o colada (entalladuras) y marcas de laminación o de guiado.

NOTA 1 Las barras corrugadas de refuerzo destinadas a aplicaciones de revestimiento epoxi deberán tener superficies con un mínimo de bordes agudos para lograr una cobertura adecuada. Se deberá prestar atención a las marcas y corrugaciones de barras donde son propensas a producirse dificultades de recubrimiento.

NOTA 2 Las barras corrugadas de refuerzo destinadas a ser empalmadas mecánicamente o electrosoldadas a tope pueden requerir cierto grado de redondez para que los empalmes logren en forma adecuada los requisitos de resistencia.

14 Número de ensayo

14.1 Se deberá realizar un ensayo de tracción y un ensayo de flexión de cada tamaño de barra laminada de cada colada o lote.

14.2 Se deberá realizar un conjunto de ensayos de propiedades dimensionales que incluya el peso de la barra (masa) y el espaciado, la altura e intervalo de las corrugaciones de cada tamaño de barra laminada de cada colada o lote.

15 Reensayos

15.1 Si los resultados de un espécimen de tracción en el ensayo original fallan en cumplir los requisitos mínimos especificados y están dentro de 14 MPa (2 000 psi) de la resistencia requerida a tracción dentro de 7 MPa (1 000 psi) del esfuerzo de fluencia requerido, o dentro 2 % de la elongación requerida, se deberá permitir un reensayo sobre dos especímenes al azar por cada falla de espécimen de tracción original del lote. Ambos especímenes de reensayo deberán cumplir con los requisitos de esta norma.

15.2 Si un ensayo de flexión falla por razones distintas de las mecánicas o por defectos en el espécimen como los descritos en (apartados 14.4.2 y 14.4.3), se deberá permitir un reensayo sobre dos especímenes al azar del mismo lote. Ambos especímenes de reensayo deberán cumplir con los requisitos de esta norma. El reensayo deberá ser realizado sobre especímenes de ensayo que estén a temperatura ambiente pero no menos de 16 °C (60 ° F).

15.3 Si un ensayo de peso(masa) falla por razones distintas de defectos en el espécimen como los descritos en apartado 14.4.3, se deberá permitir un reensayo sobre dos especímenes al azar del mismo lote. Ambos especímenes de ensayo deberán cumplir con los requisitos de esta norma.

15.4 Si el ensayo original o cualquiera de los reensayos al azar fallan por cualquier razón listada en (apartados 14.4.1, 14.4.2, ó 14.4.3), el ensayo deberá considerarse inválido cuando:

15.4.1 Si la propiedad de elongación de cualquier espécimen de ensayo de tracción es menor que la especificada, y que cualquier parte de la fractura este fuera de la mitad central de la longitud de control, indicada por marcas grabadas en el espécimen antes del ensayo.

NOTA Marcar los especímenes con múltiples marcas grabadas o de punzonadas puede reducir la ocurrencia de fractura fuera o cerca de esas marcas y la necesidad de declarar el ensayo inválido.

15.4.2 Por razones mecánicas como falla del equipo de ensayo o preparación inadecuada del espécimen.

15.4.3 Por defectos detectados en el espécimen de ensayo, antes o durante la realización del ensayo.

15.5 Los resultados de los ensayos originales de los (apartados 14.4.1, 14.4.2, ó 14.4.3) deberán ser descartados y el ensayo debe repetirse sobre un nuevo espécimen del mismo lote.

16 Especímenes de ensayo

16.1 Todas las pruebas mecánicas se realizarán de acuerdo con la ASTM A370. En caso de conflicto entre los requisitos de esta norma y los requisitos de los de la ASTM A370, prevalecerán los requisitos de esta norma.

16.2 Los especímenes de ensayo de tracción consistirán en una sección completa de la barra laminada. Las determinaciones de esfuerzo de la unidad para resistencia a la tracción y el límite de fluencia deberán basarse en el área nominal de la barra:

16.2.1 Los especímenes de ensayo de tracción deberán tener una longitud suficiente para proporcionar una longitud del calibrador de 200 milímetros (8 pulgadas) de longitud de calibre, una distancia de al menos dos diámetros de barra entre cada marca de calibración y los puntos de agarre.

NOTA Se recomienda que se proporcione una longitud adicional suficiente de la muestra de prueba para llenar completamente los puntos de agarres, dejando algo de exceso de longitud sobresaliendo más allá de cada agarre. Los agarres deben estar ajustados de manera que no sobresalga más de 13 milímetros (1/2 pulgada) de la cabeza de la máquina de ensayo de tracción.

16.2.2 Marcas del calibrado

La longitud del calibrador de 200 milímetros (8 pulgadas) se deberá marcar en la muestra usando un punzón preestablecido en 200 milímetros (8 pulgadas) o, como alternativa, puede marcarse con un mandril cada 50 milímetros (2 pulgadas) a través de la longitud del calibrador de 200 milímetros (8 pulgadas), en uno de los nervios longitudinales, si está presente, o en los espacios libres entre corrugaciones transversales. Las marcas de perforación no se colocarán en una deformación transversal.

NOTA Lo ideal es que las marcas del punzón sean leves, porque las marcas profundas crean depresiones severas en la barra y pueden afectar los resultados.

16.3 Las muestras del ensayo de flexión deberán ser de la sección completa de la barra, según la barra laminada.

17 Informe de ensayo

Cuando se carguen para el envío de la fábrica (fabricante), las barras deberán separarse y etiquetarse de manera apropiada con el número de identificación de ensayo o proceso de colada o lote del fabricante. Salvo indicación contrario el fabricante podrá realizar el atado total en el extremo del proceso de colada mediante la adición de barras de dos procesos consecutivos con la misma composición química nominal. El paquete con barras de dos procesos de colada o lote será identificado por el fabricante mediante el número del proceso o de ambos. El fabricante registrará los procesos de colada o lote correspondiente a cada paquete.

17.1 Se deberá suministrar la siguiente información por cada colada o lote:

17.1.1 Análisis químico incluyendo carbono, manganeso, fósforo, azufre, silicio, cobre, níquel, cromo, molibdeno y vanadio.

17.1.2 Carbono equivalente de acuerdo con el apartado 6.4.

17.1.3 Propiedades de tracción.

17.1.4 Resultado del ensayo de flexión.

18 Inspección

La inspección de las barras de refuerzo de acero de baja aleación se acordará entre el comprador y el fabricante como parte de la orden de compra o contrato.

19 Rechazo

19.1 Cualquier rechazo basado en pruebas llevadas a cabo por el comprador se informará sin demora al fabricante.

19.2 Las muestras analizadas que representan material rechazado se conservarán durante dos semanas a partir de la fecha en que se informa al fabricante el rechazo. En caso de insatisfacción con los resultados de las pruebas, el fabricante tendrá derecho a solicitar una nueva audiencia dentro de ese tiempo.

20 Etiquetado y marcado

20.1 Etiquetado

Cuando se carguen para envío de fábrica, las barras deberán ser separadas adecuadamente y etiquetadas con el número de identificación de colada o lote, o del informe del ensayo del fabricante.

20.2 Marcado

20.2.1 Cada fabricante deberá identificar los símbolos de su sistema de marcado.

20.2.2 Todas las barras producidas según esta norma, excepto las barras lisas, deberán ser etiquetadas según el grado, deberán ser identificadas por un conjunto distintivo de marcas legibles grabadas sobre la superficie de un lado de la barra en el siguiente orden:

20.2.2.1 Punto de origen

Letra o símbolo establecido como la designación del fabricante.

20.2.2.2 Designación de tamaño

Número arábigo correspondiente al número de designación de barra de la Tabla 1.

20.2.2.3 Tipo de acero

Letra W que indica que la barra fue producida según esta norma.

20.2.2.4 Se considerará que las barras que cumplen con los requisitos de esta norma satisfacen todos los requisitos del tamaño y grado correspondiente de la norma NORDOM 458 o ASTM A615/A615M.

20.2.2.5 Designación de esfuerzo de fluencia mínima

Para barras grado 60(420) La marca deberá ser el número 60(4) o una sola línea continua longitudinal que atraviese al menos cinco espacios desplazada desde el centro del lado de la barra. Para barras grado 80(550). La marca deberá ser el número 80(6) o tres líneas continuas longitudinales que atraviese al menos cinco espacios:

20.2.2.5.1 Las barras de acero corrugadas fabricadas en el país o importadas, deberán ser marcadas con las siglas de esta NORDOM XXX, como constancia de cumplimiento de todos los requerimientos exigidos en esta norma. Se define también como equivalente sustituto a este marcado y para los mismos fines, las siglas ND XXX.

20.2.2.6 Se deberá permitir sustituir una barra de tamaño métrico de Grado 420 por la barra correspondiente de tamaño en libra- pulgada de Grado 60, y una barra de tamaño métrico de Grado 550 por la barra correspondiente de tamaño en pulgada-libra de Grado 80.

21 Embalaje y marca de paquete

21.1 El embalaje, marcado y carga del embarque deberá estar de acuerdo con las Practicas ASTM A700.

Tabla 6 — Unidades de barras de acero por atado para una tonelada:

Longitud	Números de designación de las barras										
	(8)	(9)	10 (3)	13 (4)	16 (5)	19 (6)	22 (7)	25 (8)	29 (9)	32 (10)	36 (11)
	Unidades de barras por atado										
20'	416	329	296	166	106	74	54	42	33	26	21
25'	333	263	237	133	85	60	44	34	26	21	17
30'	278	219	196	110	71	50	36	28	22	18	14
35'	238	188	168	95	61	42	31	24	19	15	12
40'	208	164	147	83	53	37	27	21	17	13	11
45'	185	146	131	74	47	33	24	19	15	12	10
50'	167	131	118	67	43	30	22	17	13	11	9
55'	151	120	107	61	39	27	20	16	12	10	8
60'	139	110	98	56	36	25	18	14	11	9	7
<p>NOTA 1 La cantidad de barras de atados diferentes de una tonelada métrica queda a discreción del acuerdo mutuo entre el cliente y el productor</p> <p>NOTA 2 Las longitudes de las barras podrán variar de acuerdo con el requerimiento del cliente y de mutuo acuerdo con el productor</p>											

Anexo A (normativo)

Tamaño de las barras alternas

A.1 Los siguientes requisitos se aplicarán solo cuando se especifiquen en la orden de compra a contrato. Cuando se especifica en la siguiente Tabla A1, la Tabla A2 y la Tabla A3 reemplazan las Tablas (1,4 y 5).

Tabla A1 — Designaciones de barras deformadas, masas (pesos) dimensiones nominales y requisitos de deformación

Dimensiones nominales ^D			Requisitos de deformación				
No. De designación de barra ^A	Masa nominal, kg/m ^A (peso nominal lb/ft ^B)	Diámetro mm (")	Área en dirección transversal milímetro ² (pulgada ²)	Perímetro milímetro (pulgada)	Separación máxima promedio	Altura máxima promedio	Distancia máxima (cuerda de 12.5 % del perímetro nominal)
10	0.617 (0.414)	10.0 (0.394)	79 (0.12)	31.4 (1.237)	7.0 (0.276)	0.40 (0.016)	3.8 (0.151)
12	0.888 (0.597)	12.0 (0.472)	113 (0.18)	37.7 (1.484)	8.4 (0.331)	0.48 (0.019)	4.6 (0.181)
16	1.578 (1.061)	16.0 (0.630)	201 (0.31)	50.3 (1.979)	11.2 (0.441)	0.72 (0.028)	6.1 (0.241)
20	2.466 (1.657)	20.0 (0.787)	314 (0.49)	62.8 (2.474)	14.0 (0.551)	1.00 (0.039)	7.7 (0.301)
25	3.853 (2.589)	25.0 (0.984)	491 (0.76)	78.5 (3.092)	17.5 (0.689)	1.25 (0.049)	9.6 (0.377)
28	4.834 (3.248)	28.0 (1.102)	616 (0.95)	88.0 (3.463)	19.6 (0.772)	1.40 (0.055)	10.7 (0.422)
32	6.313 (4.242)	32.0 (1.260)	804 (1.25)	100.5 (3.958)	22.4 (0.882)	1.06 (0.063)	12.2 (0.482)
36	7.990 (5.369)	36.0 (1.417)	1018 (1.58)	113.1 (4.453)	25.2 (0.992)	1.80 (0.071)	13.8 (0.542)
40	9.865 (6.629)	40.0 (1.575)	1257 (1.95)	125.7 (4.947)	28 (1.102)	2.00 (0.79)	15.3 (0.603)
50	15.41 (10.36)	50.0 (1.969)	1963 (3.04)	157.1 (6.184)	35 (1.378)	2.50 (0.098)	19.1 (0.753)
60	22.20 (14.91)	60.0 (2.362)	2827 (4.38)	188.5 (7.421)	42 (1.654)	2.70 (0.106)	23.0 (0.904)

^A Las designaciones de las barras se establecen en función del número de milímetros del diámetro nominal de la barra

^B El peso adoptado de un pie cubico de acero es 490 lb/ft³ de acuerdo con la norma A6-AM

^C La masa adoptada de un pie cubico de acero es 7850 kg/m³ de acuerdo con la norma A6-AM

^D Las dimensiones nominales de una barra deformada son equivalentes a las de una barra redonda y lisa que tenga la misma masa en metro y el peso en pie que la barra deformada

Tabla A2 — Requisitos de tensión

	Grado 60(420)	Grado 80(550)
Resistencia a la tensión, mínima MPa(psi)	(550)80 000	(690)100 000
Límite de fluencia mínima MPa(psi)	(420)60 000	(550)80 000
Límite de fluencia mínima MPa(psi)	(540)78 000	(675)98 000
No. de designación de barra	Alargamiento de 200 mm (8 ") mínimo, %	
10, 12, 16, 20	14	12
25, 28, 32, 36	12	12
40, 50, 60	10	10
^A La resistencia a la tracción no debe ser menor de 1.25 veces el límite de fluencia real		

Tabla A3 — Requisitos de resistencia al doblado

No. De designación de la barra	Diámetro del pasador para la resistencia al doblado 180°	
	Grado 60(420)	Grado 80(550)
10, 12, 16	3d ^A	3½d ^A
20, 25	4d	5d
28, 32, 36	6d	7d
40, 50, 60	8d	9d
^A d es diámetro nominal de la muestra		

Bibliografía

[1] ASTM A706-22 Standard Specification for Deformed and Plain Low-Alloy Steel Bars for Concrete Reinforcement