

GNT-SSNP-C010-2005	 DCIDP SUBDIRECCIÓN DE INGENIERÍA
Rev.: 0 NOVIEMBRE 2005	
PAGINA 1 DE 33	GERENCIA DE NORMATIVIDAD TÉCNICA

ACERO DE REFUERZO EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO



DCIDP
SUBDIRECCIÓN DE INGENIERÍA
GERENCIA DE NORMATIVIDAD TÉCNICA

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA
ACERO DE REFUERZO EN
ESTRUCTURAS DE CONCRETO

No de Documento:
GNT-SSNP-C010-2005

REVISIÓN 0
PÁGINA 3 DE 33

CONTENIDO

CAPITULO	TITULO
1	OBJETIVO
2	ALCANCE
3	REFERENCIAS
4	ACTUALIZACIÓN
5	DEFINICIONES
6	SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS
7	DESARROLLO
	7.1. Materiales
	7.2. Requisitos de construcción
	7.3. Recubrimiento de concreto para el acero de refuerzo
	7.4. Detalles de refuerzo para elementos en compresión y elementos en flexión
	7.5. Traslapes
	7.6. Control de calidad
	7.7. Criterios de aceptación
	7.8. Manejo y almacenamiento
	7.9. Criterios de medición
	7.10. Conceptos de trabajo
8	RESPONSABILIDADES
9	BIBLIOGRAFÍA
10	ANEXOS



1. OBJETIVO

Establecer los requisitos mecánicos a cumplir, de construcción y de calidad del acero de refuerzo para ser utilizado en las estructuras de concreto requeridas en las instalaciones de PEMEX y sus Organismos Subsidiarios.

2. ALCANCE

Establecer los requisitos mínimos para el manejo en obra, corte, doblado y colocación del acero de refuerzo en estructuras de concreto.

3. REFERENCIAS

NMX-B-113-1981	Acero - Método de prueba - Doblado de productos terminados
NMX-B-172-1988	Métodos de prueba mecánicos para productos de acero
NMX-B-253-1988	Alambre liso de acero estirado en frío para refuerzo de concreto
NMX-B-290-1988	Malla soldada de alambre liso de acero para refuerzo de concreto
NMX-B-292-1988	Torón de siete alambres sin recubrimiento, relevado de esfuerzos para concreto presforzado
NMX-B-293-1988	Alambre sin recubrimiento relevado de refuerzos para usarse en concreto presforzado
NMX-B-294-1986	Varillas corrugadas de acero, torcidas en frío, procedentes de lingote o palanquilla, para refuerzo de concreto
NMX-C-403-ONNCCE-1999	Concreto hidráulico para uso estructural
NMX-C-407-ONNCCE-2001	Varilla corrugada de acero proveniente de lingote y palanquilla para refuerzo de concreto – Especificaciones y métodos de prueba

4. ACTUALIZACION

Se debe hacer una revisión cada dos años o antes si las sugerencias para la actualización o recomendaciones de modificación de especificaciones técnicas lo ameriten.

5. DEFINICIONES

Acero de refuerzo: Elemento de acero al carbón liso o corrugado fabricado especialmente para usarse como refuerzo del concreto para tomar principalmente esfuerzos de tensión.

Alambre de acero estirado en frío: Elemento de acero que se obtiene del estirado en frío de barras de palanquilla que hayan sido laminadas en caliente, el cual puede ser empleado como tal o en forma de malla para refuerzo del concreto.

Alambre para presfuerzo: Elemento redondo de acero de alto carbono estirado en frío hasta obtener el diámetro requerido, el cual es relevado de esfuerzos por medio de un tratamiento térmico continuo, para ser usado en la construcción de elementos de concreto presforzado.

Anillo: Arillo de varilla o alambre de refuerzo usado para confinar al acero de refuerzo longitudinal (este término se aplica usualmente al refuerzo lateral usado en columnas).

 <p style="text-align: center;">DCIDP SUBDIRECCIÓN DE INGENIERÍA GERENCIA DE NORMATIVIDAD TÉCNICA</p>	<p>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</p> <p>ACERO DE REFUERZO EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO</p>	<p>No de Documento: GNT-SSNP-C010-2005</p> <p>REVISIÓN 0 PÁGINA 5 DE 33</p>
---	---	--

Columna: Elemento que tiene una altura de por lo menos tres veces su mínima dimensión lateral, usado para resistir principalmente cargas de compresión.

Estribo: Anillo de acero usado para confinar el acero de refuerzo longitudinal así como para tomar esfuerzos de cortante o torsión en un elemento estructural (este término se aplica usualmente al refuerzo transversal de vigas o trabes).

Longitud de desarrollo: Longitud del refuerzo empotrado necesaria para que éste desarrolle su resistencia de diseño en la sección crítica.

Malla soldada de alambre de acero: Elemento para refuerzo del concreto formado por alambres de acero estirados en frío, galvanizados o no, unidos en forma de malla mediante soldadura eléctrica.

Torón de presfuerzo: Cable de acero compuesto de 6 alambres colocados en forma helicoidal sobre un alambre central, con un paso uniforme no menor de 12 veces ni mayor de 16 veces el diámetro nominal del torón, el cual es relevado de esfuerzos por medio de un tratamiento térmico continuo después del torcido, para ser usado en la construcción de elementos de concreto presforzado.

Varilla corrugada: Barra de acero especialmente fabricada para usarse como refuerzo del concreto y cuya superficie está provista de salientes llamadas corrugaciones, las cuales sirven para inhibir el movimiento longitudinal relativo entre la varilla y el concreto que la rodea.

Varillas torcidas en frío: Son aquellas varillas especialmente fabricadas que provienen de la laminación en caliente de lingotes o palanquillas de coladas controladas, las cuales, por su composición química y un posterior torcido en frío, adquieren el límite de fluencia mínimo que se especifica para cada grado

Zuncho: Anillo cerrado a anillo en espiral continua; el anillo cerrado puede estar constituido por varios elementos de refuerzo con ganchos.

6. SIMBOLOS Y ABREVIATURAS

ACI	American Concrete Institute (Instituto Americano del Concreto)
ANSI	American National Standards Institute (Instituto Americano de Estándares Nacionales)
ASTM	American Society for Testing and Materials (Sociedad Americana para Pruebas y Materiales)
AWS	American Welding Society (Sociedad Americana de Soldadura)
NMX	Norma Mexicana
ONNCCE	Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S. C.
Ag	Área gruesa de la sección transversal de una columna
cm	Centímetro
D	Diámetro de en elemento circular o diámetro del dobléz de una varilla
D	Peralte efectivo de una sección de concreto
dv	Diámetro de una varilla de refuerzo
kgf	Kilogramo fuerza
kgf/mm²	Kilogramo fuerza por milímetro cuadrado
kg/m	Kilogramo por metro
Ld	Longitud de desarrollo de una varilla de refuerzo



DCIDP
SUBDIRECCIÓN DE INGENIERÍA
GERENCIA DE NORMATIVIDAD TÉCNICA

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA
ACERO DE REFUERZO EN
ESTRUCTURAS DE CONCRETO

No de Documento:
GNT-SSNP-C010-2005

REVISIÓN 0
PÁGINA 6 DE 33

Mpa	Megapascal
mm	Milímetros
mm²	milímetros cuadrados
N^o	Número
N	Newton
N/mm²	Newton por milímetro cuadrado
S	Separación de estribos

7. DESARROLLO

7.1 Materiales

7.1.1 Especificaciones

- El acero de refuerzo para estructuras de concreto debe ser corrugado excepto para espirales y malla soldadas el cual puede ser liso.
- Las varillas de refuerzo que vayan a soldarse deben cumplir con lo indicado en el Structural Welding Code – Reinforcing Steel (Código de Soldadura Estructural – Acero de Refuerzo) ANSI/AWS D1.4, de la American Welding Society. El tipo y ubicación de los traslapes soldados y otras soldaduras de varillas de refuerzo deben indicarse en los planos y especificaciones del proyecto.
- El acero de refuerzo debe consistir de varillas corrugadas con resistencia a la fluencia f_y no menor de 4200 kg/cm² de acuerdo con la normas NMX-B-294-1986 y NMX-C-407-ONNCCE-2001.
- La malla electrosoldada fabricada con varillas de acero redondo liso debe tener una resistencia a la fluencia f_y no menor de 5000 kg/cm², de acuerdo a lo indicado en las normas NMX-B-253-1988 y NMX-B-290-1988,
- El alambre liso para refuerzo en espiral debe cumplir con lo indicado en la norma NMX-B-253-1988, con excepción del alambre con una resistencia a la fluencia especificada en el diseño f_y mayor de 4200 kg/cm², para el cual el f_y debe ser el que corresponda a una deformación del 0.35 %.
- Los torones y el alambre para refuerzo de elementos de concreto presforzado, deben cumplir con los requerimientos indicados en las normas NMX-B-292-1988 y NMX-B-293-1988 respectivamente.

7.1.2 Requisitos mecánicos

- El acero de refuerzo para estructuras de concreto debe ser corrugado y cumplir con los requisitos mecánicos indicados en las Tablas 1, 2, 3 y 4, así como los requisitos dimensionales (masa, diámetro, área de la sección transversal y perímetro) indicados en las Tablas 5 y 6. Las corrugaciones deben estar espaciadas uniformemente a lo largo de la varilla, el espaciamiento, altura y separación de las corrugaciones debe cumplir con los requisitos indicados en las Tablas 7 y 8.



Tabla 1.- Requisitos de tensión para varillas corrugadas de acero provenientes de lingote o palanquilla

Número de designación de la varilla	Resistencia a la Tensión mínima en MPa (kgf/mm ²)			Esfuerzo de fluencia mínimo en MPa (kgf/mm ²)			Alargamiento en 200 mm Mínimo en por ciento (%)		
	Grado 30 (a)	Grado 42	Grado 52 (b)	Grado 30 (a)	Grado 42	Grado 52 (b)	Grado 30 (a)	Grado 42	Grado 52 (b)
Todos	490 (50)	618 (63)	706 (72)	294 (30)	412 (42)	510 (52)	---	---	---
2.5	---	---	---	---	---	---	---	9	---
3	---	---	---	---	---	---	11	9	---
4, 5 y 6	---	---	---	---	---	---	12	9	---
7	---	---	---	---	---	---	---	8	---
8	---	---	---	---	---	---	---	8	---
9	---	---	---	---	---	---	---	7	---
10	---	---	---	---	---	---	---	7	---
11 y 12	---	---	---	---	---	---	---	7	6
14, 16 y 18	---	---	---	---	---	---	---	7	6

(a) Las varillas Grado 30 se suministran sólo en los números de designación 3 al 6
 (b) Las varillas Grado 52 se suministran sólo en los números de designación 11 al 16
 (c) El número de designación de la varilla equivale al número de octavos de pulgada
 Referencia NMX-C-407-ONNCCE-2001

Tabla 2.- Requisitos de tensión para varillas corrugadas torcidas en frío

	Grado 42	Grado 50	Grado 60
Límite de fluencia mínimo N/mm ² (kgf/mm ²)	412 (42)	490 (50)	589 (60)
Resistencia a la tensión mínima, N/mm ² (kgf/mm ²)	510 (52)	589 (60)	687 (70)
Alargamiento en 200 mm de longitud calibrada, mínimo, en %			
Varilla número 1, 2.5, 3, 4, 5 y 6		8	8
Varilla número 7, 8, 9 y 10		7	7
Varilla número 11 y 12		6	6

El número de designación de la varilla equivale al número de octavos de pulgada
 Referencia NMX-B-294-1986



Tabla 3.- Requisitos de doblado para varillas corrugadas de acero provenientes de lingote o palanquilla

Número de designación	Diámetro del mandril para prueba de doblado		
	Grado 30	Grado 42	Grado 52
2.5	---	3.5 d	---
3, 4, 5	3.5 d	3.5 d	---
6	5 d	5 d	5 d
7 y 8	---	5 d	5 d
9 y 10	---	7 d	7 d
11	---	---	7 d
12	---	8 d	8 d
14, 16, 18	---	9 d	9 d

d es el diámetro nominal de la probeta
Referencia NMX-C-407-ONNCCE-2001

Tabla 4.- Requisitos de doblado para varillas corrugadas torcidas en frío

Número de designación	Diámetro del mandril para prueba de doblado a 180°	
	Grado 42	Grado 50 y 60
< 6	d = 4T	d = 6T
6, 7 y 8	d = 5T	d = 7T
9, 10, 11 y 12	d = 6T	d = 8T

d = Diámetro del mandril. T = Diámetro de la probeta
Referencia NMX-B-294-1986

Tabla 5.- Número de designación, masa y dimensiones nominales de varillas corrugadas para refuerzo de concreto

Número de designación	Masa Nominal kg/m	Dimensiones nominales		
		Diámetro mm	Area de la sección transversal mm ²	Perímetro mm
2.5	0.388	7.9	49	24.8
3	0.560	9.5	71	29.8
4	0.994	12.7	127	39.9
5	1.552	15.9	198	50.0
6	2.235	19.0	285	60.0
7	3.042	22.2	388	69.7
8	3.973	25.4	507	79.8
9	5.033	28.6	642	89.8
10	6.225	31.8	794	99.9
11	7.503	34.9	957	109.8
12	8.938	38.1	1140	119.7
14	12.147	44.5	1552	139.6
16	15.890	50.8	2026	159.6
18	20.076	57.2	2565	179.5

(a) El diámetro nominal de una varilla es equivalente al diámetro de una varilla redonda lisa que tenga la misma masa que la varilla corrugada.

(b) El número de designación de la varilla equivale al número de octavos de pulgada.

Referencia NMX-C-407-ONNCCE-2001



DCIDP
SUBDIRECCIÓN DE INGENIERÍA
GERENCIA DE NORMATIVIDAD TÉCNICA

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA
ACERO DE REFUERZO EN
ESTRUCTURAS DE CONCRETO

No de Documento:
GNT-SSNP-C010-2005

REVISIÓN 0
PÁGINA 9 DE 33

Tabla 6.- Número de designación, masa y dimensiones nominales de varillas corrugadas torcidas en frío

Número de designación de las varillas torcidas en frío (b)	Dimensiones nominales (a)			
	Masa unitaria Kg/m	Diámetro mm	Perímetro mm	Area de la sección transversal mm ²
2	0.248	6.4	20.0	32
2.5	0.384	7.9	24.8	49
3	0.560	9.5	29.8	71
4	0.994	12.7	39.9	127
5	1.552	15.9	50.0	198
6	2.235	19.0	60.0	285
7	3.042	22.2	69.7	388
8	3.973	25.4	79.8	507
9	5.033	28.6	89.8	642
10	6.225	31.8	99.9	794
11	7.503	34.9	109.8	957
12	8.938	38.1	119.7	1140

(a) El diámetro nominal de una varilla es equivalente al diámetro de una varilla redonda lisa que tenga la misma masa que la varilla corrugada.

(b) El número de designación de la varilla equivale al número de octavos de pulgada del diámetro nominal.
Referencia NMX-B-294-1986

Tabla 7.- Requisitos de corrugación de varillas corrugadas de acero provenientes de lingote o palanquilla

Número de designación (a)	Espaciamiento máximo promedio mm	Altura mínima promedio mm	Costilla (cuerda) máxima mm
2.5	5.6	0.3	3.0
3	6.7	0.4	3.6
4	8.9	0.5	4.9
5	11.1	0.7	6.1
6	13.3	1.0	7.3
7	15.5	1.1	8.5
8	17.8	1.3	9.7
9	20.0	1.4	10.9
10	22.3	1.6	12.2
11	24.4	1.7	13.4
12	26.7	1.9	14.6
14	31.2	2.2	17.5
16	35.7	2.4	20.0
18	40.0	2.6	22.5

(a) El número de designación de la varilla equivale al número de octavos de pulgada del diámetro nominal.
Referencia NMX-C-407-ONNCCE-2001



Tabla 8.- Requisitos de corrugación de varillas corrugadas de acero torcidas en frío

Número de designación (a)	Altura mínima a la mitad de la corrugación mm	Altura mínima a los tercios de la corrugación mm	Espaciamiento máximo mm	Ancho mínimo mm	Longitud mínima mm
2	0.5	0.4	4.5	0.6	12.8
2.5	0.6	0.5	5.6	0.8	15.9
3	0.7	0.6	6.7	1.0	19.0
4	0.9	0.8	8.9	1.3	25.4
5	1.1	1.0	11.1	1.6	31.8
6	1.3	1.1	13.3	1.9	38.0
7	1.6	1.3	15.5	2.2	44.4
8	1.8	1.5	17.5	2.5	50.8
9	2.0	1.7	20.0	2.9	57.2
10	2.2	1.9	22.3	3.2	63.6
11	2.4	2.1	24.5	3.5	69.8
12	2.7	2.2	26.7	3.8	76.2

(a) El número de designación de la varilla equivale al número de octavos de pulgada del diámetro nominal.
Referencia NMX-B-294-1986

- b. El alambre liso estirado en frío usado para la fabricación de la malla soldada para refuerzo de estructuras de concreto debe cumplir con los requisitos mecánicos indicados en las Tablas 9 y 10, así como los requisitos dimensionales (diámetro y área de la sección transversal) indicados en la Tabla 11.

Tabla 9.- Requisitos de tensión de Alambre liso de acero estirado en frío para refuerzo de concreto

Resistencia a la tensión, mínima, en Mpa (kgf/mm^2)	549 (56)
Resistencia de fluencia, mínima, en Mpa (kgf/mm^2)	481 (49)
Reducción de área, mínima en %	30 (a)

(a) Cuando se pruebe material con una resistencia a la tensión mayor de 687 MPa (70 kgf/mm^2), la reducción de área no debe ser menor de 25%.
Referencia NMX-B-253-1988

Tabla 10.- Requisitos de doblado de Alambre liso de acero estirado en frío para refuerzo de concreto

Diámetro nominal del Alambre, mm	Característica de la prueba
7.79 y menores	Doblado sobre un mandril de diámetro igual al de la probeta.

Referencia NMX-B-253-1988



Tabla 11.- Números de calibre y diámetros equivalentes de Alambre liso de acero estirado en frío para refuerzo de concreto		
Calibre número	Diámetro nominal mm	Area nominal mm²
0000000	12.45	121.74
000000	11.72	107.88
00000	10.93	93.83
0000	10.00	78.54
000	9.21	66.62
00	8.41	55.55
0	7.79	47.66
1	7.19	40.60
2	6.67	35.00
3	6.19	30.07
4	5.72	25.70
5	5.26	21.72
6	4.88	18.70
7	4.50	15.90
8	4.11	13.27
9	3.77	11.16
10	3.43	9.23
11	3.06	7.35
12	2.68	5.64
13	2.32	4.23
14	2.03	3.24

Los tamaños con textos en negritas, representan a los de uso y fabricación mas frecuentes, a nivel nacional. Pueden usarse otros calibres siempre y cuando cumplan los otros requisitos de la norma NMX-B-253-1988.

- c. Los alambres para ser usados en concreto presforzado, deben cumplir con los requisitos mecánicos indicados en la Tabla 12, y los torones con los requisitos mecánicos de resistencia indicados en la Tabla 13.

Tabla 12.- Requisitos de tensión de alambre sin recubrimiento relevado de esfuerzos para concreto presforzado				
Diámetro del alambre mm	Resistencia de fluencia mínima N/mm² (kgf/mm²)	Resistencia a la tensión mínima N/mm² (kgf/mm²)	Alargamiento mínimo después de la ruptura en mm	Longitud calibrada de la probeta para esta prueba en mm
4.00	1412 (144)	1765 (180)	3.5	200
5.00	1373 (140)	1716 (175)	3.5	200
6.00	1334 (136)	1667 (170)	3.5	250
7.00	1295 (132)	1619 (165)	3.5	250

Referencia NMX-B-293-1988



Tabla 13.- Resistencia a la ruptura y resistencia a la fluencia de torones para presfuerzo de concreto

Tamaño nominal	Diámetro nominal del torón mm	Resistencia a la Ruptura			Resistencia a la fluencia	
		Resistencia a la ruptura mínima del torón N (kgf)	Área nominal del acero del torón mm ²	Masa nominal aproximada del torón kg/1000 m	Carga Inicial N (kgf)	Carga mínima para alargamiento del 1 % N (kgf)
Grado 176 1725 N/mm ² (176 kgf/mm ²)						
1/4	6.35	40000 (4080)	23.22	182	4000 (410)	34000 (3470)
5/16	7.94	64500 (6580)	37.42	294	6500 (660)	54700 (5580)
3/8	9.53	89000 (9070)	51.61	405	8900 (910)	75600 (7710)
7/16	11.11	120100 (12250)	69.68	548	12000 (1220)	102300 (10430)
1/2	12.70	160100 (16330)	92.90	730	16000 (1630)	136200 (13880)
0.600	15.24	240200 (24500)	139.35	1094	24000 (2450)	204200 (20820)
Grado 190 1860 N/mm ² (190 kgf/mm ²)						
3/8	9.53	102300 (10430)	54.84	432	10200 (1040)	87000 (8870)
7/16	11.11	137900 (14060)	74.19	582	13800 (1410)	117200 (11950)
1/2	12.70	183700 (18730)	98.71	775	18400 (1870)	156100 (15920)
0.600	15.24	260700 (26580)	140.00	1102	26100 (2660)	221500 (22590)
Referencia NMX-B-292-1988						

7.1.3 Composición química

- a. Las varillas corrugadas para refuerzo de concreto, deben cumplir con la composición química indicada en el inciso 6.1 de la norma NMX-C-407-ONNCCE-2001 y en el inciso 5.2 de la norma NMX-B-294-1986, para varillas procedentes de lingote y palanquilla y varillas torcidas en frío respectivamente.
- b. El alambre liso para concreto presforzado, debe cumplir con la composición química indicada en el inciso 4.4 de la NMX-B-293-1988.

7.2 Requisitos de construcción

7.2.1 Ganchos y dobleces Estándar

- a. Los ganchos estándar para refuerzo principal deben consistir de:
 - Un doblez a 180° más una extensión del extremo libre de la varilla de 4dv, pero no menor de 6.5 cm (donde "dv" es el diámetro de la varilla).
 - Un doblez a 90° más una extensión de 12dv del extremo libre de la varilla.
- b. Los ganchos estándar para estribos y ganchos de amarre deben consistir de:
 - Un doblez a 90° más una extensión de 6dv del extremo libre de la varilla., para varillas del No 5 y menores.



- Un dobléz a 90° más una extensión de 12dv del extremo libre de la varilla, para varillas del No 6 al No 8.
 - Un dobléz a 135° más una extensión de 6dv del extremo libre de la varilla., para varillas del No 8 y menores.
- c. Doblado.
- Todo el refuerzo debe doblarse en frío. Doblar en caliente requiere la supervisión de personal calificado para controlar el proceso. Las varillas calentadas no deben enfriarse por medios artificiales.
 - Las varillas parcialmente ahogadas en concreto no se deben doblar, excepto cuando así se indique en los planos de diseño.
 - El diámetro del dobléz medido en la cara interior de la varilla o de los estribos, no debe ser menor que el de los valores indicados en la Tabla 14.
 - El diámetro interior de los dobleces en malla soldada de alambre corrugado o liso, para estribos y anillos, no debe ser menor de 4dv, para alambre corrugado mayor del D6 y 2dv para los demás diámetros de alambre. El dobléz con un diámetro interior menor de 8dv, no debe estar a menos de 4dv de la intersección soldada más cercana.
- d. Los requisitos dimensionales de los ganchos y dobleces se muestran en las Figuras 1 y 2 y en la Tabla 14.

Tabla 14.-Diámetros mínimos de doblado	
Para refuerzo principal	
Número de la varilla	Diámetro mínimo
# 3 al 8	6dv
# 9, 10 y 11	8dv
# 14 y 18	10dv
Para estribos y ganchos de amarre	
Número de la varilla	Diámetro mínimo
# 3 al 5	4dv
# 6 al 8	6dv
dv es el diámetro nominal de la varilla o alambre	

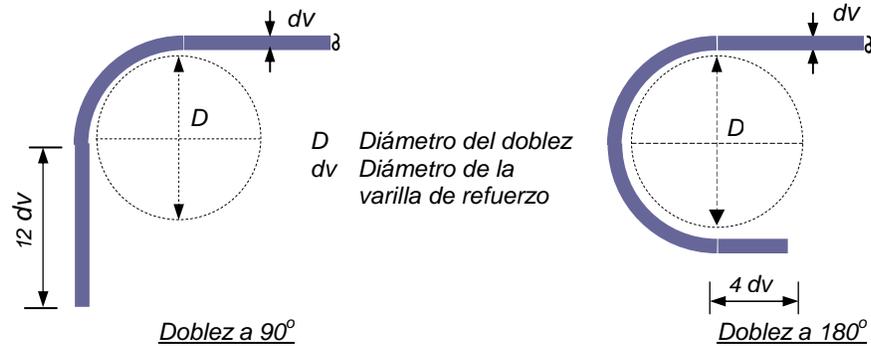


Figura 1.- Doble de varillas principales

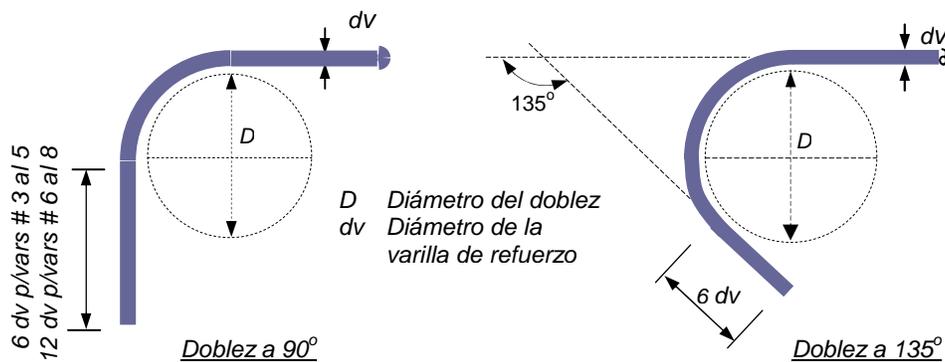


Figura 2.- Doble de varillas para estribos

7.2.2 Colocación del acero de refuerzo.

- Antes de colocar el concreto, el acero de refuerzo debe estar libre de lodo, aceite, pintura o cualquier material que pueda disminuir la capacidad de adherencia.
- El acero que presente óxido, escamas o ambas, se considera satisfactorio, si las dimensiones mínimas incluyendo la altura de las corrugaciones y el peso del espécimen de prueba cepillado a mano cumplen con las especificaciones de las Tablas 5, 6, 7 y 8.
- Las varillas de refuerzo deben ser de la clase y diámetro indicados en los planos constructivos, deben ser colocadas con precisión con los soportes y separadores necesarios, y aseguradas contra desplazamientos dentro de las tolerancias especificadas en la Tabla 15. Los separadores y soportes deben ser del tipo y material autorizado; en ningún caso se deben emplear trozos de madera o pedazos de metal diferentes del acero.
- Las intersecciones de las varillas no se deben soldar.

7.2.3 Tolerancias

- Las tolerancias para el peralte efectivo "d" y para el recubrimiento mínimo de concreto en elementos sujetos a flexión, a compresión y en muros, deben ser las indicadas en la Tabla 15.



- b. La tolerancia para la localización longitudinal de los dobleces y los extremos del refuerzo debe ser de ± 5 cm, excepto en los extremos discontinuos de ménsulas y voladizos donde la tolerancia debe ser de ± 1.3 cm, y de ± 2.5 cm en los extremos discontinuos de otros elementos.

Espesor o peralte del elemento	En el peralte d	En el recubrimiento mínimo del concreto
$d \leq 20$ cm	± 1.0 cm	- 1.0 cm
$d > 20$ cm	± 1.5 cm	- 1.5 cm

7.2.4 Espaciamiento entre varillas longitudinales de refuerzo

- a. La separación libre mínima entre varillas paralelas en trabes, no debe ser menor que el diámetro de la varilla, ni menor de 2.5 cm.
- b. Cuando el refuerzo paralelo se coloca en dos o más capas, las varillas de las capas superiores deben estar directamente encima que las de las capas inferiores, con una distancia libre entre ambas no menor de 2.5 cm.
- c. En elementos en compresión reforzados con espirales o estribos, la distancia libre entre varillas longitudinales no debe ser menor de 1.5 veces el diámetro de la varilla, ni menor de 4 cm.
- d. La limitación de la distancia libre entre varillas también se aplica a la separación libre entre traslapes adyacentes.
- e. En muros y losas macizas, la separación del refuerzo principal por flexión no debe ser mayor de tres veces el espesor del muro o la losa, ni más de 45 cm.

7.2.5 Paquetes de varillas

- a. Se pueden formar paquetes de varillas longitudinales, empleando como máximo dos varillas en columnas y tres en vigas actuando como una unidad. Los paquetes deben estar confinados con estribos o anillos. En trabes no se deben formar paquetes con varillas mayores del N° 11.
- b. Los cortes en las varillas de un paquete dentro del claro del elemento, deben terminar en puntos diferentes separados a distancias de cuando menos 40 diámetros de la varilla más gruesa.
- c. La separación mínima de los paquetes de varillas, debe determinarse considerando el paquete como una varilla sencilla de un diámetro equivalente al área total de las varillas del paquete.
- d. Para calcular la separación del refuerzo transversal, rige el diámetro de la barra más delgada del paquete. Los paquetes de barras deben amarrarse firmemente con alambre.

7.3 Recubrimiento de concreto para el acero del refuerzo.

Los recubrimientos mínimos para el acero de refuerzo indicados a continuación, están basados en el ACI 318-2005. El recubrimiento debe ser medido desde el paño exterior del concreto hasta el paño del acero de refuerzo más próximo.



Pueden requerirse valores mayores cuando el concreto esté expuesto a ambiente corrosivo, o como protección contra fuego. Para concretos expuestos a agentes agresivos (ciertas sustancias o vapores industriales, terreno particularmente corrosivo expuesto al mar, etc.) debe tomarse en cuenta la durabilidad del concreto, de acuerdo a las especificaciones indicadas en la NMX-C-403-ONNCCE-1999.

7.3.1 Concreto no presforzado colado en obra

a.	Concreto colado en contacto con el suelo y permanentemente expuesto a él	7.5 cm
b.	Concreto expuesto al suelo o a la intemperie	
	• Varillas del No 5, alambre MW200 o W31 (ASTM A 82) y menores	4.0 cm
	• Varillas del No 6 al No 18	5.0 cm
c.	Concreto no expuesto a la intemperie ni en contacto con el suelo	
	Losas muros y nervaduras	
	• Varillas del No 11 y menores	2.0 cm
	• Varillas del No 14 y 18	4.0 cm
	Vigas, columnas	
	Refuerzo principal, anillos, estribos y espirales	4.0 cm
	Cascarones y placas delgadas	
	• Varillas del No 5, alambre MW200 o W31 (ASTM A 82) y menores	1.3 cm
	• Varillas del No 6 y mayores	2.0 cm

7.3.2 Concreto precolado elaborado con control en la planta (Aplica tanto a elementos de concreto reforzado como presforzado)

a.	Concreto expuesto al suelo y a la intemperie	
	Paneles de muro	
	• Varillas del No 11 y menores, tendones de presforzado de 4 cm de diámetro y menores, alambres MW200 o W31 (ASTM A 82) y menores	2.0 cm
	• Varillas del No 14 y 18, tendones de presforzado mayores de 4 cm de diámetro	4.0 cm
	Otros elementos	
	• Varillas del No 5 y menores, tendones de presforzado de 1.6 cm de diámetro y menores, alambre MW200 o W31 (ASTM A 82) y menores	3.0 cm
	• Varillas del No 6 al 11, tendones de presforzado mayores de 1.6 cm de diámetro hasta 4.0 cm de diámetro	4.0 cm
	• Varillas del No 14 al 18, tendones de presforzado mayores de 4.0 cm de diámetro	5.0 cm
b.	Concreto no expuesto a la intemperie ni en contacto con el suelo	
	Losas muros y nervaduras	
	• Varillas del No 11 y menores, alambre MW200 o W31 (ASTM A 82) y menores	1.6 cm
	• tendones de presforzado de 4 cm de diámetro y menores	2.0 cm
	• Varillas del N° 14 y 18, tendones de presforzado mayores de 4.0 cm de diámetro	3.0 cm



Vigas y columnas	
• Refuerzo principal	Dv pero no menor de 1.6 cm y no mayor de 4.0 cm
• Estribos, espirales	1.0 cm
Cascarones y losas delgadas	
• Varillas del No 5 y menores, alambre MW200 o W31 (ASTM A 82) y menores	1.0 cm
• Varillas del No 6 y mayores	1.6 cm
• Tendones de presforzado	2.0 cm

7.3.3 Paquetes de varillas

Para paquetes de varillas, el recubrimiento de concreto debe basarse en el diámetro equivalente del paquete de varillas, no requiere ser mayor de 5 cm, excepto para concreto colado directamente contra el suelo y permanentemente expuesto a él, donde el recubrimiento mínimo debe ser de 7.5 cm.

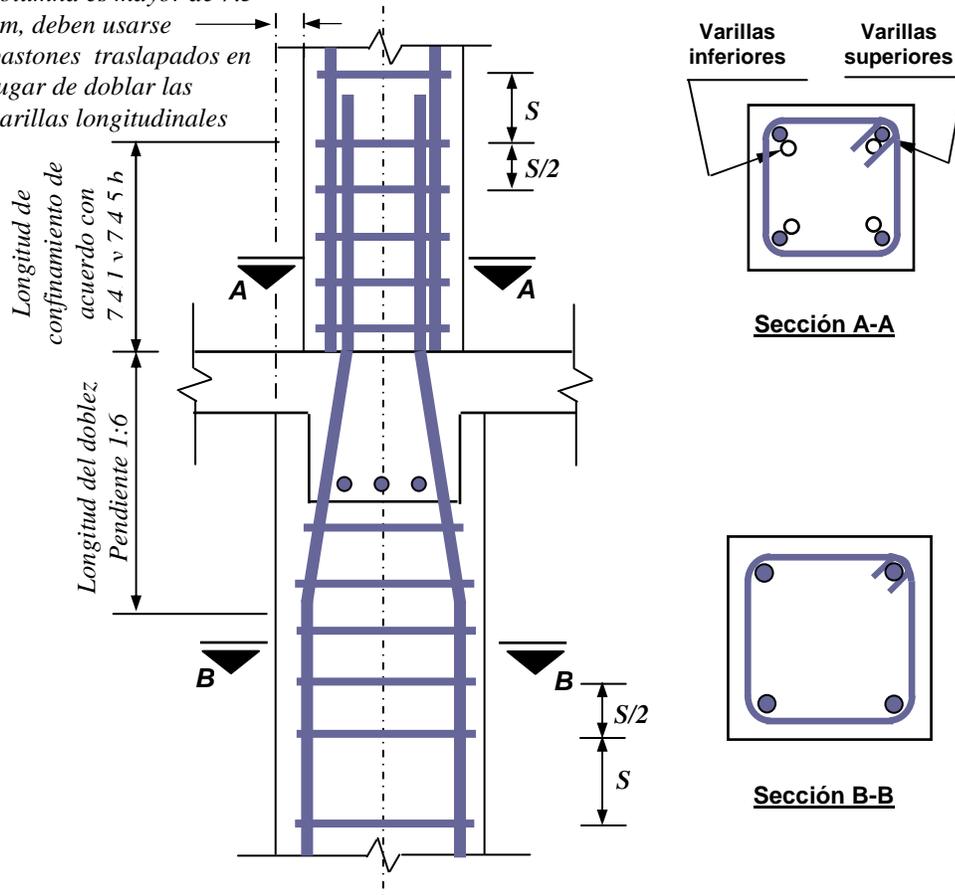
7.4 Detalles de refuerzo para elementos en compresión y elementos en flexión

7.4.1 Dobleces en cambios de sección de columnas

El doblar de las varillas longitudinales por cambio de sección debe cumplir con los siguientes requisitos, (ver Figura 3):

- La pendiente de la parte inclinada no debe exceder de 1:6.
- Las partes de la varilla por arriba y por abajo de la parte inclinada deben ser paralelas al eje de la columna.
- El soporte horizontal a las varillas dobladas debe proporcionarse por medio de anillos o espirales, colocados a una distancia no mayor de 15 cm de los puntos de doblar.
- El doblar de las varillas debe hacerse antes de colocar la cimbra.
- Si la cara de una columna esta desalineada más de 7.5 cm con respecto a la cara de la columna inferior, deben proporcionarse bastones traslapados con las varillas longitudinales adyacentes a las caras desalineadas de la columna sin doblar las varillas longitudinales a ese desalineamiento. Los traslapes deben cumplir con las especificaciones respectivas.

Si el defasamiento de la columna es mayor de 7.5 cm, deben usarse bastones traslapados en lugar de doblar las varillas longitudinales



La separación de estribos debe ser la indicada en los planos de diseño, y cumplir con lo indicado en los apartados 7.4.2.c y 7.4.5.b.

Figura 3.- Doblez de varillas longitudinales por cambio de sección y disposición de estribos

(Arreglo típico para una columna con refuerzo lateral por medio de estribos)

7.4.2 Refuerzo para elementos en compresión

a. Refuerzo longitudinal

- El área de acero de refuerzo longitudinal de elementos en compresión debe ser como mínimo del 1 % y como máximo del 6 % del área total A_g de la sección transversal.



DCIDP
SUBDIRECCIÓN DE INGENIERÍA
GERENCIA DE NORMATIVIDAD TÉCNICA

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA
ACERO DE REFUERZO EN
ESTRUCTURAS DE CONCRETO

No de Documento:
GNT-SSNP-C010-2005

REVISIÓN 0
PÁGINA 19 DE 33

- El número mínimo de varillas de refuerzo longitudinal debe ser de seis en columnas circulares confinadas por espirales y de cuatro en columnas cuadradas o rectangulares.
- b. Refuerzo transversal por medio de espirales
- Las espirales deben ser varillas o alambres continuos, espaciadas uniformemente mediante separadores. El espaciamiento libre entre dos vueltas consecutivas de la espiral no debe ser mayor de 7.0 cm, ni menor de 2.5 cm.
 - El anclaje del refuerzo en espiral se debe aumentar 1.5 vueltas más de la varilla o alambre en cada extremo de la espiral. Los traslapes del refuerzo en espiral deben ser de una longitud igual a 48dv para varilla corrugada y de 72dv para varilla lisa, pero no menores de 30 cm.
 - El refuerzo en espiral debe extenderse desde el nivel superior de la zapata o losa hasta el nivel del refuerzo horizontal más bajo del elemento soportado.
 - En columnas con capitel, la espiral se debe extender hasta el nivel en el cual el diámetro o ancho del capitel sea dos veces el diámetro de la columna. Ver Figura 4.
- c. Refuerzo transversal por medio de estribos o anillos
- Todas las varillas de refuerzo longitudinal de elementos en compresión, deben estar confinadas por estribos o anillos cuyo diámetro mínimo debe ser de acuerdo a lo indicado a continuación:

Del N°. 3 para varillas del N°. 10 y menores

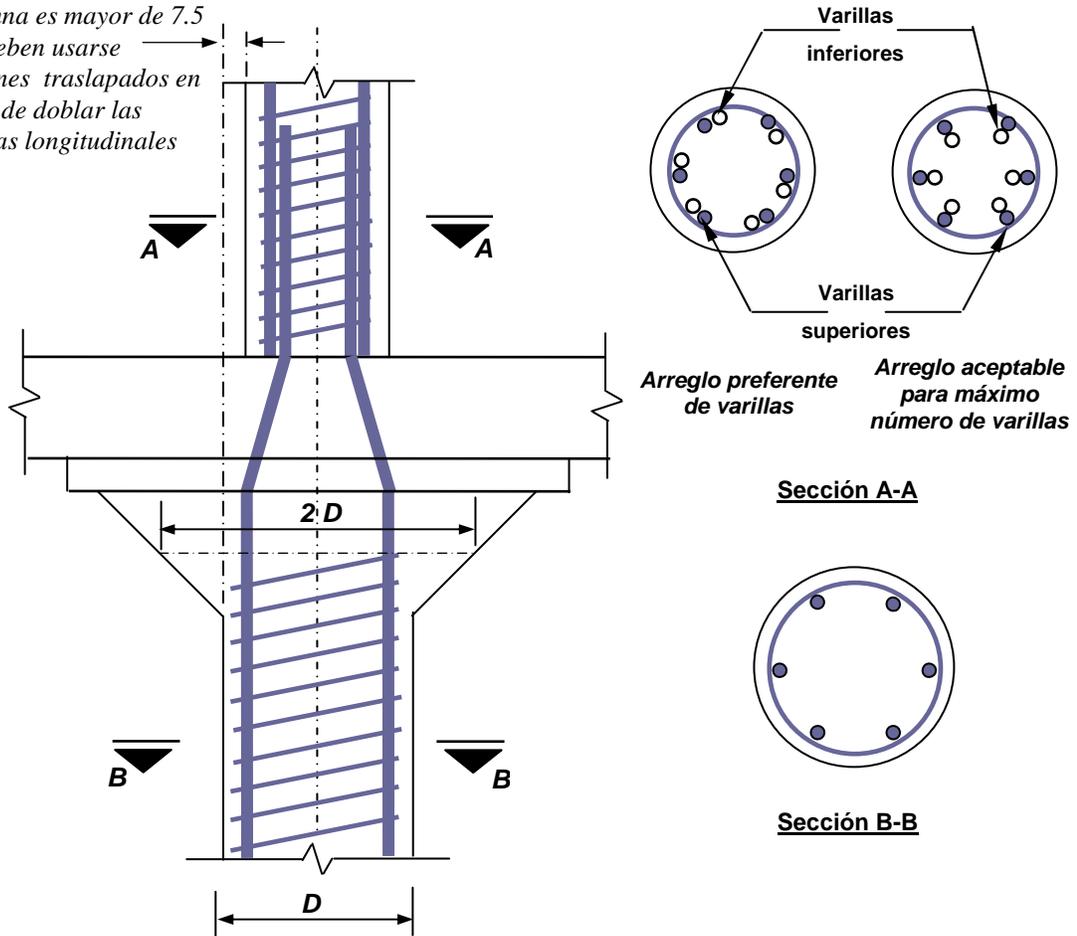
Del N°. 4 para varillas del N°. 11, 14 y 18 y varillas longitudinales en paquete.
 - El espaciamiento vertical entre estribos o anillos no debe exceder alguno de los siguiente valores:

13 diámetros de la varilla longitudinal

48 diámetros de la varilla del estribo

La mitad de la menor dimensión del elemento en compresión
 - Los estribos o anillos se deben disponer en tal forma que cada varilla longitudinal de esquina y varilla longitudinal alternada, estén soportadas lateralmente por el dobléz de un anillo con ángulo no mayor de 135° con una extensión de 6dv pero no menor de 8 cm. Ninguna varilla sin soporte lateral debe estar separada más de 15 cm de una varilla soportada lateralmente. Ver Figura 5.
 - La posición del remate de los estribos debe alternarse entre uno y otro a lo largo del elemento.
- d. Grapas
- Para dar restricción lateral a varillas longitudinales de refuerzo de elementos de compresión que no sean de esquina, se deben usar grapas formadas por varillas rectas con dobléz de 135° alrededor de las varillas verticales que se deseen restringir, con una extensión de 6dv pero no menor de 8 cm, ver Figura 5. La separación vertical entre las grapas debe ser la misma que la de los estribos o anillos.

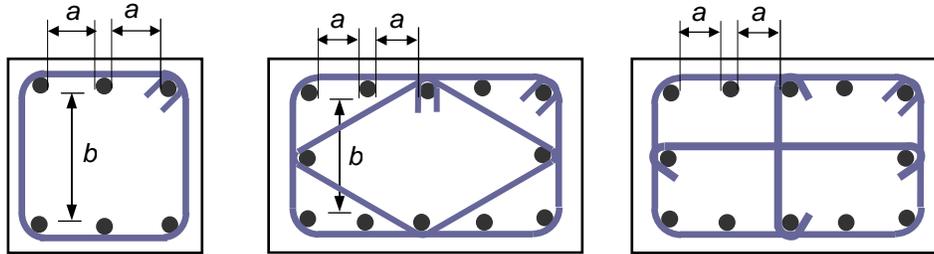
Si el defasamiento de la columna es mayor de 7.5 cm, deben usarse bastones traslapados en lugar de doblar las varillas longitudinales



La separación de las espirales debe ser la indicada en los planos de diseño, y cumplir con lo indicado en los apartados 7.4.2.b.

Figura 4.- Doble de varillas longitudinales por cambio de sección y disposición de estribos

(Arreglo típico para una columna con refuerzo lateral por medio de espirales)



$a \leq 150 \text{ mm}$

b puede ser mayor que 150 mm y no requiere estribos intermedios

Figura 5.- Detalle de arreglo de estribos en columnas

7.4.3 Uniones soldadas o con dispositivos mecánicos

- No se deben usar uniones de varillas ya sean soldadas o por medio de dispositivos mecánicos, en una distancia igual a dos veces el peralte del elemento (columna o viga), medida desde el paño de la columna o de la viga, o a partir de las secciones donde es probable que el refuerzo longitudinal alcance su esfuerzo de fluencia como resultado de desplazamientos laterales en el intervalo inelástico de comportamiento del marco.
- Pueden realizarse uniones soldadas o con dispositivos mecánicos, con la condición de que en toda sección de unión cuando mucho se unan varillas alternadas y que las uniones de varillas adyacentes no disten entre sí menos de 600 mm en la dirección longitudinal del miembro.

7.4.4 Refuerzo transversal para elementos en flexión.

El refuerzo transversal para confinar varillas longitudinales de elementos en flexión, debe consistir de estribos cerrados que satisfagan las limitaciones de tamaño y espaciamiento indicadas en el inciso 7.4.2.c de esta especificación.

7.4.5 Disposiciones especiales para elementos de marcos dúctiles sujetos a fuerzas sísmicas

a. Elementos sujetos a flexión

- Acero de refuerzo longitudinal en trabes

Debe verificarse que el porcentaje máximo de acero de refuerzo a tensión no sea mayor del 2.5 % del área de concreto de la sección transversal, y que se provean como mínimo dos varillas de refuerzo continuas tanto en el lecho superior como en el lecho inferior.

Se permiten traslapes del refuerzo longitudinal, sólo si se proporciona refuerzo transversal de zuncho o en espiral en la longitud del traslape, con un espaciamiento máximo igual a $d/4$ o 10 cm. No deben emplearse traslapes dentro de las juntas, ni dentro de una distancia igual a dos veces el peralte del elemento medida a partir del paño del elemento de apoyo, ni en zonas donde puedan presentarse articulaciones plásticas.

Las uniones soldadas o con dispositivos mecánicos, se aceptan con la condición de que en toda sección de unión cuando mucho se unan varillas alternadas y que las uniones de varillas adyacentes no disten entre sí menos de 600 mm en la dirección longitudinal del miembro.

- Acero de refuerzo transversal en trabes

Deben proveerse estribos en ambos extremos del elemento a flexión, en una longitud igual a dos veces el peralte del elemento, medidos desde el paño del elemento soportado hacia la mitad del claro, y en longitudes iguales a dos veces el peralte del elemento a ambos lados de puntos donde pueda presentarse una articulación plástica. El primer estribo debe ser localizado a no más de 5 cm del paño del elemento de apoyo. El espaciamiento no debe ser mayor de: $d/4$ (donde "d" es el peralte efectivo del elemento en flexión), ocho veces el diámetro de la varilla longitudinal más pequeña, 24 veces el diámetro de la varilla del estribo, ni de 30 cm (ver Figura 6).

Fuera de las zonas definidas en el párrafo anterior, la separación de los estribos no será mayor que $0.5d$ a todo lo largo del elemento, ni será mayor que la requerida por fuerza cortante.

Los estribos deben ser cerrados, de una pieza, y deben rematar en una esquina con dobleces de 135 grados, seguidos de tramos rectos no menores de seis diámetros de largo ni de 80 mm. En cada esquina del estribo debe quedar por lo menos una varilla longitudinal. Los radios de doblez cumplirán con los requisitos de la sección 7.2.1 de esta especificación. La localización del remate del estribo debe alternarse de uno a otro.

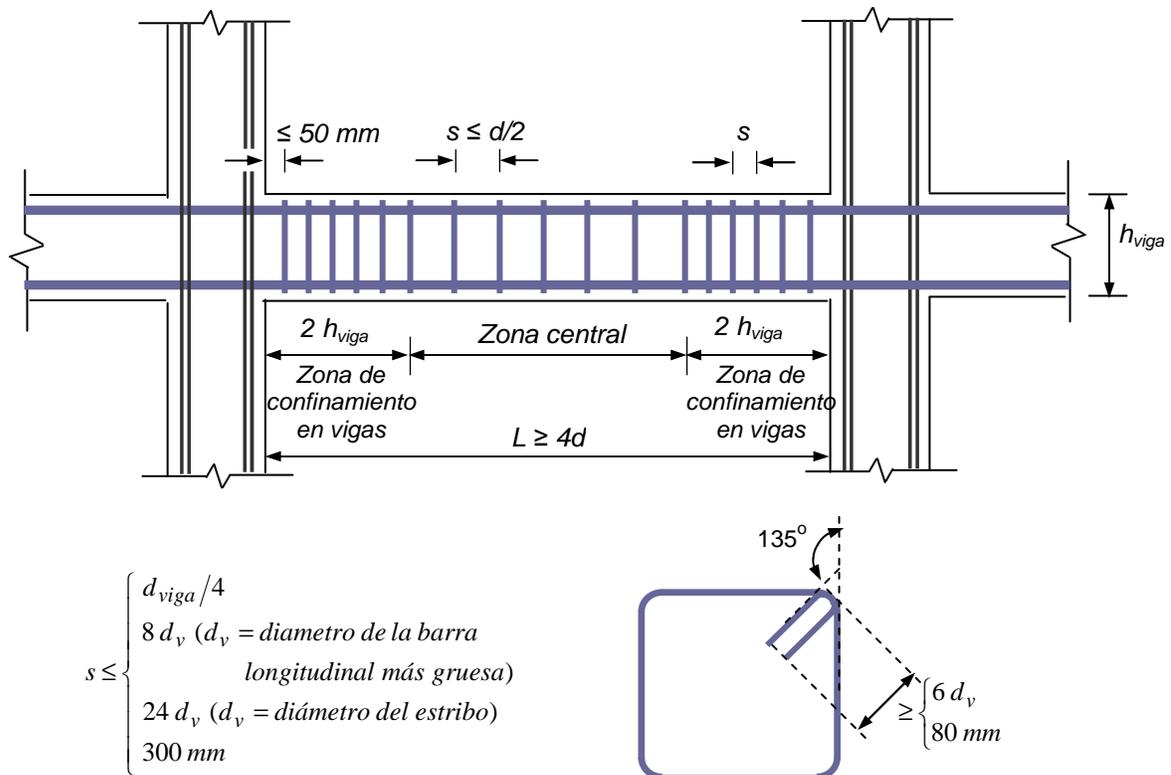


Figura 6.- Detallado de elementos a flexión en marcos dúctiles

 <p>DCIDP SUBDIRECCIÓN DE INGENIERÍA GERENCIA DE NORMATIVIDAD TÉCNICA</p>	<p>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</p> <p>ACERO DE REFUERZO EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO</p>	<p>No de Documento: GNT-SSNP-C010-2005</p> <p>REVISIÓN 0 PÁGINA 23 DE 33</p>
--	---	--

b. Elementos sujetos a flexión y carga axial

- Acero de refuerzo longitudinal en columnas

Debe verificarse que el porcentaje de acero de refuerzo, ρ_g , no sea menor del 1 % ni mayor del 4 % del área de concreto de la sección transversal (RCDF Ed. 2004).

Sólo se permiten paquetes de dos varillas como máximo

Las uniones de varillas por medios mecánicos o por medio de soldadura, solo son permitidas en la parte media de la longitud del elemento, deben ser diseñadas como traslapes de tensión y ser confinadas por medio de refuerzo transversal con una separación máxima de $d/4$ o 10 cm.

Las uniones soldadas o con dispositivos mecánicos, se aceptan con la condición de que en toda sección de unión cuando mucho se unan varillas alternadas y que las uniones de varillas adyacentes no disten entre sí menos de 600 mm en la dirección longitudinal del miembro.

- Acero de refuerzo transversal

Debe proveerse refuerzo transversal por medio de zunchos sencillos o traslapados, u horquillas del mismo diámetro y espaciamiento que los zunchos. El primer estribo se colocará a no más de 50 mm de la cara del miembro de apoyo. La separación de los estribos no excederá de $0.25d$; ni de 100 mm, y deben suministrarse en una longitud igual a la mayor de la dimensión transversal máxima de la columna, un sexto de su altura libre, o 60 cm (Ver Figura 7).

En la parte inferior de columnas de planta baja, el refuerzo transversal debe llegar hasta media altura de la columna, y debe continuarse dentro de la cimentación al menos en una distancia igual a la longitud de desarrollo en compresión de la varilla longitudinal de mayor diámetro.

Los estribos deben ser cerrados, de una pieza, y deben rematar en una esquina con dobleces de 135 grados, seguidos de tramos rectos de no menos de seis diámetros de largo ni de 80 mm. En cada esquina del estribo debe quedar por lo menos una varilla longitudinal. Los radios de doblez cumplirán con los requisitos de la sección 7.2.1 de esta especificación La localización del remate del estribo debe alternarse de uno a otro.

La separación del refuerzo transversal no debe exceder de: la cuarta parte de la menor dimensión transversal del elemento; seis veces el diámetro de la varilla longitudinal más gruesa; o 100 mm. En el resto de la columna, el refuerzo transversal cumplirá con los requisitos de la sección 7.4.2.c.

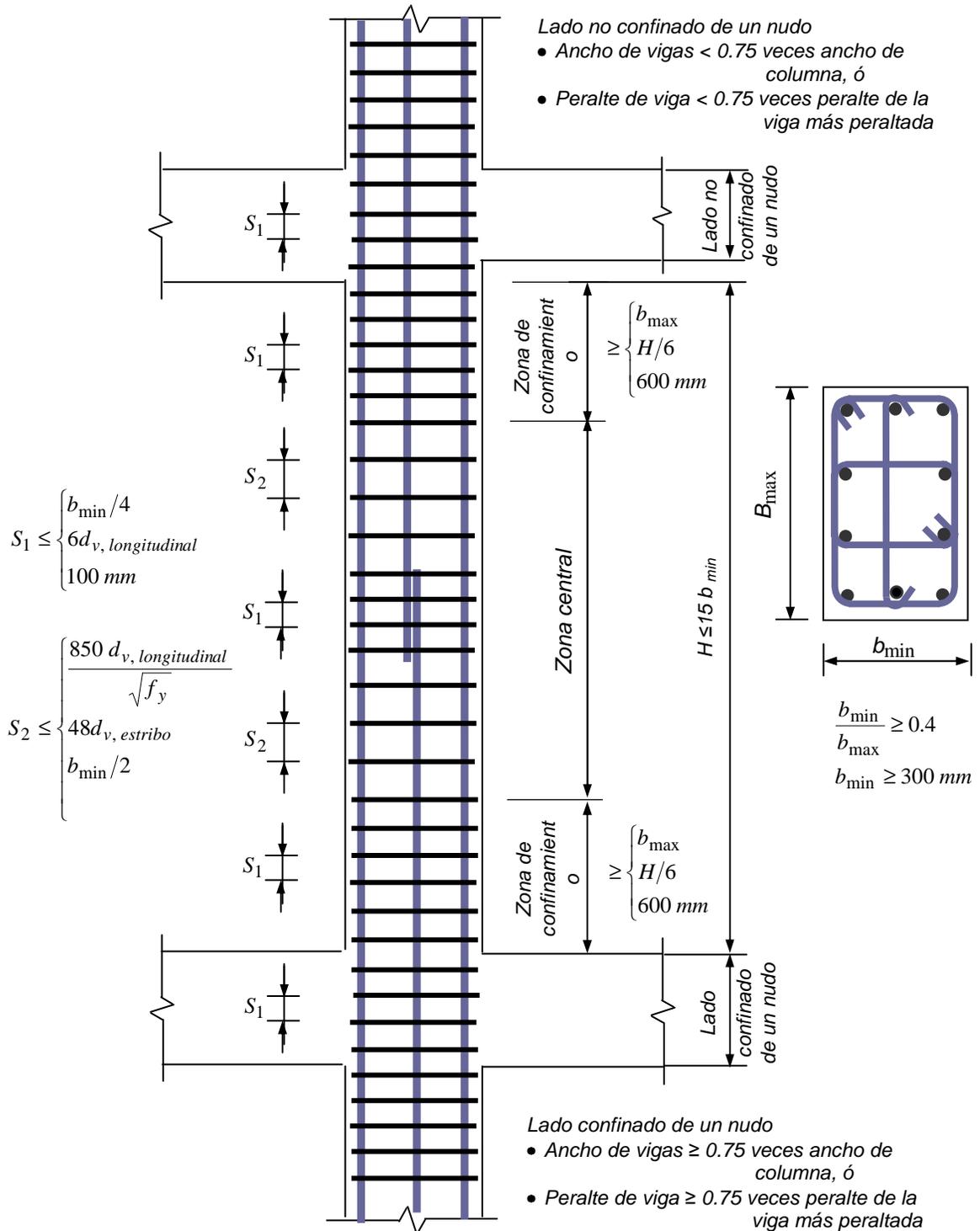


Figura 7.- Detallado de elementos a flexocompresión en marcos dúctiles

 <p style="text-align: center;">DCIDP SUBDIRECCIÓN DE INGENIERÍA GERENCIA DE NORMATIVIDAD TÉCNICA</p>	<p>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</p> <p>ACERO DE REFUERZO EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO</p>	<p>No de Documento: GNT-SSNP-C010-2005</p> <p>REVISIÓN 0 PÁGINA 25 DE 33</p>
---	---	--

7.4.6 Acero de refuerzo en losas

b. Adicional al acero de refuerzo por flexión, debe proporcionarse refuerzo por temperatura y contracción en la dirección perpendicular del acero de flexión en losas que trabajen en una sola dirección, el área de acero de refuerzo por temperatura debe cumplir con los porcentajes indicados a continuación, pero no ser menor de 0.0014 el área de concreto de la sección transversal

- Losas donde se use refuerzo corrugado grados 28 o 35 0.0020
- Losas donde se use refuerzo corrugado grado 42 o malla soldada 0.0018
- Losas donde se use refuerzo con resistencia a la fluencia mayor de 420 Mpa

$$(4200 \text{ kg/cm}^2), \text{ medida a una deformación unitaria de } 0.35 \% \quad \frac{0.0018 \times 420}{f_y}$$

- c. La separación del acero de refuerzo por temperatura y contracción no debe ser mayor de 5 veces el espesor de la losa ni de 45 cm.
- d. La separación del acero de refuerzo por flexión no debe exceder de 2 veces el espesor de la losa en zonas de máximo esfuerzo.
- e. En elementos estructurales expuestos a la intemperie o en contacto con el suelo, el área de acero mínima por contracción y temperatura debe ser 0.003 veces el área de concreto.
- f. Debe proveerse acero de refuerzo en el perímetro de aberturas en losas, cuya área debe ser igual al área del acero de refuerzo interrumpido por la abertura

7.4.7 Acero de refuerzo en muros

Debe proveerse un área mínima de refuerzo vertical y horizontal en muros como se indica a continuación:

- a. Refuerzo vertical y horizontal

0.002 del área de concreto en elementos estructurales protegidos de la intemperie, y 0.003 en los expuestos a ella, o que estén en contacto con el terreno

- b. Tanto el refuerzo vertical como el horizontal no deben espaciarse más de tres veces el espesor del muro ni de 45 cm.
- c. Adicionalmente al acero indicado anteriormente, deben proveerse por lo menos 2 varillas del número 5 alrededor de cualquier abertura para puerta o ventana, el cual debe extenderse al menos 60 cm más allá de las esquinas.

7.5 Traslapes

7.5.1 Aspectos generales

- a. Los detalles y dimensiones de los traslapes deben ser como se indican en los planos de proyecto, y como se especifica en la sección 12.14 del ACI 318, tomando en cuenta lo indicado a continuación:

- No deben traslaparse varillas mayores del No 11.
 - Los traslapes de paquetes de varillas deben basarse en la longitud de traslape requerida para las varillas individuales incrementada en un 33 %. No deben traslaparse paquetes enteros.
 - Los traslapes con soldadura o dispositivos mecánicos deben desarrollar por lo menos un 125 % de la resistencia especificada a la fluencia f_y de las varillas. Estos traslapes deben realizarse como se indica en el ACI 439-3R-91 y en el AWS D1.4, para uniones mecánicas y uniones soldadas respectivamente, no debiendo traslapar más del 33 % de las varillas en una misma sección.
- b. Traslape de alambres y varillas sujetos a tensión
- Deben evitarse los traslapes en las secciones de máximo esfuerzo de tensión. La longitud del traslape no debe ser menor que la indicada en los planos de diseño.
 - La longitud de traslape debe ser de 1.33 veces la longitud de desarrollo L_d de la varilla
 - Los traslapes deben estar separados entre si una distancia no menor a 40 diámetros de la varilla.
- c. Varillas sujetas a compresión
- La longitud de traslape no debe ser menor que la longitud de desarrollo L_d , indicada en los planos de diseño.
- d. Traslapes de malla de alambre
- No se debe traslapar la malla en secciones donde el esfuerzo en los alambres, bajo cargas de diseño, sea mayor de $0.5 f_y$. En la necesidad de traslapar en estas secciones el traslape no debe ser menor que el tamaño de un cuadro de la malla más 5 cm. (ver Figura 8).
 - En secciones donde el esfuerzo sea menor que $0.5 f_y$, el traslape debe ser cuando menos de 5 cm.

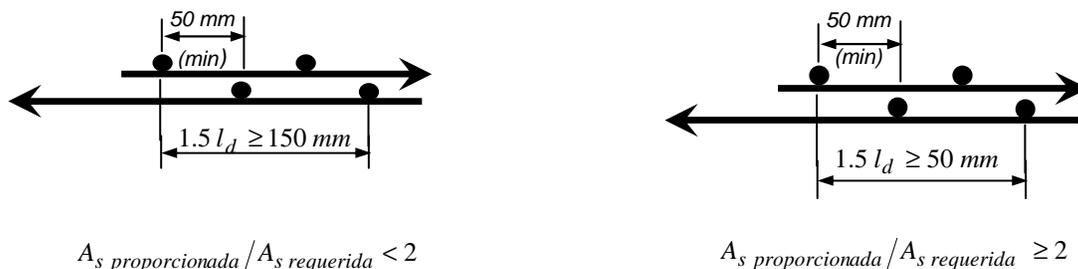


Figura 8.- Detalle de traslape para malla de refuerzo con alambre liso

 <p>DCIDP SUBDIRECCIÓN DE INGENIERÍA GERENCIA DE NORMATIVIDAD TÉCNICA</p>	<p>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</p> <p>ACERO DE REFUERZO EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO</p>	<p>No de Documento: GNT-SSNP-C010-2005</p> <p>REVISIÓN 0 PÁGINA 27 DE 33</p>
---	---	--

7.6 Control de calidad

7.6.1 Generalidades

a. Control en la fábrica

- Cuando el volumen de acero requerido en un proyecto es de magnitud importante, debe llevarse un control de la calidad por medio de inspectores. El fabricante debe proporcionar al inspector todas las facilidades para acceso libre a todas las áreas de las instalaciones donde se lleve a cabo el proceso de fabricación del acero de refuerzo, para poder garantizar que el acero se está fabricando de acuerdo a las especificaciones.
- El fabricante debe efectuar un análisis de cuchara de cada colada para determinar los porcentajes de carbono, manganeso, fósforo y azufre, informando el resultado de dicho análisis a PEMEX si este lo solicita.

b. Control en la obra

- Todo el acero de refuerzo que se reciba en la obra debe almacenarse bajo cobertizos, colocado sobre tarimas o polines para aislarlo del terreno natural y clasificarse por diámetros o calibres según corresponda.
- El acero de refuerzo que se reciba en la obra durante el proceso de construcción, debe almacenarse en lotes y tomarse muestras de cada uno. Los especímenes de prueba serán enviados al laboratorio autorizado, y no será utilizado en tanto no sea aceptado en base a los resultados de las pruebas.
- Antes de cortar y habilitar el acero de refuerzo, debe verificarse que no esté deformado por golpes. Si el periodo de almacenamiento ha sido largo, se permite la presencia de óxido y escamas ligeras, siempre que al limpiar con cepillo de alambre no se altere la sección transversal, las corrugaciones o el peso mínimo especificado.

c. Las especificaciones particulares de cada obra definirán el tipo y grado del acero de refuerzo, el cual no se podrá cambiar sin previa aprobación de PEMEX.

d. Debe verificarse la resistencia de las varillas, para lo cual estas deben separarse en lotes de 10 toneladas o fracción de varillas de la misma marca, mismo grado y del mismo diámetro, pertenecientes a la misma remesa. De cada lote debe tomarse una muestra para prueba de tensión y una para prueba de doblado, las cuales deben realizarse de acuerdo a las normas NMX-B-172-1988 y NMX-B-113-1981 respectivamente.

7.6.2 Pruebas

a. Prueba de tensión

- Las características de las probetas así como el método de prueba para varillas corrugadas de acero, se especifican en la norma NMX-B-172-1988. Si cualquier probeta presenta valores menores a los especificados y además, si la fractura se presenta fuera del tercio medio de la longitud libre entre mordazas, pero los valores mínimos especificados no difieren en más de los valores indicados a continuación, se permite la repetición de la prueba, en dos probetas tomadas al azar del mismo lote que se está probando.

14 MPa (1.4 kgf/cm²)

De la resistencia a la tensión requerida



DCIDP
SUBDIRECCIÓN DE INGENIERÍA
GERENCIA DE NORMATIVIDAD TÉCNICA

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA
ACERO DE REFUERZO EN
ESTRUCTURAS DE CONCRETO

No de Documento:
GNT-SSNP-C010-2005

REVISIÓN 0
PÁGINA 28 DE 33

7 MPa (0.7 kgf/cm²)

Del esfuerzo de fluencia requerido

2 %

En el alargamiento

- Si los resultados obtenidos en esta nueva prueba cumplen con los valores mínimos especificados, se acepta el lote, en caso contrario se rechaza.
- La Tabla 1 define los requisitos de tensión para varillas corrugadas de refuerzo grados 30, 42 y 52, la Tabla 2 para varillas de refuerzo torcidas en frío Grados 42, 50 y 60 y la Tabla 3 para varillas corrugadas de acero de baja aleación.

b. Prueba de doblado

- Las características de las probetas así como el método de prueba para varillas corrugadas de acero, se especifican en la norma NMX-B-113-1981. Las varillas con número de designación del 2.5 al 12 deben doblarse alrededor de un mandril a 180°, las varillas del número 14 al 18 deben doblarse alrededor de un mandril a 90°, sin agrietarse en la parte exterior de la zona doblada. Si los resultados de la prueba de doblado no cumplen con los requisitos mínimos indicados en las Tablas 3 y 4, por razones que no se deban a causas mecánicas o defectos de las probetas, se permite repetir la prueba en dos probetas tomadas al azar del mismo lote que se está probando. Estas pruebas deben hacerse a temperatura ambiente.
- Si los resultados obtenidos de esta nueva prueba cumplen con los valores mínimos especificados, se acepta el lote, en caso contrario se rechaza.
- Si cualquier probeta sometida a prueba no cumple los requisitos mínimos por problemas relacionados con el equipo de prueba, preparación inadecuada o defectos de la probeta, ésta debe descartarse y sustituirse por otra del mismo diámetro y de la misma colada o lote.

7.6.3 Designación del acero de refuerzo

El contrato o pedido debe incluir la información indicada a continuación para una adecuada descripción del acero de refuerzo:

a. Varillas corrugadas

- Número de la norma que define las características del material
- Cantidad en kilogramos (o toneladas)
- Nombre del material indicando el tipo (de lingote, torcido en frío o de baja aleación)
- Grado (indicando el límite de fluencia en N/mm² (kgf/mm²))
- Diámetro nominal de las varillas
- Longitud mínima de las varillas
- Por ejemplo: 100 000 kg de varilla corrugada de lingote para refuerzo de concreto, grado 42 de 25.0 mm de diámetro y 12.00 m de longitud, de acuerdo a la norma NMX-C-407-ONNCCE-2001.

b. Alambre estirado en frío

- Número de la norma que define las características del material
- Cantidad en kilogramos

 <p>DCIDP SUBDIRECCIÓN DE INGENIERÍA GERENCIA DE NORMATIVIDAD TÉCNICA</p>	<p>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</p> <p>ACERO DE REFUERZO EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO</p>	<p>No de Documento: GNT-SSNP-C010-2005</p> <p>REVISIÓN 0 PÁGINA 29 DE 33</p>
---	---	--

- Nombre del material (alambre de acero liso estirado en frío para refuerzo de concreto)
 - Diámetro nominal en milímetros o número de calibre
 - Tipo de empaque
 - Longitud mínima o peso de los rollos
- Por ejemplo: 100 000 kg de alambre liso de acero estirado en frío para refuerzo de concreto, de 4.50 mm de diámetro, en rollos atados de 500 kg, de acuerdo a la norma NMX-B-253-1988.
- c. Malla de alambre
- Número de la norma que define las características del material
 - Cantidad en kilogramos o metros cuadrados
 - Nombre del material (malla soldada de alambre liso de acero para refuerzo de concreto)
 - Calibre del alambre longitudinal
 - Calibre del alambre transversal
 - Espaciamiento entre alambres longitudinales y entre alambres transversales
 - Ancho de la malla (longitud centro a centro entre los alambres longitudinales exteriores)
 - Especificar si se requiere en hojas o en rollo (con sus dimensiones en cada caso)
 - Tipo de embalaje
- Por ejemplo: 12 000 m² de malla soldada de alambre liso de acero para refuerzo de concreto, tipo 6 x 6 8/8, en hojas de 2.50 m de ancho por 6.0 m de largo, de acuerdo a la norma NMX-B-290-1988.
- d. Alambre relevado de esfuerzos para concreto presforzado
- Número de la norma que define las características del material
 - Cantidad en kilogramos
 - Nombre del material
 - Diámetro nominal en milímetros
 - Forma de empaque
 - Longitud mínima de los rollos
 - Por ejemplo: 40 000 Kg, de alambre sin recubrimiento relevado de esfuerzos para concreto presforzado, de 5 mm de diámetro, en rollos de aproximadamente 500 m, de acuerdo a la norma NMX-B-293-1988.
- e. Torones de siete alambres para concreto presforzado
- Número de la norma que define las características del material
 - Cantidad en metros
 - Nombre del material
 - Diámetro nominal del torón en milímetros
 - Grado del torón
 - Forma de empaque
 - Longitud mínima de los rollos
- Por ejemplo: 25 000 m de torón de siete alambres sin recubrimiento, relevado de esfuerzos para concreto presforzado de 12.7 mm de diámetro, Grado 190, en carretes de aproximadamente 360 m, de acuerdo a la norma NMX-B-292-1988.

 <p>DCIDP SUBDIRECCIÓN DE INGENIERÍA GERENCIA DE NORMATIVIDAD TÉCNICA</p>	<p>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</p> <p>ACERO DE REFUERZO EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO</p>	<p>No de Documento: GNT-SSNP-C010-2005</p> <p>REVISIÓN 0 PÁGINA 30 DE 33</p>
---	---	--

7.7.1 Varillas corrugadas procedentes de lingotes y varillas torcidas en frío

- a. Si el espécimen ensayado según los métodos de prueba indicados en las normas NMX-C-407-ONNCCE-2001 y NMX-B-294-1986, cumple con todos los requisitos de tensión, doblado y de dimensiones de corrugaciones especificados, se aceptará el lote que representa.
- b. Si cualquier probeta utilizada en la prueba de tensión presenta valores menores a los especificados y además la fractura se presenta fuera del tercio medio de la longitud libre entre mordazas, se permite repetir la prueba en dos especímenes adicionales tomados del mismo lote. Si con esta nueva prueba el material no cumple alguno de los requisitos mencionados, el lote será rechazado.

7.7.2 Alambre de acero estirado en frío

- a. Si el espécimen ensayado según los métodos de prueba indicados en la norma NMX-B-253-1988, cumple con todos los requisitos de tensión y doblado especificados, se aceptará el lote que representa. Si no cumple alguno de los requisitos mencionados, el lote será rechazado.
- b. Cualquiera de las probetas que no cumpla con los requisitos de esta norma constituye la base para rechazar el lote que representa la probeta. El lote total puede volverse a inspeccionar probando cada rollo o cada atado para el requisito con el que no cumplió la probeta

7.7.3 Malla soldada de alambre de acero estirado en frío

- a. En caso de que un espécimen no cumpla alguno de los requisitos de tensión o doblado según los métodos de prueba indicados en la norma NMX-B-290-1988, el material no debe ser rechazado hasta que no se hayan efectuado pruebas a dos especímenes adicionales tomados de la misma hoja o rollo. Si con esta nueva prueba el material cumple los requisitos mínimos el lote será aceptado, si no cumple alguno de los requisitos mencionados, el lote será rechazado.
- b. Se considera que el material cumple con los requisitos de tensión, cuando el promedio de los valores obtenidos en la prueba de los tres especímenes incluyendo el espécimen probado originalmente, sea mayor o igual que el mínimo requerido para la propiedad en cuestión, y que adicionalmente ninguno de los tres especímenes presente una resistencia menor al 80 % de la especificada. Se considera que el material cumple los requisitos de doblado, si los dos especímenes adicionales pasan la prueba de doblado satisfactoriamente.
- c. Las uniones soldadas deben soportar las operaciones normales de carga y embarque sin desprenderse. La presencia de soldaduras desprendidas no será motivo de rechazo a menos que el número de soldaduras desprendidas por hoja exceda del 1 % del total de soldaduras de la misma, o del 1 % del número total de uniones en 14.00 m² de malla, o si más de la mitad del número permisible de soldaduras desprendidas, están en un mismo alambre.
- d. Si el rechazo está justificado debido a la falta de cumplimientos de requisitos de resistencia al esfuerzo cortante de la soldadura, deben tomarse cuatro especímenes adicionales de cuatro diferentes hojas o rollos para ser probados. Si el promedio de las resistencias de todas las soldaduras cumple con el valor mínimo especificado, el lote será aceptado, en caso contrario será rechazado.
- e. En caso de que el rechazo se justifique por falta de cumplimiento de requisitos dimensionales, la cantidad de material rechazado se debe limitar a aquellas hojas o rollos que no cumplan con lo especificado, sin embargo si el porcentaje de material rechazado es mayor del 25 % del total de piezas del lote, el lote completo será rechazado.

 <p style="text-align: center;">DCIDP SUBDIRECCIÓN DE INGENIERÍA GERENCIA DE NORMATIVIDAD TÉCNICA</p>	<p style="text-align: center;">ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</p> <p style="text-align: center;">ACERO DE REFUERZO EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO</p>	<p style="text-align: center;">No de Documento: GNT-SSNP-C010-2005</p> <p style="text-align: center;">REVISIÓN 0 PÁGINA 31 DE 33</p>
---	---	--

7.7.4 Alambre estirado en frío para presfuerzo

- a. A menos que se especifique de otra manera entre fabricante y comprador, debe tomarse una probeta de cada 10 rollos o menos, o de cada 1000 kg de alambre o fracción de un lote de rollos de alambre del mismo diámetro nominal, para verificar que el material cumple con los requisitos indicados.
- b. Si los especímenes cumplen con los requisitos de tensión, doblado, dimensiones y curvatura según los métodos de prueba indicados en la norma NMX-B-290-1988, el material será aceptado. Todo el material que no cumpla con los requisitos especificados en esta especificación, debe ser rechazado. Cualquier rechazo basado en pruebas hechas conforme a esta norma, debe comunicarse al fabricante dentro de un plazo de quince días contados a partir de la fecha de entrega.

7.7.5 Torones de siete alambres para presfuerzo

- a. Debe tomarse una probeta de cada 20 Ton de torón terminado. Las probetas deben cortarse de la parte exterior de los carretes o en cualquiera de los extremos de los rollos del torón. Debe descartarse cualquier probeta en la que se encuentre una junta de alambre y obtener una nueva probeta.
- b. Si alguna probeta no cumple con los requisitos especificados en la norma NMX-B-292-1988, puede inspeccionarse nuevamente el lote probando una muestra adicional de cada carrete o rollo, descartando aquel que no cumpla con los requisitos especificados.
- c. En caso que exista duda respecto a los resultados en las pruebas iniciales o que el torón no cumpla con alguno de los requisitos especificados en la norma NMX-B-292-1988, deben hacerse dos pruebas adicionales con muestras tomadas del mismo carrete o rollo; si ocurre una falla en cualquiera de estas dos nuevas pruebas el lote debe rechazarse

7.8 Manejo y almacenamiento

7.8.1 Varillas de refuerzo

Las varillas de refuerzo deben suministrarse en paquetes que contengan varillas de un sólo diámetro y de peso tal que puedan ser manipuladas por dos hombres y ser susceptibles de unirse para formar paquetes mayores que sean manejados por grúas.

7.8.2 Malla soldada de alambre

La malla debe suministrarse en hojas o rollos, cuando se suministre en hojas los atados deben ser de no más de 150 hojas firmemente aseguradas. Cuando se suministre en rollos, cada rollo debe asegurarse de manera que no se desenrollen durante su transporte y manejo. Cada atado de hojas o cada rollo, deben tener firmemente sujeta una etiqueta con el nombre o marca del fabricante, nombre del material, número de la norma de fabricación, calibre y separaciones tanto longitudinal como transversal, y cualquier otra información que haya especificado el comprador.

7.8.3 Alambre de acero estirado en frío

El alambre debe suministrarse en rollos atados firmemente, los cuales deben estar formados por tramos continuos de alambre. Cada rollo debe llevar una tarjeta firmemente sujeta conteniendo el nombre o marca del fabricante, el nombre del material, el diámetro en milímetros, el número de la norma de fabricación, la masa neta y la longitud, en metros.

 <p>DCIDP SUBDIRECCIÓN DE INGENIERÍA GERENCIA DE NORMATIVIDAD TÉCNICA</p>	<p>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</p> <p>ACERO DE REFUERZO EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO</p>	<p>No de Documento: GNT-SSNP-C010-2005</p> <p>REVISIÓN 0 PÁGINA 32 DE 33</p>
--	--	---

7.8.4 Alambre para presfuerzo

El alambre con diámetro de 5 mm ó 7 mm debe proporcionarse en rollos firmemente atados, que tengan un diámetro mínimo interior de 122 cm. Cada rollo debe estar formado por un tramo continuo. El alambre de 2 mm, debe suministrarse firmemente atado, pero el diámetro mínimo interior del rollo debe ser el normal del último paso del proceso de estirado (50 a 65 cm de diámetro). Cada rollo de alambre debe llevar una etiqueta firmemente atada, que indique claramente el diámetro del alambre, el número de la norma de fabricación, el número de la colada del que proviene, el nombre o marca del fabricante y la masa del rollo.

7.8.5 Torones de siete alambres para presfuerzo

A menos que se especifique de otra manera, los torones deben entregarse en carretes o en rollos compactos, que tengan un diámetro de núcleo mínimo de 610 mm. Las longitudes contenidas en los carretes o en los rollos deben cumplir con lo establecido en los términos del pedido. Los torones deben protegerse contra daños mecánicos durante el embarque y tránsito. Cada carrete o rollo debe llevar una etiqueta resistente, firmemente adherida, en la que se indique: la longitud, número de carrete, tamaño, grado, número de la norma de fabricación y el nombre o marca del fabricante. Los torones de bajo relajamiento que cumplan con los requisitos suplementarios deben marcarse en forma especial.

7.8.6 Almacenamiento

El acero de refuerzo debe llegar a la obra libre de oxidación, aceite, grasa y de cualquier sustancia extraña que pueda disminuir su adherencia con el concreto.

Todo el acero de refuerzo que se reciba en la obra debe almacenarse bajo cobertizos y ser colocado sobre tarimas o polines para aislarlo del terreno natural. Debe clasificarse por grado, diámetros o calibres según corresponda, en condiciones que eviten la oxidación y que lo protejan contra golpes y daño.

7.9 Criterios de medición

Los trabajos a los que se refiere esta especificación se miden en toneladas, con aproximación de dos decimales. En el peso del acero que se estime ya debe estar incluida la cantidad que corresponda por ganchos, dobleces y traslapes.

7.10 Conceptos de trabajo

A menos que en los documentos del concurso o del contrato se indique lo contrario, los conceptos siguientes incluyen todos los recursos necesarios para efectuar el trabajo, tales como materiales, mano de obra, operación y mantenimiento de equipo, administración y dirección de los trabajos.

7.10.1 Habilitado y colocación de acero de refuerzo

Incluye las que correspondan de las siguientes operaciones:

- a. Selección, carga, acarreo, descarga y estiba desde el almacén al lugar de trabajo.
- b. Limpieza de las varillas para eliminar el exceso de óxido superficial.
- c. Enderezado, trazo, corte utilizando cortadora de operación manual.
- d. Doblado, armado incluyendo traslapes, amarres con alambre recocado.

 DCIDP SUBDIRECCIÓN DE INGENIERÍA GERENCIA DE NORMATIVIDAD TÉCNICA	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA ACERO DE REFUERZO EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO	No de Documento: GNT-SSNP-C010-2005 REVISIÓN 0 PÁGINA 33 DE 33
---	--	---

e. Colocación en el lugar definitivo y calzado.

f. Limpieza del área.

7.10.2 Malla de alambre de acero.

Incluye las mismas operaciones indicadas en 7.10.1 debiendo especificar en cada caso el tipo de malla.

8. RESPONSABILIDADES

El Contratista debe cumplir con todos los requerimientos de esta especificación. En caso de conflicto el Contratista debe solicitar aclaración y aprobación por escrito de PEMEX.

9. BIBLIOGRAFÍA

ACI 315-99	Details and Detailing of Concrete Reinforcement (Detalles y detallado de refuerzo para concreto)
ACI 318M (2005)	Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary.
ACI 439-3R-91	Mechanical Connections of Reinforcing Bars (Conexiones mecánicas para varillas de refuerzo)
AWS D1.4-98	Structural Welding Code – Reinforcing Steel (Código de Soldadura Estructural – Acero de Refuerzo)
Pemex 3.135.04 (1991)	Unión mecánica de varillas de refuerzo para concreto
Pemex 3.135.05 (1986)	Soldadura de varillas para refuerzo de concreto
RCDF (2004)	Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal
NTC Concreto (2004)	Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto

Esta especificación cancela y sustituye a las especificaciones de PEMEX indicadas a continuación:

3.133.03 (1991)	Acero de refuerzo en estructuras de concreto
4.137.03 (S/F)	Acero de refuerzo para concreto

10. ANEXOS

No aplica