



# NORMA DE CONSTRUCCIÓN ACERO DE REFUERZO





CONTROL DE CAMBIOS									
Fecha			Elaboró	Revisó	Aprobó	Descripción	Entrada en vigencia		
DD	MM	AAAA					DD	MM	AA
24	01	2017	SAOV	PAGM	LFAG	Creación	24	01	2017
18	01	2019	SAOV	PAGM	LFAG	Modificación	18	01	2019

<b>MULTINEGOCIOS</b>	<b>OBRAS CIVILES</b>	<b>NC-MN-OC07-07</b>	REV. <b>0</b>
	<b>ACERO DE REFUERZO</b>	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: PAGM
		APROBÓ: LFAG	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 1 de 10

## CONTENIDO

1.	OBJETO .....	3
2.	ALCANCE .....	3
3.	DOCUMENTOS DE REFERENCIA.....	3
4.	REQUISITOS TÉCNICOS .....	4
4.1.	DESCRIPCION GENERAL .....	4
4.2.	ASPECTOS CONSTRUCTIVOS.....	4
4.2.1.	Evaluación y aceptación del acero de refuerzo.....	4
4.2.2.	Transporte del acero de refuerzo.....	5
4.2.3.	Almacenamiento del acero de refuerzo en obra.....	5
4.2.4.	Revisión de los planos estructurales y detalles del acero de refuerzo.....	5
4.2.5.	Lista y diagramas de despiece.....	6
4.2.6.	Corte y figuración en obra del acero de refuerzo .....	6
4.2.6.1.	Diámetros mínimos de doblaje de las barras .....	7
4.2.6.2.	Ganchos estándar .....	7
4.2.7.	Colocación del acero de refuerzo .....	8
4.2.7.1.	Recubrimiento mínimo.....	9
4.2.7.2.	Traslapos y uniones.....	9
4.2.8.	Ensayos.....	9
5.	ACTIVIDADES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN. ....	10
6.	MATERIALES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN.....	10

<b>MULTINEGOCIOS</b>	<b>OBRAS CIVILES</b>	<b>NC-MN-OC07-07</b>	REV. <b>0</b>
	<b>ACERO DE REFUERZO</b>	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: PAGM
		APROBÓ: LFAG	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A	 ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada
			PÁGINA: 2 de 10

## 1. OBJETO

Esta norma tiene como propósito establecer los requisitos técnicos mínimos que debe cumplir el acero de refuerzo en estructuras de concreto, utilizadas en los distintos negocios de EPM.

## 2. ALCANCE

Esta norma aplica para la construcción de estructuras de concreto reforzado con barras y mallas de acero, de conformidad con los diseños y la localización, disposición, y denominación presentados en los planos estructurales, y con las modificaciones efectuadas en la obra de común acuerdo con EPM. Esta norma se debe complementar con lo estipulado en el Reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10.



Este documento no incluye las especificaciones técnicas de las barras de acero ni de las mallas electrosoldadas que se utilizan en las diferentes estructuras. Estos materiales deben cumplir con los requisitos de las normas NTC 2289 para las barras de acero y las NTC 1925 y NTC 2310 para las mallas electrosoldadas.

Este documento reemplaza en su totalidad a la Norma y Especificación General de Construcción - NEGC 601-00 "Barras acero de refuerzo".

## 3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA.

Los reglamentos, las normas técnicas nacionales e internacionales y demás documentos empleados como referencia en esta norma de construcción, deben ser considerados en su versión más reciente.

DOCUMENTO	NOMBRE
NSR-10	Reglamento colombiano de construcción sismo resistente
ANSI/AWS D1.4	Structural welding code – reinforcing steel
NTC 159	Alambres de acero para hormigón pretensado. Alambres trefilados no templados
NTC 161	Barras y rollos lisos y corrugados de acero al carbono
NTC 1907	Alambre de acero al carbono grafilado para refuerzo de concreto.
NTC 1920	Acero estructural al carbono
NTC 1925	Mallas electrosoldadas de acero, de alambre liso, para refuerzo de concreto.
NTC 1950	Metalurgia. Acero estructural de baja aleación y alta resistencia.
NTC 2010	Torón de acero de siete alambres, sin recubrimiento, para concreto pre-esforzado.
NTC 2142	Barras de acero de alta resistencia sin revestimiento para hormigón pretensado.
NTC 2289	Barras corrugadas y lisas de acero de baja aleación para refuerzo de concreto.

MULTINEGOCIOS	OBRAS CIVILES	NC-MN-OC07-07	REV. 0
	ACERO DE REFUERZO	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: PAGM
		APROBÓ: LFAG	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A	 ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada
			PÁGINA: 3 de 10

DOCUMENTO	NOMBRE
NTC 2310	Mallas electrosoldadas de acero, de alambre corrugado, para refuerzo de concreto.
NTC 4040	Soldadura. Procedimiento de soldadura para el acero de refuerzo
NTC 4004	Siderurgia. Barras de acero con recubrimiento epóxico para refuerzo de concreto
NTC 4013	Siderurgia. barras de acero recubiertas con cinc (galvanizadas) para refuerzo de concreto.
NTC 5214	Fibras de acero para refuerzo de concreto.
ASTM A615	Standard Specification for Deformed and Plain Carbon-Steel Bars for Concrete Reinforcement
ASTM A153	Standard Specification for Zinc Coating (Hot-Dip) on Iron and Steel Hardware
ASTM A123	Standard Specification for Zinc (Hot-Dip Galvanized) Coatings on Iron and Steel Products
Norma de EPM: NC-MN-OC07-01	Norma construcción de concreto

#### 4. REQUISITOS TÉCNICOS

##### 4.1. DESCRIPCION GENERAL

El acero de refuerzo en las estructuras de concreto tiene la función de atender las fuerzas de tracción que el concreto no está en capacidad de resistir por sí solo, adicionalmente restringe el desarrollo de grietas y mejora tanto su resistencia como su capacidad de deformación.



El acero de refuerzo forma una armadura que queda embebida en el concreto para absorber y resistir los esfuerzos provocados por las diferentes cargas a las que se encuentra sometido, y adicionalmente controla las fisuras debidas a los cambios volumétricos por retracción y temperatura cuando se presenta el proceso del fraguado.

Las barras, mallas y el alambre de acero, deben cumplir con las normas técnicas citadas en los documentos de referencia, además, los amarres, ensayos, despieces, doblados, traslajos y uniones deben cumplir los requisitos estipulados en el título C del reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10.

##### 4.2. ASPECTOS CONSTRUCTIVOS

###### 4.2.1. Evaluación y aceptación del acero de refuerzo

Debe realizarse una evaluación y aceptación del acero de refuerzo conforme a lo estipulado en el

MULTINEGOCIOS	OBRAS CIVILES	NC-MN-OC07-07	REV. 0
	ACERO DE REFUERZO	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: PAGM
		APROBÓ: LFAG	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 4 de 10

numeral C.3.5.10 del reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10.

Cuando el acero de refuerzo llegue a la obra, se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Verificar por medio del rotulado en las barras que la procedencia y grado del acero sea el requerido.
- Verificar que la cantidad de barras, las longitudes y los diámetros sean los solicitados al proveedor según los cuadros de despiece.
- Las barras de refuerzo deben estar libres de defectos, dobladuras y curvas.

#### 4.2.2. Transporte del acero de refuerzo

**Fuera de la obra:** El acero de refuerzo debe ser transportado en camiones adecuados para llevar varillas largas, usualmente de una longitud máxima de 12 m, sin poner en peligro a otros vehículos que usan las vías. Se deben usar las correspondientes señales de precaución de “Carga Larga”. Si el acero se lleva a la obra ya figurado, este debe de ir en paquetes o atados debidamente rotulados. Si se transportan barras rectas, estas deben ir separadas por diámetros y longitudes.



**Dentro de la obra:** Las barras de acero deben ser transportadas dentro de la obra por medio de torre grúas o malacates en caso de tener obras en donde se presenten desniveles considerables. Se debe tener especial cuidado con el personal que se encuentra trabajando para evitar accidentes. En el caso de que el acero se transporte manualmente, se deben tener rutas correctamente demarcadas para que el personal pueda transportarlo de manera segura, además se debe tener ubicado siempre el sitio en el cual se descarga el acero.

#### 4.2.3. Almacenamiento del acero de refuerzo en obra

El acero de refuerzo debe almacenarse en la obra encima de teleras, canes o elementos de madera que permitan mantenerlo separado del suelo o de cualquier otro elemento contaminante. En lo posible, el sitio de almacenamiento debe ser cubierto, y por razones de seguridad y control debe ser encerrado. Se debe organizar separando las barras por diámetro y longitud, o por paquetes debidamente rotulados si llega a la obra ya figurado de la planta. Las mallas electrosoldadas se deben colocar sobre teleras separándolas de acuerdo a los distintos tipos. El sitio de almacenamiento debe seleccionarse buscando la facilidad de descarga del camión y el futuro transporte interno en la obra de las barras.

#### 4.2.4. Revisión de los planos estructurales y detalles del acero de refuerzo

Se deben estudiar detalladamente los planos y las especificaciones propias del proyecto observando los

MULTINEGOCIOS	OBRAS CIVILES	NC-MN-OC07-07	REV. 0		
	ACERO DE REFUERZO	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: PAGM		
		APROBÓ: LFAG	FECHA:		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 5 de 10

tipos de acero a utilizar. Así mismo, se debe contar con el despiece de todos los tipos de barras requeridas, donde se indique su diámetro, longitud y la cantidad de barras de cada tipo.

Se deben utilizar barras redondas corrugadas con esfuerzo de cedencia de 420 MPa (grado 60), o de acuerdo a lo que indiquen los planos estructurales.

#### 4.2.5. Lista y diagramas de despiece

Cuando los planos no incluyan listas o diagramas de despiece, estos deben calcularse y aprobarse por EPM con una anticipación no menor de quince (15) días antes de ordenar la figuración del refuerzo. Se debe doblar y colocar el refuerzo en forma correcta de acuerdo con los planos de diseño.

La información básica para la realización de un pedido de barras con límite de fluencia de 420 MPa (grado 60) es la siguiente:

- Peso del producto (en kg)
- Nombre del material (barras corrugadas de acero de baja aleación y/o termotratadas para refuerzo de concreto)
- Diámetro (valor del diámetro nominal expresado en milímetros o en octavos de pulgada)
- Designación de la norma técnica (NTC 2289)
- Solicitud del certificado de calidad que especifique la composición química y las características mecánicas de los lotes que conforman el pedido.



Solicitud del certificado de calidad que especifique la composición química y las características mecánicas de los lotes que conforman el pedido.

#### 4.2.6. Corte y figuración en obra del acero de refuerzo

Se debe realizar un análisis de los planos estructurales para determinar si es conveniente figurar el acero en obra o pedirlo con todas las características geométricas desde la planta. Generalmente la decisión depende del análisis económico y de espacio disponible en el lugar de la ejecución de la obra.

En el caso que las barras no lleguen figuradas a la obra, se debe adecuar un sitio con fácil acceso de los vehículos que llevan los materiales, con instalaciones adecuadas para su almacenamiento, con los equipos de transporte y figuración concordantes con las cantidades de acero a manejarse. Adicionalmente, se debe contar con las herramientas y el banco de figuración que permitan realizar los dobleces y cortes requeridos de acuerdo al despiece que se presenta en los planos estructurales.

El banco de figuración debe estar conformado por mesas firmemente ancladas al suelo, sobre cuya superficie de trabajo se fija una platina de figuración con pines verticales que sirven de guías para doblar las barras con la ayuda de una palanca o tubo metálico de longitud apropiada al diámetro a doblar. En el ángulo interno del punto de doblez debe llevar un pin donde se inserta un mandril con el diámetro apropiado al radio de curvatura del doblez de acuerdo al diámetro de la barra. También existen bancos

<b>MULTINEGOCIOS</b>	<b>OBRAS CIVILES</b>	<b>NC-MN-OC07-07</b>	REV. <b>0</b>
	<b>ACERO DE REFUERZO</b>	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: PAGM
		APROBÓ: LFAG	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 6 de 10



de figuración mecanizados donde la fuerza necesaria para doblar la barra la ejerce un motor eléctrico. Se usan estas máquinas cuando los volúmenes a figurar son muy altos.

Las barras de refuerzo se deben doblar en frío, de acuerdo con los detalles y dimensiones mostrados en los planos. No se permite doblar acero en la obra cuando estén parcialmente embebidas en el concreto.

#### 4.2.6.1. Diámetros mínimos de doblaje de las barras

Los diámetros mínimos de doblamiento, medidos en el lado interior de la barra, deben ser los siguientes:

Para barras de refuerzo principal

- Barras No. 3 a No. 8, seis (6) diámetros de la barra
- Barras No. 9 a No. 11, ocho (8) diámetros de la barra

Para estribos:

- Barras No. 5 y menores, cuatro (4) diámetros de la barra
- Barras No. 5 a No. 8, seis (6) diámetros de la barra



#### 4.2.6.2. Ganchos estándar

De acuerdo con la norma NSR 10, los ganchos estándar deben ser:

- Doblez de 180° más una extensión de cuatro (4) diámetros de la barra, pero no menor de 65 mm en el extremo libre de la barra.
- Doblez de 90° más una extensión de doce (12) diámetros de la barra, en el extremo libre de la barra.

Para estribos y ganchos de estribo se tienen los siguientes ganchos estándar:

- Barras No. 5 y menores, doblez de 90° más seis (6) diámetros de la barra de extensión en el extremo libre de la barra.
- Barras No. 6 a No. 8, doblez a 90° más extensión de doce (12) diámetros de la barra en el extremo libre de la barra.
- Barras No. 8 y menores, doblez de 135° más extensión de seis (6) diámetros de la barra en el extremo libre de la barra.

MULTINEGOCIOS	OBRAS CIVILES	NC-MN-OC07-07	REV. 0
	ACERO DE REFUERZO	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: PAGM
		APROBÓ: LFAG	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A
		UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 7 de 10

#### 4.2.7. Colocación del acero de refuerzo

Todo el acero de refuerzo se debe colocar en la posición exacta mostrada en los planos, y debe asegurarse firmemente para impedir su desplazamiento durante la colocación y vibrado del concreto. El acero de refuerzo al ser colocado en su disposición final, debe estar libre de polvo, escamas de óxido, rebabas de concreto, pintura, grasa o cualquier otro tipo de material que pueda afectar la adherencia del acero al concreto.

Los recubrimientos libres del acero de refuerzo, los diámetros mínimos de doblaje de las barras, las longitudes de anclaje y traslape y todos los detalles de figuración se deben hacer de acuerdo con lo estipulado en los planos estructurales.

Las barras de acero se deben asegurar adecuadamente para evitar que se muevan al vaciar o vibrar el concreto. Además, este se debe asegurar en las intersecciones con alambre dúctil utilizando un amarrador o la herramienta adecuada.

La distancia del acero a las formaletas se debe mantener por medio de bloques de mortero prefabricados con las mismas características del elemento a vaciar, tensores, silletas de acero, clip de sujeción, ruedas de plástico, puentes plásticos, fundas protectoras u otros dispositivos aprobados por EPM. Por ningún motivo se acepta el uso de otro elemento, como trozos de madera, material de suelo, rocas etc.



Los elementos metálicos de soporte que van a quedar en contacto con la superficie exterior del concreto deben ser protegidos contra la corrosión, mediante galvanización en caliente según normas ASTM A153 o ASTM A123, según el tipo de material.

Cuando se requiera soldar las varillas de acero de refuerzo, se deben seguir los procedimientos y disposiciones de las normas NSR-10, NTC 4040 y AWS D1.4.

Otros elementos metálicos como insertos, pernos de anclajes o barras lisas usadas como espigos (dovelas) en juntas de expansión o contracción no se consideran normalmente como refuerzo según las disposiciones del título C de la norma NSR-10.

Durante el vaciado del concreto, se debe vigilar en todo momento que se conserven inalteradas las distancias entre las barras y el recubrimiento libre entre el acero de refuerzo y las caras internas de la formaleta.

No se permite el uso de ningún elemento metálico o de cualquier otro material que aflore de las superficies del concreto acabado, distinto a lo indicado expresamente en los planos, o en las especificaciones adicionales que ellos contengan.

<b>MULTINEGOCIOS</b>	<b>OBRAS CIVILES</b>	<b>NC-MN-OC07-07</b>	REV. <b>0</b>
	<b>ACERO DE REFUERZO</b>	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: PAGM
		APROBÓ: LFAG	FECHA:
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A	 ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada
			PÁGINA: 8 de 10



#### 4.2.7.1. Recubrimiento mínimo

El recubrimiento mínimo para el acero de refuerzo debe ser el indicado en los planos y especificaciones, cumpliendo lo establecido en la NSR-10. En general se debe tener en cuenta los siguientes recubrimientos para el acero de refuerzo:

- Cuando el concreto se coloque directamente sobre el terreno, en contacto con el suelo: 75 mm
- En superficies que han de quedar expuestas a la intemperie o en contacto con suelos de rellenos:  
Barras No. 6 a No. 18: 50 mm  
Barras No. 5 y menores: 40 mm
- Concreto no expuesto a la intemperie, ni en contacto con el suelo:  
En losas, muros y viguetas para barras No. 11 y menores: 20 mm  
En vigas y columnas, refuerzo principal, estribos y espirales: 40 mm

Para cualquier otro tipo de condición deben verificarse los recubrimientos mínimos especificados en la norma NSR-10.

#### 4.2.7.2. Traslapos y uniones

Los traslapos para las barras de acero deben ser los indicados en los planos estructurales y especificaciones, cumpliendo lo establecido en la norma NSR-10 y se deben colocar en los sitios mostrados en los planos o donde lo indique EPM.

Las barras traslapadas deben quedar colocadas en contacto, se deben amarrar con alambre, de tal manera, que mantengan la alineación y su espaciamiento especificado. Los traslapos de refuerzo en vigas, losas y muros, se deben alternar a lado y lado de la sección.



Cuando se trate de traslapos hechos con soldadura, se debe tener en cuenta lo indicado al respecto, en la norma NSR-10 y al Structural Welding Code – Reinforcing Steel AWS D1.4.

Se puede utilizar unión mecánica para traslapos, previa aprobación de EPM, y con la certificación de resistencia a la compresión y a la tracción de un laboratorio competente.

#### 4.2.8. Ensayos

Las barras de refuerzo y las mallas electrosoldadas deben ser sometidas a ensayos en la fábrica, de acuerdo con lo indicado en el título C de la norma NSR-10 (numeral C.3.5.10.2).

Se deben presentar a la interventoría y a EPM los certificados de conformidad para las barras de acero y para las mallas electrosoldadas de acero con las normas NTC aplicables.

MULTINEGOCIOS	OBRAS CIVILES	NC-MN-OC07-07	REV. 0	
	ACERO DE REFUERZO	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: PAGM	
		APROBÓ: LFAG	FECHA:	
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A	 ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 9 de 10



## 5. ACTIVIDADES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN.

- Corte del acero de refuerzo
- Figurado del acero de refuerzo
- Amarre del acero de refuerzo
- Colocación del acero de refuerzo

## 6. MATERIALES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN.

- Barras corrugadas de acero
- Malla electrosoldada
- Alambre negro
- Distanciadores



MULTINEGOCIOS	OBRAS CIVILES	NC-MN-OC07-07	REV. 0		
	ACERO DE REFUERZO	ELABORÓ: SAOV	REVISÓ: PAGM		
		APROBÓ: LFAG	FECHA:		
CENTROS DE EXCELENCIA TÉCNICA UNIDAD NORMALIZACIÓN Y LABORATORIOS	ANSI A		ESCALA: N/A	UNIDAD DE MEDIDA: Indicada	PÁGINA: 10 de 10