

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

**PARTE: 2. MATERIALES PARA ESTRUCTURAS**

**TÍTULO: 03. Acero y Productos de Acero**

**CAPÍTULO: 004. Acero de Refuerzo Galvanizado para Concreto Hidráulico**

**A. CONTENIDO**

Esta Norma contiene los requisitos de calidad del acero de refuerzo galvanizado, proveniente de lingote o palanquilla, que se utilice en estructuras de concreto hidráulico.

**B. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN**

El acero de refuerzo galvanizado para concreto hidráulico es el conjunto de varillas de acero, lisas o corrugadas, que se utilizan para tomar los esfuerzos internos de tensión que se generan por la aplicación de cargas, contracción por fraguado y cambios de temperatura, en una estructura de concreto hidráulico, a que se refiere la Norma N-CMT-2-03-001, *Acero de Refuerzo para Concreto Hidráulico*, pero tratadas mediante un proceso de galvanización que les provee un recubrimiento protector de zinc aplicado por inmersión en caliente, dentro de un baño de zinc fundido, con el propósito de evitar su corrosión. El acero se clasifica según el esfuerzo de fluencia que pueda resistir, como se indica en esa Norma y las varillas se identifican por el número de designación señalado en la misma Norma.

De acuerdo con el recubrimiento de zinc y su grado de pureza, el galvanizado se clasifica con la clase y tipo que se indica en las Tablas 1 y 2 de esta Norma.

Una varilla galvanizada quedará definida por su número de designación y el grado del acero, de acuerdo con la Norma N-CMT-2-03-001, *Acero de Refuerzo para Concreto Hidráulico*.

**TABLA 1.- Clasificación del galvanizado según el recubrimiento de zinc**

Clase del galvanizado		Recubrimiento mínimo de zinc g/m <sup>2</sup>
I	Varillas N° 3 <sup>[1]</sup>	915
	Varillas N° 4 <sup>[1]</sup> o mayores	1 070
II	Varillas N° 3 <sup>[1]</sup> o mayores	610

[1] Número de designación de las varillas de acuerdo con la Norma N-CMT-2-03-001, *Acero de Refuerzo para Concreto Hidráulico*.

**TABLA 2.- Clasificación del galvanizado según el grado de pureza del zinc**

Tipo del galvanizado	Grado de pureza
1	Zinc alto grado especial (SHG)
2	Zinc alto grado (HG)
3	Zinc de primera (PW)

**C. REFERENCIAS**

Esta Norma se complementa con las siguientes:

NORMAS Y MANUALES	DESIGNACIÓN
Acero de Refuerzo para Concreto Hidráulico .....	N-CMT-2-03-001
Muestreo de Materiales y Productos de Acero .....	M-MMP-2-03-001
Determinación de la Composición Química del Zinc para Galvanizado de Acero de Refuerzo .....	M-MMP-2-03-017
Masa del Recubrimiento de Zinc en Acero de Refuerzo Galvanizado .....	M-MMP-2-03-018

**D. REQUISITOS DE CALIDAD**

El acero de refuerzo galvanizado para concreto hidráulico cumplirá con los requisitos de calidad que se indican a continuación.

**D.1. REQUISITOS QUÍMICOS****D.1.1. Varillas de acero**

La composición química del acero empleado en la fabricación de varillas proveniente de lingotes o palanquillas, antes de ser galvanizadas, cumplirá con los requisitos químicos establecidos en la Norma N-CMT-2-03-001, *Acero de Refuerzo para Concreto Hidráulico*.

**D.1.2. Zinc**

El zinc cumplirá con la composición química que se indica en la Tabla 3 de esta Norma, según el tipo del galvanizado que establezca el proyecto o apruebe la Secretaría, determinada como se indica en el Manual M-MMP-2-03-017, *Determinación de la Composición Química del Zinc para Galvanizado de Acero de Refuerzo*.

**TABLA 3.- Composición química del zinc**

Tipo del galvanizado	Composición química del zinc							
	%							
	Pb Máx.	Fe Máx.	Cd Máx.	Al Máx.	Cu Máx.	Sn Máx.	Total otros máx.	Zinc Mín.
1	0,003	0,003	0,003	0,002	0,002	0,001	0,01	99,99
2	0,030	0,020	0,020	0,010	-	-	0,10	99,90
3	0,5 - 1,4	0,050	0,200	0,010	0,200	-	2,00	98,00

**D.1.3. Composición del baño**

**D.1.3.1.** El volumen del baño fundido que se requiera para galvanizar las varillas, contendrá como mínimo el noventa y ocho (98) por ciento de la masa de zinc necesaria para proveer el recubrimiento que se establece en el Inciso D.2.2. de esta Norma, para el número y dimensiones de las varillas por galvanizar.

**D.1.3.2.** Se podrán agregar al baño pequeñas cantidades de otros elementos como aluminio, níquel o estaño, para ayudar al galvanismo. El uso de estos elementos se permitirá siempre y cuando el baño contenga el porcentaje de zinc establecido en el Párrafo anterior y podrán agregarse como parte de una carga de zinc prealeado o directamente al baño, usando una aleación principal.

**D.1.4. Cromatado**

Para evitar una reacción vigorosa entre la varilla y la pasta fresca del cemento Pórtland, es necesario que la capa galvanizada sea cromatada, considerando lo siguiente:

## **CMT. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES**

N-CMT-2-03-004/06

- D.1.4.1.** Si el cromatado se efectúa inmediatamente después de la galvanización, éste puede realizarse templando las varillas de acero de refuerzo, a una temperatura mínima de treinta y dos (32) grados Celsius, en una solución de cromato que contenga por lo menos dos (2) kilogramos de dicromato de sodio o dos (2) litros de ácido crómico, por cada metro cúbico de agua. Las varillas de acero de refuerzo galvanizadas permanecerán sumergidas en la solución durante veinte (20) segundos como mínimo.
- D.1.4.2.** Si el cromatado se efectúa cuando las varillas de refuerzo galvanizadas estén a temperatura ambiente, éste se hará como se indica en el Párrafo anterior, pero añadiendo previamente a la solución de cromato, como activador, de cinco (5) a diez (10) litros de ácido sulfúrico, por cada metro cúbico de solución. En este caso, no hay requerimientos de temperatura para la solución activada.
- D.1.4.3.** Como técnica alternativa, puede aplicarse directamente al agua de mezclado del concreto, ciento cuatro (104) gramos de dicromato de sodio dihidratado o ciento tres (103) gramos de dicromato de potasio puro, por cada tonelada de cemento.
- D.1.4.4.** La Secretaría podrá autorizar la utilización de soluciones de cromato patentadas, en lugar de las indicadas en los Párrafos D.1.4.1. y D.1.4.2. de esta Norma, siempre y cuando su desempeño sea equivalente.

## **D.2. REQUISITOS FÍSICOS**

### **D.2.1. Varillas de acero**

- D.2.1.1.** Las varillas de acero cumplirán con lo establecido en la Norma N-CMT-2-03-001, *Acero de Refuerzo para Concreto Hidráulico*.
- D.2.1.2.** Inmediatamente antes de la galvanización, las varillas estarán libres de inclusiones de escoria y de residuos de la sal de amonio y zinc (flux) que, en su caso, se haya utilizado para protegerlas contra la oxidación.

**D.2.2. Recubrimiento de zinc**

**D.2.2.1.** El recubrimiento de las varillas galvanizadas tendrá un acabado continuo, uniforme, liso, libre de defectos perjudiciales tales como ampollas, manchas, escurrimientos, aglutinamiento y lunares sin recubrimiento, lo que se verificará mediante inspección visual.

**D.2.2.2.** La masa unitaria del recubrimiento de zinc, expresada en gramos por metro cuadrado (g/m<sup>2</sup>) y determinada en muestras de las varillas galvanizadas, para pruebas físicas de acero de refuerzo, obtenidas conforme a lo indicado en el Manual M-MMP-2-03-001, *Muestreo de Materiales y Productos de Acero*, cumplirá con los valores establecidos en la Tabla 4 de esta Norma, según la clase del galvanizado que establezca el proyecto o apruebe la Secretaría.

**TABLA 4.- Masa del recubrimiento de zinc en las varillas galvanizadas**

Unidades en g/m<sup>2</sup>

Clase del recubrimiento		Masa mínima del recubrimiento de zinc <sup>[1]</sup>	
		En una sola probeta	Promedio de 3 probetas
I	Varillas N° 3 <sup>[2]</sup>	915	1 010
	Varillas N° 4 <sup>[2]</sup> o mayores	1 070	1 180
II	Varillas N° 3 <sup>[2]</sup> o mayores	610	670

[1] Determinada mediante los procedimientos contenidos en el Manual M-MMP-2-03-018, *Masa del Recubrimiento de Zinc en Acero de Refuerzo Galvanizado*.

[2] Número de designación de las varillas de acuerdo con la Norma N-CMT-2-03-001, *Acero de Refuerzo para Concreto Hidráulico*. El diámetro nominal de una varilla corrugada es equivalente al que tiene una varilla de sección circular lisa que tenga la misma masa nominal por metro de la varilla corrugada, que se indica en la misma Norma. La masa del recubrimiento señalada en esta Tabla, está basada en una relación de área supuesta de 1,2:1 (superficie real recubierta a superficie calculada con el diámetro nominal de la varilla).

**D.2.2.3.** El recubrimiento de zinc tendrá una adherencia tal que no pueda ser removido por ningún proceso razonable de manipulación o levantamiento.

## **CMT. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES**

N-CMT-2-03-004/06

- D.2.2.4.** Se rechazarán las varillas que queden pegadas entre sí después del proceso de galvanizado. La presencia de rajaduras o puntos agudos es peligrosa en el manejo, por lo que serán causa de rechazo.
- D.2.2.5.** Las varillas galvanizadas serán rechazadas cuando el recubrimiento de zinc muestre daños perceptibles durante la inspección visual, en una extensión que exceda el dos (2) por ciento de la superficie de la varilla en una longitud de treinta (30) centímetros. Si la extensión de los daños es menor o si, por necesidades constructivas, es necesario recortar las varillas, los daños y las superficies descubiertas por los cortes, se repararán pintándolos con dos (2) capas de pintura rica en zinc, considerando lo siguiente:
- a) La superficie por reparar estará limpia, seca y libre de aceite, grasas y productos corrosivos. Para limpiarla se aplicará arena a presión hasta obtener el aspecto de metal blanco en la superficie del acero; cuando las condiciones no permitan la limpieza con arena a presión, se permitirá el desbastado con disco de esmeril hasta lograr un acabado de metal brillante. La preparación de la superficie dañada abarcará una longitud de por lo menos dos (2) centímetros más a cada lado de la extensión de los daños.
  - b) Antes de aplicar la pintura, se limpiará la superficie con solvente para eliminar cualquier residuo de grasa.
  - c) Se aplicará la pintura rica en zinc con brocha o con un rociador, siguiendo las recomendaciones del fabricante, hasta alcanzar un espesor de recubrimiento por lo menos igual al espesor original del resto del recubrimiento.
- D.2.2.6.** Una apariencia final gris mate del recubrimiento de zinc, en sí misma no será causa de rechazo.

### **E. IDENTIFICACIÓN**

Cuando el galvanizador identifique el pedido de las varillas galvanizadas en cualquier documento, ya sea orden de embarque, remisión, factura y certificado de calidad, entre otros, indicará como mínimo, para cada lote, los datos siguientes:

- E.1.** Nombre del galvanizador.
- E.2.** Número de lote.
- E.3.** Nombre del fabricante de las varillas y país de origen cuando se trate de varillas importadas.
- E.4.** Cantidad en kilogramos (kg) o en toneladas (t).
- E.5.** Número de designación de las varillas o diámetro nominal y grado del acero, de acuerdo con lo indicado en la Norma N-CMT-2-03-001, *Acero de Refuerzo para Concreto Hidráulico*.
- E.6.** Clase y tipo del galvanizado, incluyendo la masa del recubrimiento de zinc sobre las varillas, en gramos por metro cuadrado ( $\text{g/m}^2$ ).
- E.7.** La longitud de las varillas en metros (m) y su presentación: recta o doblada.

#### **F. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO**

Con el propósito de evitar el deterioro de las varillas de acero de refuerzo galvanizado para concreto hidráulico, antes de su utilización en la obra, se tendrá cuidado en su transporte y almacenamiento, atendiendo los siguientes aspectos:

- F.1.** Las varillas galvanizadas serán almacenadas y transportadas de tal manera que se evite la abrasión entre paquetes de varillas o entre ellas.
- F.2.** Las varillas galvanizadas permanecerán libres de polvo, pintura, aceite u otros materiales contaminantes.
- F.3.** Se protegerán las áreas de contacto del equipo para el manejo de las varillas galvanizadas.
- F.4.** Las varillas galvanizadas se almacenarán de acuerdo con su diámetro, sobre tarimas para evitar su contacto con el suelo. Cuando sea necesario apilar paquetes de varillas, se colocarán tablas entre ellos, espaciadas con la suficiente cercanía para prevenir el aflojamiento en los paquetes.
- F.5.** Las varillas galvanizadas serán descargadas tan cerca como sea posible de sus puntos definitivos de colocación o bajo la grúa de tal forma que puedan ser alzadas al sitio de colocación definitiva, para minimizar su manipulación.

- F.6.** Las varillas galvanizadas y las no galvanizadas serán almacenadas separadamente.

### G. CRITERIOS PARA ACEPTACIÓN O RECHAZO

La aceptación de las varillas de acero de refuerzo galvanizado para concreto hidráulico por parte de la Secretaría, se hará considerando lo siguiente:

- G.1.** Para que las varillas galvanizadas sean aceptadas por la Secretaría, antes de su utilización, el Contratista de Obra o el proveedor cuando se trate de obra por administración directa, entregará a la Secretaría un certificado de calidad por cada lote, que garantice el cumplimiento de todos los requisitos establecidos en esta Norma o los especificados en forma especial en el proyecto, expedido por su laboratorio o por un laboratorio externo, aprobado por la Secretaría.
- G.2.** Con objeto de controlar la calidad de las varillas galvanizadas, durante la ejecución de la obra, el Contratista de Obra realizará las pruebas necesarias, en muestras obtenidas como se establece en el Manual M-MMP-2-03-001, *Muestreo de Materiales y Productos de Acero* y mediante los procedimientos de prueba contenidos en los Manuales que se señalan en la Cláusula C. de la Norma N-CMT-2-03-001, *Acero de Refuerzo para Concreto Hidráulico* y de esta Norma, en el número y con la periodicidad que se establezcan en el proyecto autorizado por la Secretaría, que verifiquen que los requisitos químicos y físicos cumplan con los valores establecidos en esta Norma o los especificados especialmente en el proyecto, entregando a la Secretaría los resultados de dichas pruebas.
- G.3.** Si por fallas en el equipo de prueba o preparación incorrecta de los especímenes de prueba, cualquier espécimen probado no cumple con los requisitos de calidad establecidos en esta Norma, se repetirán las pruebas en dos (2) especímenes adicionales tomados al azar del mismo lote, por cada espécimen original que haya salido mal. Si los resultados de los especímenes adicionales probados cumplen con los requisitos establecidos, el lote será aceptado.



- G.4.** En cualquier momento la Secretaría puede verificar que las varillas galvanizadas suministradas, cumplan con cualquiera de los requisitos de calidad establecidos en esta Norma o los especificados especialmente en el proyecto, siendo motivo de rechazo el incumplimiento de cualquiera de ellos.

## H. BIBLIOGRAFÍA

Comité Técnico de Normalización Nacional de la Industria Siderúrgica, Norma Mexicana NMX-W-005-1984, *Metales No Ferrosos-Zinc-Lingotes*, México (1984).

American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), M120-96, *Standard Specification for Zinc*, EUA.

American Society for Testing and Materials (ASTM), E536-05, *Standard Test Methods for Chemical Analysis of Zinc and Zinc Alloys*, EUA.

American Society for Testing and Materials (ASTM), A767/A767M-05, *Standard Specification for Zinc-Coated (Galvanized) Steel Bars for Concrete Reinforcement*, EUA.

American Society for Testing and Materials (ASTM), A90/A90M-01, *Standard Test Method for Weight [Mass] of Coating on Iron and Steel Articles with Zinc or Zinc-Alloy Coatings*, EUA.

American Society for Testing and Materials (ASTM), A780-01, *Standard Practice for Repair of Damaged and Uncoated Areas of Hot-Dip Galvanized Coatings*, EUA.