

---

**NORMA CUBANA**

**NC**

ASTM B-233: 2013  
(Publicada por la ASTM en 2007)

---

**ESPECIFICACIONES DEL ALAMBRÓN DE ALUMINIO 1350  
PARA TREFILAR, PARA USOS ELÉCTRICOS  
(ASTM B 233: 2007, IDT)**

Specifications for Aluminium 1350, drawing for stock for electrical purposes

---

ICS: 77.150.10

1. Edición    Octubre 2013  
REPRODUCCIÓN PROHIBIDA

Oficina Nacional de Normalización (NC) Calle E No. 261 El Vedado, La Habana. Cuba.  
Teléfono: 830-0835 Fax: (537) 836-8048; Correo electrónico: nc@ncnorma.cu; Sitio  
Web: www.nc.cubaindustria.cu



Cuban National Bureau of Standards

## **NC-ASTM B 233: 2013**

### **Prefacio**

La Oficina Nacional de Normalización (NC) es el Organismo Nacional de Normalización de la República de Cuba y representa al país ante las organizaciones internacionales y regionales de normalización.

La elaboración de las Normas Cubanas y otros documentos normativos relacionados se realiza generalmente a través de los Comités Técnicos de Normalización. Su aprobación es competencia de la Oficina Nacional de Normalización y se basa en las evidencias del consenso.

#### **Esta Norma Cubana:**

- Ha sido elaborada por el Comité Técnico de Normalización NC/CTN 72 de Conductores Eléctricos integrado por representantes de las siguientes entidades:
  - Empresa Productora ELEKA
  - Ministerio de las Fuerzas Armadas Revolucionarias (MINFAR)
  - Ministerio del Turismo (MINTUR)
  - Ministerio de Industria (MINDUS)
  - Ministerio de Energía y Minas (MINEM)
  - Ministerio de la Construcción (MICONS)
  - Ministerio de Educación Superior (MES)
  
- Es una adopción idéntica por el método de traducción de la norma ASTM B 233/B 233M-2007 *Specifications for Aluminium 1350, drawing for stock for electrical purposes.*

### **© NC, 2013**

**Todos los derechos reservados. A menos que se especifique, ninguna parte de esta publicación podrá ser reproducida o utilizada en alguna forma o por medios electrónicos o mecánicos, incluyendo las fotocopias, fotografías y microfilmes, sin el permiso escrito previo de:**

**Oficina Nacional de Normalización (NC)**

**Calle E No. 261, El Vedado, La Habana, Habana 4, Cuba.**

**Impreso en Cuba.**

## ESPECIFICACIONES DEL ALAMBRÓN DE ALUMINIO 1350 PARA TREFILAR, PARA USOS ELÉCTRICOS

### 1 Objeto

1.1 Esta Norma Cubana establece los requisitos que debe cumplir y los ensayos a los cuales debe ser sometido el alambre 1350 para trefilar, con diámetro entre 9,52 mm (0,375 pulgadas) y 25,40 mm (1,0 pulgadas) en los temple mostrados en la tabla 1, utilizado para trefilar alambre para conductores eléctricos (véanse las notas explicativas 1 y 2).

Nota.1 Antes de 1975 el aluminio 1350 se designaba como E. C.

Nota. 2 Las designaciones de aluminio y temple están conformes con la norma ANSI – H-35 1 H-35 – El aluminio 1350 corresponde a la UNS A9 1350 de acuerdo con la práctica ASTM-E 527 (véanse las tablas 1 a 5).

### 2 Referencias normativas

2.1 Los siguientes documentos con la edición vigente a la fecha de compra de los materiales.

#### 2.2 Normas ASTM

**B193** Test Method for Receptivity of Electrical Conductor Materials

**B354** Terminology Relating to Uninsulated Metallic Electrical Conductors

**B557** Test Methods for Tension Testing Wrought and Cast Aluminium- and Magnesium-Alloy Products

**B830** Specification for Uniform Test Methods and Frequency

E227 Test Method for Optical Emission Spectrometric Analysis of Aluminium and Aluminium Alloys by the Point-to-Plane Technique

**E34** Test Methods for Chemical Analysis of Aluminium and Aluminium-Base Alloys

**E527** Practice for Numbering Metals and Alloys in the Unified Numbering System (UNS)

**E55** Practice for Sampling Wrought Nonferrous Metals and Alloys for Determination of Chemical Composition

#### 2.3 ANSI Standard

ANSIH35.1M American National Standard for Alloy and Temper Systems for Aluminium [Metric]

#### 2.4 Documento NIST

NBS Handbook 100 Copper Wire Table

### 3. Información para pedido

3.1 Los pedidos de material bajo esta norma deben incluir la siguiente información:

3.1.1 Cantidad.

3.1.2 Diámetro. (Véase el numeral 11.1).

3.1.3 Temple. (Véase tabla 1 y la explicación de las notas 1 y 2).

3.1.4 Si se permiten uniones. (Véase el numeral 8.1).

3.1.5 Si se requieren ensayos de las uniones permitidas y el número de especímenes por ensayar. (Véase el numeral 8.2).

3.1.6 Tamaño del rollo y su masa. (Véase el numeral 14.2).

3.1.7 Si se requiere empaque para protección de los rollos. (Véase el numeral 14.3).

3.1.8 Si se requiere marcas especiales en el rotulado. (Véase el numeral 14.4).

3.1.9 Si se requiere inspección o testimonio de inspección antes del despacho por un representante del comprador. (Véase la sección 13).

**4 Fabricación**

4.1 A menos que se especifique otra cosa el fabricante tiene la opción de fabricar el alambón a partir de lingotes colados individualmente o de barras obtenidas de colada continua. Solamente se debe de emplear un método de producción para cualquier orden.

4.2 A menos que se especifique otra cosa el productor debe tener la opción de suministrar alambón en el temple H2X cuando se especifique H1X o de suministrar alambón en temple H1X cuando se especifique H2X. Solamente un temple debe ser suministrado en una orden dada. (Véase la Nota 1 y la norma ANSI H35.1)

**Tabla 1—Límites de Resistencia a la Tracción<sup>(A)</sup>**

Temple	Resistencia a la tracción, MPa	
	MPa	ksi
1350 - 0	59 - 97	8,5 - 14,0
1350 H12 ó H22	83 - 117	12,0 - 17,0
1350 H14 ó H24	103 - 139	15,0 - 20,0 <sup>A</sup>
1350 H16 ó H26	117 - 150	17,0 - 22,0 <sup>A</sup>

<sup>(A)</sup> Aplicable a alambres con diámetro hasta 12,70 mm (0,5 pulgadas). Los valores aplicables para calibres mayores de esos temples, se deben acordar entre productor y comprador.

## 5 Composición química

**5.1** El alambión debe cumplir con los requisitos indicados en la tabla 2, en cuanto a la composición química. La conformidad debe ser determinada por el productor mediante el análisis de muestras tomadas al momento de verter los lingotes o las varillas de colada continua, o bien de muestras tomadas del producto terminado o semi-terminado. Si el productor ha determinado la composición química del material durante el curso de la fabricación, no se requiere el muestreo ni el análisis del producto terminado.

### 5.2 Número de muestras

El número de muestras tomadas para determinar la composición química se debe de seleccionar de la siguiente manera.

**5.2.1** Cuando las muestras se toman en el momento que se vierten los lingotes, se debe tomar al menos una muestra que represente cada grupo de lingotes provenientes de la misma colada.

**5.2.2** Cuando las muestras se toman en el momento de colar las barras, se debe tomar al menos una muestra representativa de cada colada.

**5.2.3** Cuando las muestras se toman en el producto terminado o semi-terminado, se debe tomar una muestra por cada 2 300 Kg. o fracción del material que forma el despacho, pero no se debe tomar más de una muestra por cada rollo que no contenga uniones.

### 5.3 Método de muestreo

Las muestras para la determinación de la composición química se deben de tomar de acuerdo con uno de los siguientes métodos:

**5.3.1** Las muestras para análisis químico deben ser obtenidas del material por taladrado, aserrado, fresado, torneado o cortando una pieza o piezas representativas hasta obtener una masa de muestra preparada no menor de 75g. El muestreo se debe de hacer de acuerdo con la norma ASTM E 55.

**5.3.2** Las muestras para el análisis espectro-químico o por otros métodos deben ser adecuadas para la forma del material por analizar y el tipo de método analítico empleado.

### 5.4 Métodos de análisis

La determinación de la composición química debe hacerse de acuerdo con métodos apropiados, (Métodos de ensayos ASTM E 34), espectro químico (ASTM E 227) u otros métodos.

## 6. Acabado

**6.1** El alambión debe ser uniforme en calidad y temple, debiendo ser adecuado para trefilación de alambre

**6.2** El alambión debe estar limpio, bien elaborado, liso libre de porosidades, recubrimientos, grietas, enroscamiento, torceduras, vetas, extremos dañados, excesivo lubricante y otros defectos perjudiciales entro de los limites de una buena practica comercial.

## **7 Requisitos de tracción**

### **7.1 Límites**

**7.1.1** La resistencia a la tracción de los respectivos temple de alambón deben de estar de acuerdo con los requisitos especificados en la tabla 1.

Todos los resultados de los ensayos de tracción deben reportarse.

**7.1.2** Los ensayos de tracción sobre especímenes de alambón terminado con uniones no debe ser no menor de 59 MPa (8 500 psi) para el alambón 1350-0 y no menor de 76 MPa (11 000 psi), para los otros temple.

### **7.2 Número de especímenes**

Se toma un espécimen por cada rollo de 2 300 Kg. (5 000 lb.)

**7.2.1** No se requieren hacer ensayos para verificar la conformidad con el numeral 7.1.2 a menos que se hayan acordado en el momento de ordenar el pedido. El número de especímenes debe ser según lo negociado. (Véase el numeral 8.2).

### **7.3 Tipo de especímenes**

Los especímenes para los ensayos de tracción deben ser de la sección completa del alambón o especímenes maquinados a partir de el. Los especímenes maquinados deben de estar de acuerdo con la Figura 8 del método de la norma ASTM B 557. En caso de conflicto, los especímenes para el ensayo de tracción deben tener la sección completa.

### **7.4 Método de ensayo**

Los ensayos de tracción deben de estar de acuerdo con el método ASTM B 557. Cuando se ensaye la sección completa, la longitud libre entre mordazas de la maquina de ensayos debe ser de por lo menos 250 mm (10 pulgadas) (Véase la Nota explicativa 2).

## **8 Uniones**

**8.1** El alambón debe ser suministrado en rollos de tramos continuos sin uniones, a menos que se especifique lo contrario. Cuando se permitan uniones, estas se deben realizar por soldadura eléctrica a tope, por soldadura a presión en frío o por soldadura eléctrica a tope por recalcado en frío.

**8.2** Cuando lo solicite el comprador y lo acepte el productor, se debe determinar la carga de ruptura de las uniones en el alambón terminado. (Véase el numeral 7.2.1).

## **9. Resistividad**

**9.1** La resistividad eléctrica del alambón, en el temple suministrado, debe cumplir con los requisitos especificados en la Tabla 3 (Nota explicativa 3).

### 9.2 Número de especímenes

Se requiere un espécimen por cada lote de 14 000 Kg. (30 000 lb.).

### 9.3 Método de ensayo

El ensayo de resistividad debe de hacerse sobre toda la sección de las muestras de alambón de acuerdo con ASTM B 193.

**Tabla 2—Requisitos Químicos <sup>(A)</sup>**

Elemento		Composición %
Silicio,	Máx.	0,10
Hierro,	Máx.	0,40
Cobre,	Máx.	0,05
Manganeso,	Máx.	0,01
Cromo,	Máx.	0,01
Cinc,	Máx.	0,05
Boro,	Máx.	0,05
Galio,	Máx.	0,03
Vanadio + titanio		
Máx en total		0,02
Otros elementos		
Máx c/u		0,03
Otros elementos		
Total máx.		0,10
Aluminio	Mín.	99,50

**(A)** Los análisis deben ser efectuados regularmente solamente para los elementos especificados en esta Tabla. Sin embargo si se sospecha o señala la presencia de otros elementos en cantidades mayores que los límites especificados, se deben efectuar análisis adicionales para determinar que tales elementos no se presentan en cantidades que excedan los límites especificados.

**Tabla 3—Límites de resistividad eléctrica**

Temple	Resistividad $\Omega \text{ mm}^2/\text{m}$ , máxima	Conductividad volumétrica equivalente, mínima, % IACS
1350 - 0	0,027 899	61,8
1350 H12 y H22	0,028 035	61,5
1350 H14 y H24	0,028 080	61,4
1350 H16 y H26	0,028 126	61,3

## 10 Densidad

**10.1** Para propósitos de calcular la densidad lineal, el peso, la sección transversal, etc., la densidad del aluminio 1350 debe tomarse como 2705 Kg. /m<sup>3</sup> (0,0975 lb. /pulgadas<sup>3</sup>) a 20 °C.

## 11 Diámetro y variación permisible

11.1 El diámetro del alambre debe ser especificado en mm, con aproximación de 0.01 mm o el diámetro de alambre debe ser especificado en pulgadas con aproximación de 0.001 pulgadas

11.2 El diámetro del alambroón se debe determinar al menos en un 10 % de los rollos que componen el lote. El diámetro no debe variar del especificado en más de lo permitido en la tabla 5.

Tabla 4 — Equivalencias de valores de resistividad a 20°C<sup>A</sup>

Material	Conductividad volumétrica % IACS	Constantes de resistividad volumétrica			
		$\Omega \text{ mm}^2/\text{m}$	$\mu\Omega\text{-cm}$	$\Omega\text{-cmil/pie}$	$\mu\Omega/\text{pulgada}$
Cobre	100	0,017 241	1,724 1	10,371	0,678 79
Aluminio	61,3	0,028 126	2,812 6	16,919	1,107 3
	61,4	0,028 080	2,808 0	16,891	1,105 5
	61,5	0,028 035	2,803 5	16,864	1,103 7
	61,8	0,027 899	2,789 9	16,782	1,098 4

<sup>A</sup> Los valores equivalentes de resistividad para el 100% de conductividad, IACS, fueron calculados a partir del valor fundamental IEC ( $1/58 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$ ) usando factores de conversión con exactitud de por lo menos siete cifras significativas cada uno. Los valores correspondientes para otras conductividades (aluminio), se derivaron de estos, multiplicándolos por el recíproco de las relaciones de conductividad, con una exactitud de por lo menos siete cifras significativas.

## 12 Número de ensayos y reensayos

12.1 Si una muestra falla en el cumplimiento de los requisitos de las secciones 7 y 9, se deben ensayar dos muestras adicionales del mismo rollo. Si una de estas muestras falla, ese rollo y el lote representado en esa muestra queda sujetos a rechazo; sin embargo, pueden ser sometidos a inspección todos los rollos para probar sus características y se rechazan los rollos que no cumplan.

12.2 Si un rollo falla el cumplimiento de las variaciones de diámetro permitido en la tabla 5, cada rollo del lote debe ser medido y los rollos no conformes deben ser rechazados.

## 13 Inspección

13.1 A menos que se especifique de otra manera en el contrato o la orden de compra, el fabricante debe ser responsable por la realización de todos los requisitos de inspección y ensayo especificados.

13.2 Todos los ensayos e inspecciones se deben realizar en el sitio de la fabricación final, salvo acuerdo diferente entre comprador y productor, en el momento del pedido.

**13.3** El productor debe proporcionar, al inspector que representa al comprador, todas las facilidades razonables para verificar que el material fabricado esté de acuerdo con la presente norma.

**13.4** Un lote de inspección debe consistir en una cantidad identificable de material sometido a inspección a un mismo tiempo. Cada lote debe de estar constituido por alambroón del mismo calibre y temple, producidos esencialmente bajo las mismas condiciones en un periodo específico de tiempo.

**Tabla 5—Tolerancias del diámetro**

Diámetro especificado mm	Tolerancia	
	mm±	
	Desviación del diámetro medio <sup>(A)</sup> respecto al diámetro especificado	Desviación en cualquier punto respecto al diámetro especificado
9,52 - 12,70	0,51	0,76
12,73 - 25,40	0,64	0,89

<sup>A</sup> Para efecto de la presente norma, el diámetro medio es el promedio de los diámetros máximo y mínimo medidos en el mismo plano transversal a través del tramo.

Cuatro probetas de ensayo deben obtenerse uno por cada cuatro unidades de producción (Véase la nota explicativa 1) o de acuerdo con métodos estadísticos de muestreo según lo estipulado en la ASTM- 830

## 14 Empaque y rotulado

**14.1** El material debe ser empacado en rollos

**14.2** El tamaño del rollo y su masa están sujetos a acuerdo entre productor y comprador, el cual se debe especificar en el pedido.

**14.3** Los rollos se deben de proteger para su envío solamente cuando se especifique en la orden de compra. La calidad y aplicación del empaque protector debe ser el adecuado para proteger el alambroón contra posibles daños de manipulación y transportación normales.

**14.4** Cada rollo debe de portar un rotulo que indique: norma o marca del fabricante, calibre, tipo de aluminio y temple del material. Si se requiere información adicional esta se debe acordar en el pedido.

## 15 Control estadístico del proceso

**15.1** Cuando se utilice el control estadístico del proceso, el muestreo estadístico del proceso debe cumplir con la norma ASTM B 830. El índice de control de proceso no debe ser menor de 1,3. Si se solicitan, se deben suministrar al cliente gráficas de control con la forma y estilo indicados en el manual 7 ASTM con cada pedido que sea representativo de los procesos usados en la fabricación del producto.

## 16 Descriptores

**16.1** Aluminio; alambón de aluminio para trefilar; alambre de aluminio; alambón para trefilar; alambre.

### Notas explicativas

- 1) La selección del temple apropiado del alambón depende del tamaño del alambre que se va a trefilar, las propiedades deseadas del alambre y las practicas empleadas para trefilar el alambre.
- 2) Para definiciones de los términos relacionados con conductores se debe hacer referencia a la terminología en la ASTM B 354.
- 3) Los temples H1X (endurecidos por deformación solamente) y los H2X (endurecidos por deformación y recocido parcial) del alambón se consideran igualmente adecuados para propósitos eléctricos.
- 4) En los ensayos de tracción, los valores obtenidos pueden ser afectados por la velocidad de ensayo. Se recomienda que para los criterios de conformidad, la velocidad no exceda a 0,5 mm/mm de longitud entre marcas o distancia entre mordaza por minuto.
- 5) Las relaciones que pueden resultar útiles en conexión con los valores de la resistividad eléctrica prescrita en la Tabla 3, se muestran en la Tabla 4.

Las unidades de resistividad están basadas en el "IACS" adoptado por IEC en 1913 que es  $1/58 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$  a  $20^\circ\text{C}$  para conductividad del 100%. El valor  $0,017241 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$  a  $20^\circ\text{C}$  es el equivalente internacional de la resistividad volumétrica del cobre recocido con una conductividad igual al 100%. El NBS Handbook 100 contiene una discusión completa de este tema.

El uso de 5 cifras significativas para expresar la resistividad no implica la necesidad de una mayor exactitud en la medición de aquella especificada en el método de Ensayo ASTM B 193.

El uso de 5 cifras significativas se requiere para una conversión reversible razonablemente exacta entre un juego de unidades de resistividad y otro.

Los valores equivalentes de resistividad dados en la tabla fueron derivados del valor funcional de IEC ( $1/58 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$ ) calculado a 7 cifras significativas y luego redondeado a 5 cifras significativas.