

---

**NORMA CUBANA**

**NC**

**ASTM B 230:2010**  
**(Publicada por la ASTM en 2007)**

---

**ESPECIFICACIONES PARA ALAMBRE DE ALUMINIO 1350-H  
19 PARA USOS ELÉCTRICOS  
(ASTM B 230:2007, IDT)**

Standard specification for aluminium 1350-H19 wire for electrical purposes

---

ICS: 77.150.30

1. Edición    Diciembre 2010  
**REPRODUCCIÓN PROHIBIDA**

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



Cuban National Bureau of Standards

**NC-ASTM B-230:2010**

## **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 del Ministerio de la Industria Sideromecánica
  - Ministerio de las Fuerzas Armadas Revolucionarias
  - Ministerio del Turismo
  - Ministerio de la Industria Básica
  - Ministerio de la Construcción
  - Ministerio de Educación Superior
- Es una adopción idéntica de la norma ASTM B 230/B 230M-07 aluminium wire, alloy 1350-H19 for electrical purposes.

**© NC, 2010**

**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, Vedado, Ciudad de La Habana, Habana 4, Cuba.**

**Impreso en Cuba.**

## ALAMBRE DE ALUMINIO 1350–H19 PARA USOS ELÉCTRICOS

### 1 Objeto

**1.1** Esta norma cubre los alambres redondos de aluminio 1350-H19 (extra duro) para usos eléctricos.

**1.2** Los valores establecidos en libras/pulgadas o S. I. unidades se deben considerar separadamente como valores normalizados. Los valores en cada sistema no son exactamente equivalentes por lo tanto cada sistema debe ser usado independientemente del otro. La combinación de los dos sistemas puede resultar en no conformidad con la especificación.

**1.2.1** Para densidad, resistividad y temperatura, los valores en unidades del S.I. son considerados como normalizados.

**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-351, H-35 – El aluminio 1350 corresponde a la UNS A9 1350 de acuerdo con la práctica ASTM-E 527

**Nota 3** Para definición de términos encontrados en esta especificación relacionados con conductores eléctricos no aislados ver la terminología de la (ASTM B 354)

### 2 Normas relacionadas

**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 Resistivity of Electrical Conductor Materials

B233 Specification for Aluminum 1350 Drawing Stock for Electrical Purposes

B354 Terminology Relating to Uninsulated Metallic Electrical Conductors

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

B557M Test Methods for Tension Testing Wrought and Cast Aluminum- and Magnesium-Alloy Products (Metric) B830 Specification for Uniform Test Methods and Frequency

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

#### ANSI Standard

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

## 2.3 Documento NIST

NBS Handbook 100 Copper Wire Table

## 3 Terminología

### 3.1 Descripción de los términos específicos para esta norma

**3.1.1 Lote:** Grupo de unidades de producción mayor a 15 000 Kg. (30 000 Lb.) de masa de un tipo y calibre de alambre, el cual fue producido durante el mismo período de tiempo bajo condiciones similares de producción y es representado para su aceptación en el mismo tiempo (Véase las notas explicativas 1 y 2)

**3.1.2 Unidad de producción:** Rollo, carrete, bobina u otro empaque de alambre que representa un solo tramo.

**3.1.3 Muestra:** Unidad de producción o unidades de la cual una probeta o varias probetas de ensayo han sido extraídos y la cual es considerada que tiene las propiedades representativas del lote.

**3.1.4 Probeta:** Longitud de alambre retirada para propósitos de ensayos.

## 4 Información de pedidos

**4.1** Los pedidos de materiales cubiertos por esta norma deben incluir la siguiente información.

**4.1.1** Cantidad de cada calibre

**4.1.2** Calibre de Alambre. (Véase el numeral 11.1 y las tablas 1 o 2.)

**4.1.3** Ensayo especial de tensión si se requiere (Véase los numerales 7.2 y 7.3)

**4.1.4** Ensayo de frecuencia de doblado (Véase los numerales 8.1 y 14.5)

**4.1.5** Procedimientos especiales si es permitido (Véase el numeral 12.1)

**4.1.6** Lugar de Inspección. (Véase numeral 15.1)

**4.1.7** Tipo y Tamaño de Empaque (Véase el numeral 16.1)

**4.1.8** Marcaciones especiales en el empaque, si es requerido (Véase el numeral 16.4)

## 5 Materiales y fabricación

**5.1** El alambre de aluminio debe fabricarse a partir de alambón que cumpla con los requisitos de la (ASTM B-233)

Tabla1— Resistencia a la tensión y porcentaje de alargamiento

Diámetro de los alambres Pulgadas	Resistencia Mínima Ksi		Alargamiento % Mínimo En 10 pulgadas	
	Promedio Lote A	Individual	Promedio del lote	Individual
0.0105 a 0.0500	25.0	23.0	...	...
0.0501 a 0.0600	29.0	27.0	1.4	1.2
0.0601 a 0.0700	28.5	27.0	1.5	1.3
0.0701 a 0.0800	28.0	26.5	1.6	1.4
0.0801 a 0.0900	27.5	26.0	1.6	1.5
0.0901 a 0.1000	27.0	25.5	1.6	1.5
0.1001 a 0.1100	26.0	24.5	1.6	1.5
0.1101 a 0.1200	25.5	24.0	1.7	1.6
0.1201 a 0.1400	25.0	23.5	1.8	1.7
0.1401 a 0.1500	24.5	23.5	1.9	1.8
0.1501 a 0.1800	24.0	23.0	2.0	1.9
0.1801 a 0.2100	24.0	23.0	2.1	2.0
0.2101 a 0.2600	23.5	22.5	2.3	2.2

Tabla 2 — Resistencia a la tensión y porcentaje de alargamiento.

Diámetro , mm	Resistencia Minina a la tensión ( MPa)		Alargamiento ( % ) Mínimo en 250 mm	
	Promedio del Lote (a)	Individual	Promedio del Lote	Individual
0.227 a 1.25	170.0	160.0	...	...
1.26 a 1.50	200.0	185.0	1.4	1.2
1.51 a 1.75	195.0	185.0	1.5	1.3
1.76 a 2.00	195.0	185.0	1.6	1.4
2.01 a 2.25	190.0	180.0	1.6	1.5
2.26 a 2.50	185.0	175.0	1.6	1.5
2.51 a 2.75	180.0	170.0	1.6	1.5
2.76 a 3.00	175.0	165.0	1.7	1.6
3.01 a 3.50	170.0	160.0	1.8	1.7
3.51 a 3.75	170.0	160.0	1.9	1.8
3.76 a 4.50	165.0	160.0	2.0	1.9
4.51 a 5.25	165.0	160.0	2.1	2.0
5.26 a 6.50	160.0	155.0	2.3	2.2

## 6 Fabricación, acabado y apariencia

6.1 El alambre debe estar libre de imperfecciones no consistentes con la buena práctica comercial.

## 7 Propiedades de tensión

### 7.1 Esfuerzo de tensión y elongación

Los alambres deben estar conforme con los requisitos de esfuerzo de tensión y la elongación mostradas en la tabla 1 o 2 (Véase la nota explicativa 3)

7.2 Cuando lo requiera el comprador, los ensayos de tensión se deben realizar sobre probetas de alambre con uniones hechas en el alambren o en el alambre antes del trefilado final. En tales ensayos la resistencia mínima no debe ser inferior al 90 % del valor especificado en las tablas 1 ó 2 para ensayos individuales.

7.3 Cuando lo requiera el comprador, los ensayos de tensión se deben realizar sobre probetas de alambre con uniones hechas en el alambre terminado o durante el trefilado final, si estas se permiten. En este caso la resistencia a la tensión no debe ser menor de 145 Mpa (11.0 Ksi) para uniones soldadas eléctricamente o de 75 Mpa (21.0 Ksi) para uniones soldadas por presión en frío o por soldadura eléctrica a tope con posterior trabajo en frío.

## 8 Propiedades de doblado

8.1 El alambre debe estar libre de agrietamientos cuando lo evidencie su capacidad para ser enrollado alrededor de su propio diámetro con o sin mandril. No deben ocurrir fracturas. Las marcas leves en la superficie no deben constituir causas de rechazo.

## 9 Resistividad

9.1 La resistividad eléctrica no debe exceder los valores mostrados en la tabla 3 (Véase la nota explicativa 4).

A Para diámetros de alambre dentro 0.0501 a 0.2600 pulgadas, la resistencia promedio a la tensión para un lote se puede estimar de la siguiente ecuación logarítmica para propósitos de control de proceso, con el fin de que cumpla los requisitos de esta norma: Resistencia a la tensión en ksi =  $17.40 \cdot 3.84 \times \ln$  (diámetro del alambre en pulgadas). Los requisitos establecidos en la tabla se deben usar para los demás propósitos.

a) Para diámetros de alambre dentro de 1.26 mm a 6.50 mm la resistencia promedio a la tensión para un lote que se puede estimar de la siguiente ecuación logarítmica para propósitos de control de proceso con el fin de que cumpla los requisitos de esta norma. Resistencia a la tensión en Mpa =  $205.88 - 27.14 \times \ln$  (diámetro del alambre en mm). Los requisitos establecidos en la tabla se deben usar para los demás propósitos.

## 10 Densidad

10.1 A los efectos del cálculo de la densidad lineal, 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 (68 °F).

**Tabla 3 — Requisitos de Resistividad Eléctrica a 20 °C (68 °F) y Resistividad Eléctrica del Cobre<sup>a</sup>**

	Volumen Conductividad % IACS	Resistividad Volumétrica					
		Volumen				Masa	
		Ω.mm <sup>2</sup> /m	μΩ/pulg	μΩ.cm	Ω.cmil./pie	Ω.lb/milla <sup>2</sup>	Ω.g/m <sup>2</sup>
Promedio por lotes para ensayos individuales Cobre equivalente	61.2	0.0281172	1.1091	2.8172	16.946	434.81	0.076149
	61.0	0.028265	1.1128	2.8265	17.00	436.23	0.076399
	100.0	0.017241	0.67879	1.7241	10.371	875.20	0.15328

a) Los valores equivalentes de resistividad para el 100 % IACS de conductividad fueron calculados a partir del valor fundamental IEC 1/58 Ω.mm<sup>2</sup>/m usando factores de conversión y una exactitud de 7 cifras significativas. Los valores correspondientes para conductividad de aluminio, se derivaron de estos, multiplicándolo por el recíproco de las relaciones de conductividad, cuando sea aplicable, también por las relaciones de densidad, ambos con una exactitud de por lo menos 7 cifras significativas.

## 11 Diámetro

11.1 El diámetro de alambre debe ser especificado en pulgadas con aproximación de 0,0001 pulgadas o el diámetro del alambre debe ser especificado en mm, con aproximación de 0,01 mm para alambres menores de 1,0 mm en diámetro y con aproximación de 0,01 mm para alambres de 1,0 mm y superiores. El diámetro real del alambre no debe exceder los diámetros especificado en la Tabla 4.

**Tabla 4 — Tolerancias de Diámetros**

Diámetro especificado		Variaciones permitidas Sobre el diámetro	
pulgadas 0.0105 a 0.0359	mm Hasta 0.999	± 0.0005 pulgadas	± 0.010 mm
0.0360 a 0.0999	1.0 a 2.99	± 0.0010 pulgadas	± 0.030 mm
0.1000 a 2.600	3.00 y Superior	± 1 %	± 1 %

**12 Uniones**

**12.1** No se permiten uniones en el alambre terminado excepto aquellas que cumplan los requisitos indicados en el numeral 1.2.2. Se permiten uniones en el alambón o en alambre antes de la operación final del trefilado de acuerdo con la buena práctica comercial.

**12.2** Bajo acuerdo entre comprador y productor, se pueden realizar uniones sobre los alambres durante el trefilado final o en el alambre terminado por medio de soldadura eléctrica a tope o de presión en frío o eléctrica a tope con posterior trabajo en frío, sujeto a las siguientes limitaciones.

**12.2.1** Para alambres con calibres entre 0.225 mm (0.0100 pulgadas a 0.0555 pulgadas) no deben presentar mas de 3 uniones en cualquier bobina, carrete o rollo de masa nominal especificada.

**12.2.2** Para alambres con calibres mayores de 1.25 mm (0.500 pulgadas) no mas de un 10 % de las bobinas carretes o rollos deben tener tales uniones, y ninguna unión debe estar a menor de 15 m (50 pies) de otra o de cualquier extremo del tramo. No deben presentarse más de dos uniones en cualquier bobina carrete o rollo de la masa nominal especificada.

**13 Muestreo****13.1 Muestra**

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 Método de ensayo****14.1 Diámetro**

Medir el diámetro de cada probeta con un micrómetro calibrado graduado en incremento de 0.001 pulgada o medir el diámetro de cada probeta con un micrómetro calibrado graduado en incremento, mínimo de 0.005 mm para alambres menores de 1.0 mm y mayores. Tomar dos medidas a través de un punto, con la segunda medida a través de la sección transversal del diámetro rotada 90° de la primera medida. El promedio de las dos medidas será el diámetro de la probeta.

Si la medida del diámetro de cualquier probeta, varía en una cantidad mayor que la tolerancia permitida por la tabla 4, se debe considerar que el lote no cumple con los requerimientos del diámetro.

**14.2 Terminado**

Se debe hacer una inspección visual del terminado de la superficie a simple vista sin ayuda (excepto los lentes de corrección visual). El terminado de la superficie debe cumplir los requerimientos del numeral 6.1. Si algunas probetas se encuentran inaceptables, el lote debe ser considerado que no cumple con los requerimientos mencionados.

**14.3** El esfuerzo de tensión y elongación puede ser determinado simultáneamente de acuerdo con el método ASTM. B-557 o ASTM-M B 557M, dividiendo la resistencia de la carga máxima de la



probeta por el área original de la sección transversal del mismo, con el esfuerzo de tensión expresado en MPa (ksi). La elongación es el incremento porcentual en longitud del ensayo de la tensión de la probeta medida entre los espacios de las marcas originalmente separadas entre si 250 mm (10 pulgadas). La elongación medida no es requerida para alambres menores a 1.25 mm (0.0500 pulgadas) de diámetro. Algunas probetas pueden fracturarse fuera de las marcas de elongación o si examinando la probeta pensionada, este indica un daño, los valores obtenidos no se tendrán en cuenta o se repetirá el ensayo con otra sección de la misma probeta (Véase la nota explicativa 6 ).

**14.4** Determinar la Resistividad eléctrica de acuerdo con el método de ensayo de la (ASTM B-193)

#### **14.5 Resultados del ensayo**

Un promedio numérico del esfuerzo de tensión, elongación y resistividad de las 4 probetas debe ser considerado como promedio del lote.

#### **14.6 Criterios de conformidad**

Para considerar conformidad en el resultado de los ensayos del lote, estos deben encontrarse dentro del promedio de los requerimientos de las Tablas 1, 2 y 3 y los resultados del ensayo de cada probeta debe encontrarse dentro de los requerimientos exigidos para ensayos individuales en las tablas 1 , 2 y 3 a menos que se especifique lo contrario.

**14.6.1** Si el promedio del resultado del lote está en conformidad y todos los resultados individuales de las probetas están en conformidad, el lote debe considerarse conforme.

**14.6.2** Si el promedio de los resultados, del lote para uno o más de los ensayos ejecutados no están conformes y uno o más de los resultados individuales de cada probeta tampoco está conforme, el lote debe considerarse no conforme.

**14.6.3** Si el promedio del resultado del lote están en conformidad pero uno o más de los resultados individuales de las probetas no cumple, el lote debe considerarse conforme excepto las unidades que no están conformes las cuales deben ser rechazadas.

**14.6.4** Si los resultados promedios del lote para uno o más de los ensayos realizados no es conforme pero todos los resultados individuales para cada probeta cumplen, entonces se debe realizar un ensayo adicional de acuerdo a lo siguiente.

**14.6.4.1** Se deben ensayar 6 probetas adicionales, uno de cada seis unidades de producción diferentes a las de las 4 probetas originales. Los ensayos deben ser ejecutados a las 6 probetas adicionales y el promedio numérico como promedio del lote.

**14.6.4.2** Si el resultado promedio del lote de las 10 probetas están en conformidad y todos los resultados individuales de las 10 probetas están en conformidad, el lote debe considerarse conforme.

**14.6.4.3** Si los resultados promedios del lote, de las 10 probetas para uno o más ensayos realizados no están en conformidad, o si uno o más de los resultados individuales de las probetas no esta conforme, el lote debe considerase no conforme

**14.6.5** Para el caso en que el lote es rechazado de acuerdo con los numerales 14.6.2 o 14.6.4.3 las unidades de producción fabricadas pueden ser ensayadas individualmente. La aceptación de las unidades individuales de producción del lote rechazado debe depender de los resultados individuales de las probetas cumpliendo con el promedio para un lote de acuerdo con los requisitos de las tablas 1, 2 y 3.

#### **14.7 Doblado**

La muestra de una unidad de producción debe ser ensayada de acuerdo a una frecuencia de muestreo y ensayos acordada por el fabricante y el comprador.

#### **15 Inspección**

**15.1** A menos que se especifique lo contrario en la orden de compra, el fabricante debe ser responsable por la ejecución de todos los requisitos de inspección y ensayos especificados.

**15.2** Todas las inspecciones y ensayos deben hacerse en el sitio de fabricación a menos que se acuerde lo contrario entre el fabricante y el comprador.

**15.3** El fabricante debe ofrecer al comprador un acceso razonable a la instalación del fabricante de acuerdo con las necesidades del comprador para asegurar el cumplimiento con esta especificación

**15.4** A menos que otra cosa no sea acordada entre el fabricante y el comprador, el cumplimiento de los requisitos especificados de los numerales 6, 7, 8, 9 y 11 deben ser determinados por muestreo conforme al numeral 13 para la aceptación de cada lote de alambre presentado.

**15.5** Si es requisito previo a la inspección y ensayos el fabricante debe certificar que el producto ha sido fabricado totalmente bajo las mismas condiciones de uniformidad en cumplimiento de los requisitos de esta norma y que pueden ser determinados por muestreo, inspección y ensayo realizado de acuerdo con el numeral 13 (Véase las notas explicativas 1 y 2)

#### **16 Empaque y marcación del empaque**

**16.1** Los tamaños y tipo de empaque deben ser convenidos entre el fabricante y el comprador al momento de efectuar la orden de compra.

**16.2** A menos que se especifique lo contrario, cada rollo, carrete o bobina deben contener una longitud continua de alambre.

**16.3** El alambre debe ser protegido contra daño en el manejo y embarque normal.

**16.4** Cada bobina, carrete, rollo u otro empaque debe llevar una etiqueta mostrando el nombre del fabricante o marca registrada, la identificación del producto como alambre de aluminio 1350 H-19, el calibre, la longitud y la masa neta del material. Información adicional debe ser acordada entre el fabricante y el comprador en el momento de la compra.

#### **17 Palabras clave**

**17.1 Conductor eléctrico de aluminio, alambre de aluminio, conductor eléctrico, alambre**

**Notas explicativas:**

Nota 1 Un lote comprende el material tomado de un producto que regularmente cumple con los requerimientos de esta norma. La inspección de lotes de menos de 2 500 Kg. (5 000 lb.) no se justifican económicamente. Para lotes pequeños de menos de 2 500 Kg. (5 000 lb.) el comprador puede acordar con el fabricante una inspección regular del producto entre tanto evidencie una aceptación de un lote pequeño.

Nota 2 Se debe demostrar la evidencia de un control estadístico. Para efectuar esto, se pueden usar protocolos como se describe en la parte 3 de la Norma ASTM STP – 15 D.

Nota 3 La velocidad de ensayo puede afectar los resultados de los ensayos de tracción y elongación. Para asegurar la uniformidad en el método de ensayo y la validez de los resultados acorde con un mismo criterio se recomienda que la velocidad de separación de las cabezas de la máquina de ensayo no debe exceder de 0.5 pulgadas por cada pulgada o 0.5 mm por cada mm. De longitud entre las mordazas por minuto.

Nota 4 En la tabla 3 se muestran equivalencias que pueden ser usadas en las relaciones de resistividad eléctrica, Las unidades de resistividad están basadas en el IACS (Internacional Annealed Copper Standard) y adoptados por la IEC en 1913 esto es  $1/58 \Omega/\text{mm}^2/\text{m}$  a  $20^\circ\text{C}$  ( $68^\circ\text{F}$ .) para un 100 % de conductividad. El valor de  $0.017241 \Omega/\text{mm}^2/\text{m}$  a  $20^\circ\text{C}$  ( $68^\circ\text{F}$ ) es el equivalente internacional de resistividad volumétrica del cobre recocido igual a 100 % de conductividad. Una información mas completa de este aspecto se encuentra en el NBS Handbook 100. El uso de cinco cifras significativas en el valor de la resistividad no implica mayor precisión de medida que el del método de ensayo (ASTM B-193). El empleo de 5 cifras significativas es necesario para una conversión reversible razonablemente exacta de un conjunto de unidades de resistividad a otro. El valor equivalente de resistividad con la tabla 3 se deriva del valor fundamental IEC  $1/58 \Omega/\text{mm}^2/\text{m}$  calculado con 7 cifras significativas y redondeado a 5 cifras.

Nota 5 Para asegurar que la muestra se pueda tomar como representativa del lote se necesita obtener resultados históricos acumulativos en el producto de un fabricante individual que indique un registro de cumplimiento continuo de que el producto cumple con los requisitos de esta norma y que los criterios de aceptación aseguran ampliamente el cumplimiento del lote de esta norma. Los tamaños de la muestra y los criterios de aceptación son aplicables solo a lotes producidos por fabricante que cumplan estos requisitos.

Nota 6 Las mediciones de elongación realizadas y reportadas por el aparato de ensayo pueden ser utilizados para propósitos de control de proceso, sin embargo en caso de discrepancias las mediciones se deben realizar sobre una probeta de 250 mm (10 pulgadas) como se ha señalado anteriormente.