
NORMA CUBANA

NC

ASTM B 8: 2010
(Publicada por la ASTM en 2004)

**ESPECIFICACIONES PARA CONDUCTORES DE COBRE DE
CABLEADO CONCÉNTRICO, DUROS, SEMIDUROS O
BLANDOS.(ASTM B 8:2004, IDT)**

Specification for concentric- lay – stranded copper conductors, hard, medium-hard, or soft

ICS: 77.150.30

1. Edición Enero 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; Sitio Web: www.nc.cubaindustria.cu



Cuban National Bureau of Standards

NC-ASTM B 8: 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 en el que están representadas las siguientes entidades:
 - Empresa productora ELEKA (SIME)
 - Ministerio de las Fuerzas Armadas Revolucionarias
 - Ministerio del Turismo
 - Ministerio de la Industria Básica
 - Ministerio de la Construcción
 - Ministerio de la Educación Superior

- Es una adopción idéntica de la Norma ASTM B 8:2004 -Standard Specification for concentric- lay – stranded copper conductors.

© 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.

ESPECIFICACIONES PARA CONDUCTORES DE COBRE DE CABLEADO CONCÉNTRICO, DUROS, SEMIDUROS O BLANDOS

1 Objeto

1.1 Estas especificaciones cubren los conductores desnudos de cableados concéntrico hechos a partir de alambres redondos de cobre, desnudos o recubiertos con estaño, plomo o aleaciones de plomo para propósitos eléctricos de uso general. Estos conductores serán construidos con un núcleo central rodeado por una o mas capas de alambres dispuestos helicoidalmente.

NOTA 1 Estas especificaciones también permiten ser usadas en conductores con cubierta o conductores eléctricos aislados.

NOTA 2 Los conductores sellados que son realizados para prevenir la propagación de agua en forma longitudinal y que son aislados o cubiertos, son también permitidos dentro de las pautas de esta norma.

1.2 Para los propósitos de esta norma, los conductores son clasificados como sigue (Notas explicativas 1 y 2):

1.2.1 Clase AA: Para conductores usados generalmente en líneas aéreas.

1.2.2 Clase A: Para conductores que serán cubiertos con materiales de resistencia ambiental (resistentes a la intemperie), retardantes a la llama y para alambres que requieran de una flexibilidad mayor que la requerida por la clase AA.

1.2.3 Clase B: Para conductores que serán aislados con varios materiales como son goma, papel, tela impregnada, y para los conductores indicados bajos la clase A donde se requieren una mayor flexibilidad.

1.2.4 Clase C y D: Para conductores donde la flexibilidad es requerida y que esta prevista en los conductores clase B.

1.3 El valor para la Densidad en el SI están recogidas como el estándar. Para todas las otras propiedades los valores en pulgada- libras es el considerado estándar y las unidades en el SI serán aproximaciones.

2 Documentos de Referencia

2.1 Normas ASTM¹

B1 Especificación para Alambre de Cobre Trefilado Duro

B.2 Especificación para alambre de cobre semi-duro

B.3 Especificación para alambre de cobre blando o recocado

¹ Para la referencias de Normas ASTM, visite el sitio Web, www.astm.org, o contacte Servicio de Cliente ASTM en service@astm.org. Para el libro Anual de Normas del volumen de información de Normas ASTM, referido a la página Resumen de Documento de las 2 normas en el sitio Web. de ASTM.

B.33 Especificaciones para alambres de cobre, estañado blando o recocido para propósitos eléctricos.

B.172 Especificación para conductores de cobre con cableado Soga de miembros agrupados, para conductores eléctricos.

B.173 Especificación para conductores de cobre con cableado Soga de miembros con cableado concéntrico, para conductores eléctricos.

B.174 Especificación para conductores eléctricos de cobre agrupados para conductores eléctricos.

B.189 Especificación para alambres de cobre blandos aislados con plomo o aleación de plomo con propósitos eléctricos².

B.193 Método de Ensayo para la Resistividad de Materiales Conductores Eléctricos.

B.246 Especificación para alambres de cobres duros y semi-duros estañados para propósitos eléctricos, Trefilado duro, medio, estañado y para cobre trefilado duro.

B.263 Método de Ensayo para la determinación del área de la sección transversal de conductores cableados.

B.354 Terminología relacionada para los conductores eléctricos metálicos desnudos.

B 787/B 787 M Especificación para conductores de cobre cableados en una combinación de 19 alambres unidireccional/unilay para secuencia de aislamientos.

3 Pedido de información

3.1 Las órdenes de solicitud del material bajo esta norma incluirá la siguiente información:

3.1.1 Cantidad de cada calibre y clase.

3.1.2 Calibre del alambre. Área en circular mil o AWG (Sección 6)

3.1.3 Clase (ver 1.2 y tabla 1)

3.1.4 Temple (ver 13.2)

3.1.5 Cubiertos o no cubiertos, si es cubierto, describir el tipo de cubrimiento (ver 13.1 y 13.2).

3.1.6 Detalle los propósitos de paso de cableados especiales si es requerido (ver 5.4)

3.1.7 Cuando se realizarán las pruebas físicas (ver 8.2 y 8.3)

3.1.8 Medidas de empaque (ver 8.1)

3.1.9 Envoltura si es requerida (ver sección 15.2)

3.1.10 Marcado de Empaque especial, si es requerido (sección 14)

3.1.11 Lugar de inspección (Sección 15).

² **Disponible** para el servicio de Información Técnica Nacional, 5285Carretera Royal Port, Springfield, VA 22161

Tabla 1 — Requerimientos de construcción para conductores de cobre de cableados concéntrico

Área de la Sección – Transversal cmil	Tamaño Calibre American o AWG	Clase AA		Clase A		Clase B		Clase C		Clase D			
		No. Alam.	Diám. Alam. mils	No. Alam.	Diám. Alam. mils	No. de Alam	Diám. Alam. mils	No. de Alam.	Diám. Alam. mils	No. de Alam.	Diám. Alam. mils		
*5 000 000				169		172.0		217	151.8	271	135.8	271	135.8
4 500 000				169		163.2		217	144.0	271	128.9	271	128.9
4 000 000				169		153.8		217	135.8	271	121.5	271	121.5
3 500 000				127		166.0		169	143.9	217	127.0	271	113.6
*3 000 000				127		153.7		169	133.2	217	117.6	271	105.2
*2 500 000				91		165.7		127	140.3	169	121.6	217	107.3
*2 000 000				91		148.2		127	125.5	169	108.8	217	96.0
1 900 000				91		144.5		127	122.3	169	106.0	217	93.6
1 800 000				91		140.6		127	119.1	169	103.2	217	91.1
*1 750 000				91		138.7		127	117.4	169	101.8	217	89.8
1 700 000				91		136.7		127	115.7	169	100.3	217	88.5
1 600 000				91		132.6		127	112.2	169	97.3	217	85.9
*1 500 000				61		156.8		91	128.4	127	108.7	169	94.2
1 400 000				61		151.5		91	124.0	127	105.0	169	91.0
1 300 000				61		146.0		91	119.5	127	101.2	169	87.7
*1 250 000				61		143.1		91	117.2	127	99.2	169	86.0
1 200 000				61		140.3		91	114.8	127	97.2	169	84.3
1 100 000				61		134.3		91	109.9	127	93.1	169	80.7
*1 000 000		37	164.4	61		128.0		61	128.0	91	104.8	127	88.7
900 000		37	156.0	61		121.5		61	121.5	91	99.4	127	84.2
*800 000		37	147.0	61		114.5		61	114.5	91	93.8	127	79.4
*750 000		37	142.4	61		110.9		61	110.9	91	90.8	127	76.8
*700 000		37	137.5	61		107.1		61	107.1	91	87.7	127	74.2
650 000		37	132.5	61		103.2		61	103.2	91	84.5	127	71.5
*600 000		37	127.3	37		127.3		61	99.2	91	81.2	127	68.7
550 000		37	121.9	37		121.9		61	95.0	91	77.7	127	65.8
*500 000		19	162.2	37		116.2		37	116.2	61	90.5	91	74.1
450 000		19	153.9	37		110.3		37	110.3	61	85.9	91	70.3
MOO 000		19	145.1	19		145.1		37	104.0	61	81.0	91	66.3
*350 000		12	170.8	19		135.7		37	97.3	61	75.7	91	62.0
*300 000		12	158.1	19		125.7		37	90.0	61	70.1	91	57.4
*250 000		12	144.3	19		114.7		37	82.2	61	64.0	91	52.4
*211 600	0000	7	173.9	7		173.9		19	105.5	37	75.6	61	58.9
*167 800	000	7	154.8	7		154.8		19	94.0	37	67.3	61	52.4
*133 100	00	7	137.9	7		137.9		19	83.7	37	60.0	61	46.7
*105 600	0	7	122.8	7		122.8		19	74.5	37	53.4	61	41.6
*83 690	1	3 ^B	167.0	7		109.3		19	66.4	37	47.6	61	37.0
*66 360	2	3 ^B	148.7	7		97.4		7	97.4	19	59.1	37	42.4
*52 620	3	3 ^B	132.5	7		86.7		7	86.7	19	52.6	37	37.7
*41 740	4	3 ^B	118.0	7		77.2		7	77.2	19	46.9	37	33.6
*33 090	5							7	68.8	19	41.7	37	29.9
*26 240	6							7	61.2	19	37.2	37	26.6
*20 820	7							7	54.5	19	33.1	37	23.7
*16510	8							7	48.6	19	29.5	37	21.1
*13 090	9							7	43.2	19	26.2	37	18.8
*10 380	10							7	38.5	19	23.4	37	16.7
*6 530	12							7	30.5	19	18.5	37	13.3
*4 110	14							7	24.2	19	14.7	37	10.5
*2 580	16							7	19.2	19	11.7		
*1 620	18							7	15.2	19	9.2		
*1 020	20							7	12.1	19	7.3		
*640	22							7	9.6	19	5.8		
*404	24							7	7.6	19	4.6		

* Los calibres de conductores que se encuentran marcados con un * constituyen la base de uno o más planes de series preferidas y son usados comúnmente en la industria. Los calibres no marcados están dados simplemente como referencia y se ha sugerido que su uso sea desaconsejado.

^A Para las construcciones unidireccionales/unilay el número de alambres mostrados son los mínimos requeridos.

^B Aunque los conductores de la clase AA que tienen tres hilos no concuerden con requisitos de construcción de 1.1, ellos están listados en esta tabla por conveniencia

4 Uniones

4.1 Las soldaduras y uniones deben ser realizadas en el alambón o alambres antes del trefilado final. Las uniones no deben hacerse en los alambres terminados de conductores de la clase AA compuestos por siete o menos alambres trefilados duros o semi-duro. En otros conductores, soldaduras y uniones se harán en los alambres individuales componentes del conductor, pero nunca estarán más cerca que lo prescrito en la tabla 2.

5 Paso de Cableado

5.1 Para los conductores de la clase AA compuestos por menos de 7 alambres el paso de cableado preferido es 11 veces el diámetro exterior del conductor completo, pero no debe ser menor de 8 veces, ni más de 14 veces éste diámetro.

5.2 Para los conductores de la Clase AA compuesto por 7 alambres o más, el paso de cableado preferido de una capa de alambre será de 13.5 veces el diámetro exterior de la capa pero no debe ser menos que 10 veces o más de 16 veces su diámetro.

Tabla 2 — Distancia mínima entre uniones en el conductor completo

No. Alambres en el conductor	Duro o Semi-Duro					Todas las clases
	Clase AA	Clase A	Clase B	Clase C	Clase D	
3	No permitido	-	-	-	-	1 pies
7	No permitido	50 pies	50 pies	-	-	1 pies
12	50 pies	50 pies	-	-	-	1 pies
19	50 pies	50 pies	50 pies	50 pies	-	1 pies
20 a 36	50 pies	50 pies	50 pies	50 pies	-	1 pies en capa ^A
37 a 60		25 pies	25 pies	25 pies	25 pies	1 pies en capa ^A
61 y por encima	-	5 pies	5 pies	5 pies	5 pies	1 pies en capa ^A

5.3 Para todas las otras clases el paso de cableado de una capa de alambres no debe ser menos que 8 veces o mas que 16 veces el diámetro exterior de la capa, exceptuando para los conductores compuestos por 37 alambres o mas, estos requerimientos serán aplicados solamente a las dos capas externas.

El paso de cableado de las otras capas diferentes a esas dos capas exteriores será a opción del fabricante, a menos que sea acordada otra cosa.

5.3.1 Para conductores que serán cubiertos o aislados, la longitud del paso de cableado no debe ser menor que 8 veces o mas que 16 veces el diámetro del conductor terminado. Para conductores 37 alambres o más estos requerimientos serán aplicados a los alambres en las dos capas exteriores. El paso de cableado de las capas exteriores diferente de esas dos, serán a opción del fabricante a menos que se acuerde otra cosa.

5.4 Otros pasos de cableado para aplicaciones especiales deben ser determinado por acuerdo especial entre el fabricante y el comprador (Nota explicativa 3).

5.5 La dirección del paso de cableado de la capa exterior será de la mano izquierda y para los conductores con un área de la sección transversal mayor al de 8 AWG, será alternando para capas sucesivas a menos otra cosa sea especificada por el comprador.

5.5.1 Para conductores que serán cubiertos o aislados, la dirección del paso de cableado de la capa exterior será hacia la izquierda y será alternada en las capas sucesivas, unidireccional, o unilay, a menos que otra cosa sea acordada.

6 Construcción

6.1 Las áreas de la sección transversal, números y diámetros de alambres de las diferentes clases de conductores de cableado concéntrico serán conforme a los requerimientos establecidos en la Tabla 1 (Nota explicativa 3 y 10)

6.2 Los diámetros de los alambres listados en la tabla 1 son nominales. Cuando es requerido un "cable combinado" para aislar apropiadamente el conductor (los alambres en la capa exterior tienen un diámetro mayor que los de las capas internas) los diámetros estarán sujetos a una tolerancia de más menos el 5 % probado que el área de la sección transversal después del cableado sea conforme con la sección 11.

6.3 Cuando el cableado comprimido es requerido para aislar apropiadamente el conductor, una o más capas de cualquier conductor compuesto de 7 ó más alambres, pueden comprimirse ligeramente, reduciéndose así el diámetro exterior a los valores que se muestran en la Tabla 3, con tal de que el área de la sección transversal después del cableado esté de acuerdo con la sección 11.

7 Ensayos físicos y eléctricas de conductores cableados formados por alambres blandos

7.1 Los ensayos de las propiedades eléctricas de los alambres que componen los conductores hechos con alambres blando o recocido de cobre, desnudos o aislados serán realizadas antes del cableado.

7.2 Los ensayos de las propiedades físicas de alambres de cobre blandos o recocidos, desnudos o aislados serán realizadas en los alambres antes del proceso de cableado o en alambres removidos del conductor cableado completo pero no es necesario hacerlo de ambos. Debe tomarse cuidado al remover los alambres del conductor para evitar lesiones de estos alambres que serán para pruebas.

7.3 Las propiedades físicas de los alambres cuando son probados antes del cableado serán conformes a los requerimientos aplicados en 13.2.

7.4 Las propiedades físicas de los alambres removidos a partir del cable completo serán permitidas las variaciones de los requerimientos de 13.2 para las siguientes cantidades (Nota explicativa 4):

7.4.1 El promedio de los resultados obtenidos sobre todos los alambres probados: El alargamiento mínimo requerido será reducido en un valor numérico de 5. (Por ejemplo, de 30 a 25 %) del requerimiento numérico del alambre antes del cableado.

7.4.2 Resultados obtenidos sobre los alambres individuales: El alargamiento de los alambres individuales será reducido en valor numérico 15 del requerimiento mínimo antes del cableado (esto es 10 en adición a el 5 siguiente en 7.4.1) pero en ningún caso la elongación será menor al valor individual de un alambre menos que 5 %.

7.5 En los casos de los requerimientos descritos en 7.4.2 se cumplan pero las prescripciones en 7.4.1 no, será re-ensayo donde todos los alambres del conductor sean probados para los propósitos de determinación final de la conforme con 7.4.

7.6 Los ensayos de alargamiento para determinar el cumplimiento no deben ser realizadas sobre el conductor como un todo.

7.7 Si son requeridos las pruebas de estañado, del cubrimiento de plomo o del cubrimiento de la aleación, serán realizadas sobre los alambres antes del cableado.

8 Ensayos físicos y eléctricos de conductores cableados con alambres trefilados duros o semi-duros

8.1 Los ensayos para las propiedades físicas y eléctricas de conductores compuestos por alambres trefilados duros o semi-duros cubiertos o no cubiertos se realizarán antes y no después del cableado.

Tabla 3 Diámetros, Áreas y Masas de los Conductores Con Cableado Concéntricos
(Nota explicativa 8)

Calibre del Conductor		Diámetro Nominal del Conductor, pulg. ^A					Area, pulg. ²	Masa		Resistencia DC a 20°C ^B	
cmil o números AWG	mm ²	Cableado Concéntrico						lbs/1000 pies	Kg/km	Ω/1000 pies	Ω/k m
		Clase AA	Clase A	Clase B	Diám. Inver. Concén Clase B pulg	Diám. Unilay Compri C pulg					
*5 000 000 cmil	2530	...	2.580	2.581	...	...	3.927	15 890	23 649	0.00218	0.00715
4 500 000 cmil	2280	...	2.448	2.448	...	...	3.534	14 300	21 283	0.00242	0.00794
4 000 000 cmil	2030	...	2.307	2.309	...	...	3.142	12 590	18 738	0.00270	0.00886
3 500 000 cmil	1770	...	2.158	2.159	...	...	2.749	11 020	16 401	0.00308	0.0101
*3 000 000 cmil	1520	...	1.998	1.998	...	...	2.356	9 353	13 920	0.00356	0.0117
*2 500 000 cmil	1270	...	1.823	1.824	...	...	1.963	7 794	11 600	0.00428	0.0140
*2 000 000 cmil	1010	...	1.630	1.632	1.583	1.533	1.571	6 175	9 190	0.00529	0.0174
1 900 000 cmil	963	...	1.590	1.590	1.542	1.494	1.492	5 866	8 730	0.00557	0.0183
1 800 000 cmil	912	...	1.547	1.548	1.502	1.454	1.414	5 558	8 272	0.00588	0.0193
*1 750 000 cmil	887	...	1.526	1.526	1.480	1.434	1.374	5 403	8 041	0.00604	0.0198
1 700 000 cmil	861	...	1.504	1.504	1.459	1.413	1.335	5 249	7 812	0.00622	0.0204
1 600 000 cmil	801	...	1.459	1.459	1.415	1.371	1.257	4 940	7 352	0.00661	0.0217
*1 500 000 cmil	760	...	1.411	1.412	1.370	1.327	1.178	4 631	6 892	0.00705	0.0231
1 400 000 cmil	709	...	1.364	1.364	1.323	1.282	1.100	4 323	6 435	0.00756	0.0248
1 300 000 cmil	659	...	1.314	1.315	1.275	1.236	1.021	4 014	5 974	0.00814	0.0267
*1 250 000 cmil	633	...	1.288	1.289	1.250	1.212	0.9817	3 859	5 743	0.00847	0.0278
1 200 000 cmil	608	...	1.263	1.263	1.225	1.187	0.9425	3 705	5 514	0.00882	0.0289
1 100 000 cmil	557	...	1.209	1.209	1.173	1.137	0.8639	3 396	5 054	0.00962	0.0316
*1 000 000 cmil	507	1.151	1.152	1.152	1.117	1.084	0.7854	3 088	4 596	0.0106	0.0348
900 000 cmil	456	1.092	1.094	1.094	1.060	1.028	0.7069	2 779	4 136	0.0118	0.0387
*800 000 cmil	405	1.029	1.031	1.031	1.000	0.969	0.6283	2 470	3 676	0.0132	0.0433
*750 000 cmil	380	0.997	0.998	0.998	0.968	0.939	0.5890	2 316	3 447	0.0141	0.0462
*700 000 cmil	355	0.963	0.964	0.964	0.935	0.907	0.5498	2 161	3 216	0.0151	0.0495
650 000 cmil	329	0.928	0.929	0.929	0.901	0.874	0.5105	2 007	2 987	0.0163	0.0535
*600 000 cmil	304	0.891	0.891	0.893	0.866	0.840	0.4712	1 883	2 758	0.0177	0.0581
550 000 cmil	279	0.853	0.853	0.855	0.829	0.804	0.4320	1 698	2 527	0.0192	0.0630
*500 000 cmil	253	0.811	0.813	0.813	0.789	0.766	0.3927	1 544	2 298	0.0212	0.0695
450 000 cmil	228	0.770	0.772	0.772	0.749	0.727	0.3534	1 389	2 067	0.0235	0.0771
*400 000 cmil	203	0.726	0.726	0.728	0.706	0.685	0.3142	1 235	1 838	0.0264	0.0866
*350 000 cmil	177	0.710	0.679	0.681	0.661	0.641	0.2749	1 081	1 609	0.0302	0.0991
*300 000 cmil	152	0.657	0.629	0.630	0.611	0.594	0.2356	926.3	1 378.6	0.0353	0.116
*250 000 cmil	127	0.600	0.574	0.575	0.558	0.542	0.1963	771.9	1 148.8	0.0423	0.139
*No. 0000	107	0.522	0.522	0.528	0.512	0.498	0.1662	653.1	972.0	0.0500	0.164
*No. 000	85.0	0.464	0.464	0.470	0.456	0.443	0.1318	518.1	771.1	0.0630	0.207
*No. 00	67.4	0.414	0.414	0.419	0.405	0.395	0.1045	410.9	611.5	0.0795	0.261
*No. 0	53.5	0.368	0.368	0.373	0.362	0.352	0.08289	325.8	484.9	0.100	0.328
*No. 1, 3 wire	42.4	0.360	...	...	...	...	0.06573	255.9	380.9	0.127	0.417
*No. 1	42.4	...	0.328	0.332	0.322	0.313	0.06573	258.4	384.6	0.127	0.522
*No. 2, 3 wire	33.6	0.320	...	...	...	...	0.05213	202.9	301.9	0.159	0.522
*No. 2	33.6	...	0.292	0.292	0.283	...	0.05213	204.9	304.9	0.159	0.659
*No. 3, 3 wire	26.7	0.285	...	...	...	...	0.04134	160.9	239.5	0.201	0.659
*No. 3	26.7	...	0.260	0.260	0.252	...	0.04134	162.5	241.9	0.201	0.830
*No. 4, 3 wire	21.2	0.254	...	...	...	...	0.03278	127.6	189.9	0.253	0.830
*No. 4	21.2	...	0.232	0.232	0.225	...	0.03278	128.9	191.8	0.253	1.05
*No. 5	16.8	...	...	0.206	0.200	...	0.02600	102.2	152.1	0.319	1.05
*No. 6	13.3	...	...	0.184	0.178	...	0.02062	81.05	120.63	0.403	1.32
*No. 7	10.6	...	...	0.164	0.159	...	0.01635	64.28	95.67	0.509	1.67
*No. 8	8.37	...	...	0.146	0.142	...	0.01297	50.97	75.86	0.640	2.10
*No. 9	6.63	...	...	0.130	0.126	...	0.01028	40.42	60.16	0.809	2.65
*No. 10	5.26	...	...	0.116	0.113	...	0.008155	32.06	47.72	1.02	3.35
*No. 12	3.31	...	...	0.0915	0.089	...	0.005129	20.16	30.00	1.63	5.35
*No. 14	2.08	...	...	0.0726	0.071	...	0.003225	12.68	18.87	2.58	8.46
*No. 16	0.823	...	...	0.0576	...	...	0.002028	7.974	11.868	4.10	13.4
*No. 18	0.519	...	...	0.0456	...	...	0.001276	5.015	7.464	6.54	21.4
*No. 20	0.519	...	...	0.0363	...	...	0.0008023	3.154	4.694	10.3	33.8
*No. 22	0.324	...	...	0.0288	...	...	0.0005067	1.992	2.965	16.4	53.8
*No. 24	0.205	...	...	0.0228	...	...	0.0003176	1.249	1.859	26.1	85.6

* Los calibres de conductores que se encuentran marcados con un * constituyen la base de uno o más planes de series preferidas y son usados comúnmente en la industria. Los calibres no marcados están dados simplemente como referencia y se ha sugerido que su uso sea desaconsejado.

^A Calcule los diámetros nominales de la Clase C o Clase D o cualesquier conductor de cableado concéntrico hecho de alambres redondos de diámetro uniforme, multiplicando el diámetro de un alambre individual (como da la Tabla 1) por el siguiente factor que se aplica:

^B DC Se aplica a resistencias de Cables de la Clase B, C, Y D. Para Otras Clases de Cables, referirse a la Norma de Métodos de Ensayos B 193.

^c Para conductores fabricados para ser cubiertos o aislados.

Números de alambres en el conductor	Factor para calcular el Diámetro
3	2.155
7	3
12	4.155
19	5
37	7
61	9
91	11
127	13
169	15
217	17
271	19

8.2 A opción del comprador los ensayos de tensión y alargamiento de los alambres trefilados duros o semi-duros, cubiertos o no cubiertos, antes del cableado pueden ser obviadas, y ensayar el conductor completo como una unidad. La carga a la rotura de los conductores ensayados de esta forma, será al menos el 90 % del total del mínimo especificado en los alambres componentes. La carga a la rotura máxima de los conductores formados por alambres duros, semi-duros cubiertos o no cubiertos no será mayor que la suma del máximo especificado para los alambres componentes. La carga a la rotura mínima de los alambres será calculada usando los diámetros nominales especificados y la resistencia a la tensión mínima especificada. La carga a la rotura máxima de los alambres será calculada usando los diámetros nominales y la resistencia a la tensión máxima especificada. La longitud libre entre las mordazas de la probeta de ensayo no será menor que 24 pulgadas y se tomara cuidado de asegurarse que los alambres del conductor durante el ensayo estén uniformemente agarrado. (Nota explicativa 5).

8.3 Cuando sea requerido por el comprador al colocar la orden, los ensayos de tensión de los alambres trefilados duros, semi-duros, cubiertos o no cubiertos realizados antes del cableado o en el conductor completo, pueden obviarse y realizarse el ensayo sobre alambres removidos del conductor completo. Los límites del ensayo basados sobre una medida de longitud de 10 pulgadas serán especificadas por el comprador en el lugar de las ordenes individuales (Nota explicativa 4).

8.4 Si un ensayo de estañado es requerido, será realizado en los alambres antes del cableado.

9 Densidad

9.1 Para el propósito de cálculo de masa, sección transversal, etc, la densidad del cobre será tomada como 8.89 g/cm³ (0,32117 lb/pulgadas³) a 20 oC (Nota explicativa 6).

10 Resistencia y masa

10.1 La masa y la resistencia eléctrica de una unidad de longitud de un conductor cableado no sellado es una función de la longitud del paso. La masa aproximada y la resistencia eléctrica serán determinadas usando los incrementos normalizados que se muestran en la tabla 4. Cuando

se desea mayor exactitud, el incremento basado en el paso de cableado específico del conductor puede ser calculado (Nota explicativa 7).

10.2 La resistencia eléctrica máxima de una unidad de longitud de un conductor cableado no debe exceder el 2% sobre la resistencia nominal a corriente directa (DC) que se muestra en la tabla 3 (nota explicativa 8) Cuando la resistencia eléctrica en corriente directa es medida a otra temperatura diferente de 20°C, será corregida usando el factor de multiplicación dado en la tabla 5.

10.3 Para conductores que serán usados en alambres o cables aislados o cubiertos, la medición de la resistencia a la corriente directa será usado el método perfilado en la sección 11 para determinar el cumplimiento con esta norma.

Tabla 4 — Incrementos Estándar debido al cableado

Tipo de conductor	Incremento de la resistencia y la Masa %
Clase AA, Calibres del 1 al 4 AWG, incluido.	1
Clase AA, AA, B, C, y D, 2 000 000 cmil y menor	2
Over 2 000 000 to 3 000 000 cmil	3
Over 3 000 000 to 4 000 000 cmil	4
Over 4 000 000 to 5 000 000 cmil	5

Tabla 5 — Factor de Corrección de Temperatura para la Resistencia del Conductor

Temperatura, °C	Multiplying Factor for Conversion to 20°C
0	1.085
5	1.063
10	1.041
15	1.020
20	1.000
25	0.981
30	0.962
35	0.944
40	0.927
45	0.911
50	0.895
55	0.879
60	0.864
65	0.850
70	0.836
75	0.822
80	0.809
85	0.797
90	0.784

11 Variación en área

11.1 El área de la sección transversal del conductor completo no será menor que el 98 % del área indicada en la columna 1 de la tabla 1. A menos que se especifique otra cosa por el comprador, el fabricante tiene la opción de determinar el área de la sección transversal por algunos de los métodos siguientes, excepto en el caso que se cuestione el cumplimiento del área, el método 11.1.2 será usado.

11.1.1 El área de la sección transversal de un conductor será determinado por cálculo a partir de los diámetros medidos, expresados por cuatro lugares decimales, de los alambres componentes en un punto cuando sean medidos perpendicularmente a su eje axial.

11.1.2 El área de la sección transversal de un conductor será determinada por el Método de Prueba B 263. Aplicando este método, el incremento en masa resultante del cableado será aplicable al valor especificado en 10.1 o será calculado por las mediciones en las dimensiones de los componentes de probeta ensayada. En el caso que se cuestione el cumplimiento del área, el incremento de la masa actual debido el cableado será calculada.

12 Variación en diámetro

12.1 El diámetro promedio de un conductor variará en no más de 1 % o menos 2 % del diámetro nominal especificado en la Tabla 3.

13 Requisitos para los alambres

13.1 El comprador designará el tipo de alambre y cubrimiento que se usará en el conductor.

Tabla 6 — Longitudes Sugeridas para Empaque de los Conductores Duros y Semi-Duros Clase AA^{A,B}

Calibre del Conductor, Cmils o número AWG	Número Alamb.	Unidad Nominal de Embarque			Dimensiones Aproximadas de Carretes		
		Longitud Aproximada, ft	Masa Conductor, lb	Masa por Alambre, lb	Ancho Ala pulg	Ancho Transversal pulg	Diam. Tambor pulg
500 000 cmil	19	3550	5510	290	54	32	32
400 000 cmil	19	4450	5510	290	54	32	32
350 000 cmil	12	3200	3480	290	48	24	24
350 000 cmil	19 B	5100	5510	290	54	32	32
300 000 cmil	12	3750	3480	290	48	24	24
300 000 cmil	19 B	5950	5510	290	54	32	32
250 000 cmil	12	4500	3480	290	48	24	24
250 000 cmil	19 B	7150	5510	290	54	32	32
No. 0000	7	3100	2030	290	42	24	30
No. 000	7	3900	2030	290	42	24	30
No. 00	7	4950	2030	290	42	24	30
No. 0	7	6250	2030	290	42	24	30
No. 1	3	4600	1170	390	36	18	24
No.2	3	5800	1170	390	36	18	24
No.3	3	7300	1170	390	36	18	24
No.4	3	9200	1170	390	36	18	24

13.2 Antes del cableado, el alambre de cobre utilizado cumplirá con todos los requisitos de las siguientes normas de ASTM que son aplicables a ese tipo.

13.2.1 Especificación B 3

13.2.2 Especificación B 33

13.2.3 Especificación B2

13.2.4 Especificación B1

13.2.5 Especificación B 189

13.2.6 Especificación B 246

13.3 En conductores cableados con paso de cableado concéntrico el núcleo central será hecho de alambre del mismo tipo y temple que el de las capas concéntricas a menos que se especifique otra cosa.

14 Inspección

14.1 A menos que se especifique otra cosa en el contrato o en la orden de compra será responsabilidad del fabricante la realización de todas las inspecciones y ensayos especificados requeridos.

14.2 Todas las inspecciones y ensayos serán hechas en el lugar de fabricación a menos que otras especiales se acuerden por acuerdo especial entre el productor y el comprador en el momento de la compra.

14.3 El fabricante facilitará al inspector representante del comprador todas las producciones razonables para su satisfacción de que el material está siendo elaborado de acuerdo con esta norma.

15 Empaque y marcado del empaque

15.1 Las dimensiones de empaque para los conductores serán acordados por el productor y el comprador al colocar las ordenes individuales (nota explicativa 9 y 11).

15.2 Los conductores serán protegidos contra daños en el manejo ordinario o embarque. Si es requerido empaque de madera, esto será especificado por el comprador en el momento de la compra.

15.3 La masa neta, longitud (o longitudes y número de longitudes, si está incluido más de una longitud en el empaque) dimensiones, tipo de conductor, número de orden de compra y cualquiera otra marca requerida por la orden de compra serán marcados sobre una etiqueta atada al final del conductor dentro del empaque. La misma información unida con el número de serie del fabricante (si existe alguna) y todas las demás marcas requeridas por el comprador para el embarque, aparecerá en exterior de cada empaque.

16 Palabras clave

16.1 Conductores de cobre cableados con paso de cableado concéntricos; cableado duro de paso de cableados concéntricos; conductores de cobre; conductores de cobre para propósitos eléctricos; semi-duro; o conductores de cobre blando.

NOTAS EXPLICATIVAS

NOTA 1 En esta norma solamente están especialmente señaladas las construcciones de conductores cableados concéntricos. Los requisitos para otras construcciones serán encontradas en las normas B 172, B 173, B 174 y B787/B 787 M. Las construcciones de conductores no incluidos en cualquiera de estas normas, serán específicamente acordadas por el productor y el comprador cuando se coloque la orden.

NOTA 2 Para definiciones de términos relacionados con conductores consulte la de Terminología B 354.

NOTA 3 Ciertos tipos de conductores aislados pueden requerir un paso más corto que otros conductores. Si estas expectativas especiales son requeridas la longitud del paso de cableado será especificada por el comprador en tal circunstancia.

NOTA 4 Alambres no concebidos para formar un cable manifestarán propiedades físicas y eléctricas diferentes de aquellos, sobre el hecho de que son deformados por el torcido y enderezado para ensayo.

NOTA 5 Para los ensayos resistencia a la tensión de conductores cableados para como una unidad, se requiere de medios adecuado de agarre en los extremos de las probetas de ensayo. Varios medios son disponibles como, un tubo largo o enchufe dentro del cual un conductor puede ser soldado, o en el cual, después de la inserción el conductor puede ser remachado o presionado sin serias distorsiones. Ordinariamente las mordazas o los dispositivos de agarre usualmente no son convenientes. Los medios para probar los conductores en muchos laboratorios comerciales están limitados a una resistencia a la rotura de 30 000 lb. (13 600 kg) o menos. Consecuentemente este no debe ser para probar medidas largas del conductor como una unidad. Cuando esto sea imperativo, los arreglos especiales para el ensayo serán acordados entre el fabricante y el comprador.

NOTA 6 El valor de la densidad de cobre es en concordancia con la Norma Internacional para Cobre Recocido. El valor correspondiente a 0°C es 8.90 oC (0.32150 lb. /pulg) Como un punto extra a este objetivo tenemos que en el NBS Handbook 100 ⁴, no hay diferencia apreciable entre los valores de densidad de los alambres de cobre recocido o trefilado duro. En cálculos que involucran la densidad debe tenerse en cuenta que densidad aparente de los alambres cubiertos no es constante sino es función que varía con diámetro del alambre. Los diámetros pequeños, y de grandes porcentajes de cubrimiento presentan un aumento de la densidad del cobre.

NOTA 7 El incremento de masa o resistencia eléctrica de un conductor completo cableado concéntricamente, **k**, en porcentaje es calculado como sigue:

$$k = 100(m-1)$$

Donde:

m - es el factor del paso de cableado y es el relación entre de la masa o resistencia eléctrica de una longitud de conductor cableado y aquella correspondiente a un conductor sólido de la misma área de la sección transversal o de un conductor con infinita longitud de paso de cableado, que tiene todos los alambres paralelos al eje del conductor. El factor del paso de cableado **m** para el conductor cableado completo es el promedio numérico de los factores del paso de cableado de cada alambre individual del conductor incluyendo el alambre recto del centro, si cualquiera (para el cual el factor de paso de cableado es la unidad).

El factor del paso de cableado, m_{ind} , para cualquiera alambre dado en un conductor cableado concéntrico.

$$m_{ind} = (1 + (9.8696 / n^2))^{1/2}$$

Donde n = longitud del paso de cableado/ diámetro del alambre.
La derivación anterior está dada en NBS Handbook 100.₃

NOTA 8 La resistencia a corriente directa sobre una construcción dada será calculada usando la fórmula siguiente:

$$R = (k/100 + 1) \rho / A$$

Donde:

R= Resistencia del conductor en ohms/1000 pies

K= Incremento debido al cableado de Tabla 4 y nota explicativa 7

ρ = resistividad volumétrica en ohms-cmil/pies determinada de acuerdo con el método de prueba B 193, y

A = Área de la sección transversal del conductor en kcmil determinada de acuerdo con la sección 11.

NOTA 9 Es así mismo importante que los conductores trefilados duros y semi-duros de la clase AA sean colocados sobre carretes de diámetros del tambor suficientemente grandes cuya curvatura no modifique indebidamente las propiedades físicas del conductor completo. Esto sugiere considerar dar una normalización aproximadamente a las dimensiones de los carretes como están descritas en la tabla 6 para tales conductores cuando sea pedida la longitud que ella muestra. Los diámetros de los tambores carretes no están indicados como diámetros mínimos deseables para los conductores asociados, serán considerados derivados en estas dimensiones para dimensiones y construcciones mayores de los conductores.

NOTA 10 Para la conveniencia de los usuarios de esta norma la tabla 3 da los diámetros aproximados, área, resistencia directa, y masa por unidad de longitud de varias construcciones referidas en la tabla +31.

NOTA 11 Porque las prohibiciones de uniones en trefilado duro o trefilado semi-duro de conductores Clase AA de 7 alambres o menos, es necesario que las longitudes de los conductores especificado en la orden del comprador sea factible de producir por el fabricante.

En general la longitud práctica máxima de tales conductores es determinada por la masa de uno de los alambres componentes el cual puede ser colocado sobre un carrete o bobina en la maquina de cableado. Esto está sugerido en la consideración dada para la normalización de la longitud de empaque de conductores clase AA prescritos en la tabla 6, basado sobre una masa constante para los alambres individuales que componen el conductor.

Para cooperar con el fabricante en evitar la acumulación excesiva de cantidades de desperdicios, está sugerido que las medidas de empaques permitidas tenga una variación ordinaria de $\pm 10\%$ en la longitud de empaque y en ocasiones longitudes mas cortas son permitidas por lo tanto los empaques deben ser distintamente marcados.