BOLETÍN TÉCNICO

COBRES DE COLOMBIA

Cálculo y ensayos de calidad para productos de cobre en el sector eléctrico.

REFINAMOS COBRE
+DE 50 AÑOS
PARA UN FUTURO SOSTENIBLE

icontec ISO 9001 SC-695-1

icontec ISO 14001 SA-291-1

icontec OHSAS 18001 OC-CER572092

CIDET Certificación

UL (*)

www.cobres.com.co

(*) Los logos de los entes certificadores aquí dispuestos de forma general pertenecen a productos específicos, pueden ser validados en nuestra página web.

CÁLCULO Y SELECCIÓN DE BARRAS DE COBRE

Los productos de cobre como las barras, deben cumplir ciertas especificaciones relacionadas con sus condiciones de funcionamiento en los aspectos físicos, eléctricos, mecánicos y térmicos, para tener un óptimo desempeño en los sistemas en los que hacen parte. Una correcta selección y dimensionamiento de estos equipos permitirá al sistema eléctrico funcionar sin fallas y con las capacidades requeridas.

Para una correcta selección de las barras de cobre se tendrá en cuenta lo definido en la norma DIN 43671. Las barras deben estar dimensionadas para la corriente que deben transportar en régimen permanente, para lo cual se calcula el balance del calor que se produce en la barra por efecto Joule, y el calor que se disipa al ambiente en distintas formas, específicamente por radiación y convección.

La norma DIN 43671 fija las corrientes permanentes de las barras colectoras a una temperatura ambiente de 35°C y a una temperatura promedio de 65°C. A partir del factor corrector (k^2) se pueden corregir los valores básicos de la corriente en la tabla adjunta, de acuerdo con la temperatura de servicio requerida. Se recomienda para un funcionamiento seguro contar con una reserva térmica, por lo cual se limitará la temperatura máxima de las barras colectoras a 85°C. No obstante, la temperatura permanente admisible de los componentes que están en contacto con el sistema de barras colectoras (bases portafusibles, salidas de cable, etc.) deberá de ser inferior. La temperatura ambiente de las barras colectoras debe ser máximo 40°C; como valor promedio se recomienda máximo 35°C.

Anchura x espesor mm	Sección mm²	Peso[1] Kg	Material[2]	Intensidad en régimen permanente, en A			
				Corriente alterna hasta 60 Hz		Corriente continua + corriente alterna 16 Hz	
				Barra desnuda	Barra pintada	Barra desnuda	Barra pintada
12 x 2	23,5	0,209	E-Cu F30	108	123	108	123
15 x 2	29,5	0,262		128	148	128	148
15 x 3	44,5	0,396		162	187	162	187
20 x 2	39,5	0,351		162	189	162	189
20 x 3	59,5	0,529		204	237	204	237
20 x 5	99,1	0,882		274	319	274	320
20 x 10	199,0	1,770		427	497	428	499
25 x 3	74,5	0,663		245	287	245	287
25 x 5	124,0	1,110		327	384	327	384
30 x 3	89,5	0,796		285	337	286	337
30 x 5	149,0	1,330		379	447	380	448
30 x 10	299,0	2,660		573	676	579	683
40 x 3	119,0	1,060		366	435	367	436
40 x 5	199,0	1,770		482	573	484	576
40 x 10	399,0	3,550		715	850	728	865
50 x 5	249,0	2,220		583	697	588	703
50 x 10	499,0	4,440		852	1020	875	1050
60 x 5	299,0	2,660		688	826	696	836
60 x 10	599,0	5,330		985	1180	1020	1230
80 x 5	399,0	3,550		885	1070	902	1090
80 x 10	799,0	7,110		1240	1500	1310	1590
100 x 10	999,0	8,890		1490	1810	1600	1940

Tabla 1

Corrientes en régimen permanente para barras conductoras

Notas:

1. Calculado con una densidad de 8,9 kg/dm³
2. Base de referencia para los valores de la intensidad (valores tomados de la norma DIN 43671)

Para los valores básicos indicados en la tabla, el grado de emisión de temperatura es 0,4 suponiendo sea una barra de cobre oxidada. En sistemas de barras colectoras modernos, montados en tableros de distribución y obteniendo un grado de protección IP 54 o superior, puede tomarse el grado de emisión más favorable. Este grado de emisión posibilita un aumento adicional de la carga de intensidad nominal, frente a los valores de la DIN 43671, independientemente a la temperatura del aire y de las barras. Los valores experimentados demuestran un aumento del valor de la intensidad nominal del 6 – 10% frente a los valores indicados en la tabla para barras de cobre desnudas, con un 60% de la superficie oxidada.

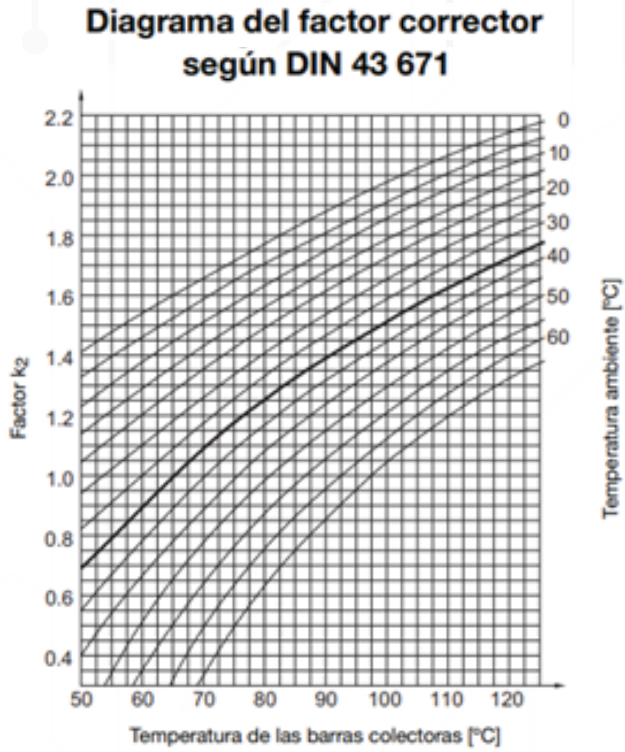


Tabla 1

Factor corrector K_2 según DIN 43671

Cálculo de la potencia de disipación en barras colectoras:
La potencia de disipación en las barras colectoras puede calcularse si se conoce la resistencia a la corriente alterna, aplicando la siguiente fórmula:

$$P_v = \frac{I_B^2 \times r \times I}{1000}$$

P_v [W] Potencia de pérdida.

I_B [A] Intensidad de disipación de servicio.

r [mΩ/m] Resistencia de la corriente alterna de la barra colectora.

l [m] Longitud de la barra colectora, circulada por IB.

Para el cálculo de las potencias de disipación usando la fórmula anterior, normalmente se tienen los datos de la intensidad nominal del circuito o las "corrientes de servicio" de los tramos de barras, además de las longitudes del sistema de conductores en la instalación. En cambio, la resistencia de los sistemas de conductores no es común conocerlos. Es por esto y en favor de permitir resultados compatibles al calcular las potencias de disipación, que el fabricante da los valores de resistencia en mΩ/m para las secciones más usuales de barras conductoras de cobre.

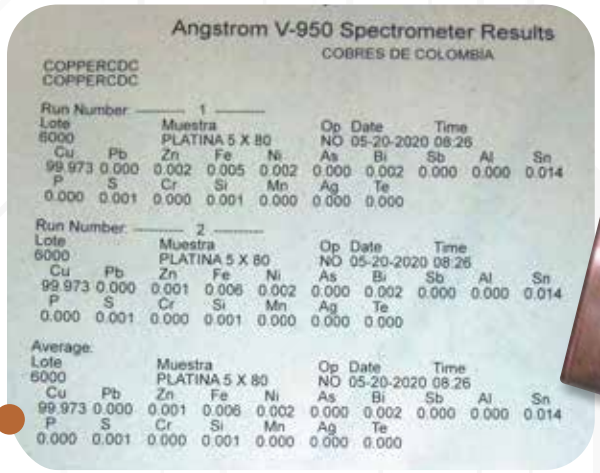
ENSAYOS DE CALIDAD PARA PLETINAS DE COBRE

Los productos de cobre como las pletinas y las varillas en cobre macizo de puesta a tierra deben cumplir en Colombia con lo dispuesto en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas-RETIE (2013), además con lo estipulado en las normas específicas de los productos.

Estos productos deben cumplir con las características eléctricas, mecánicas, físicas y químicas para su desempeño adecuado en los sistemas eléctricos en los que son integrados.

Para las pletinas de cobre se evalúan los requisitos mencionados en la norma ASTM B187 y en el numeral 20.23.1.2 del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas-RETIE (2013), los cuales se verifican mediante los siguientes ensayos:

1 **Composición química:** "Las partes fijas deben ser construidas en plata, aleación de plata, cobre, aleación de cobre, aluminio, u otro metal que se haya comprobado útil para esta aplicación, no se debe utilizar el hierro o el acero en una parte que debe conducir corriente en régimen normal"[1]



Angstrom V-950 Spectrometer Results
COBRES DE COLOMBIA
COPPERCDC
COPPERCDC

Run Number: ——— 1 ———

Lote		Muestra			Op	Date	Time		
6000		PLATINA 5 X 80			NO	05-20-2020	08:26		
Cu	Pb	Zn	Fe	Ni	As	Bi	Sb	Al	Sn
99.973	0.000	0.002	0.005	0.002	0.000	0.002	0.000	0.000	0.014
P	S	Cr	Si	Mn	Ag	Te			
0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000			

Run Number: ——— 2 ———

Lote		Muestra			Op	Date	Time		
6000		PLATINA 5 X 80			NO	05-20-2020	08:26		
Cu	Pb	Zn	Fe	Ni	As	Bi	Sb	Al	Sn
99.973	0.000	0.001	0.006	0.002	0.000	0.002	0.000	0.000	0.014
P	S	Cr	Si	Mn	Ag	Te			
0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000			

Average:

Lote		Muestra			Op	Date	Time		
6000		PLATINA 5 X 80			NO	05-20-2020	08:26		
Cu	Pb	Zn	Fe	Ni	As	Bi	Sb	Al	Sn
99.973	0.000	0.001	0.006	0.002	0.000	0.002	0.000	0.000	0.014
P	S	Cr	Si	Mn	Ag	Te			
0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000			

Resultados de composición química realizados en un espectrómetro.

2 **Resistencia a la tracción:** Se realiza el ensayo de resistencia a la tracción de acuerdo con las características mecánicas del cobre usado, se mide en kg/mm², a la muestra de cobre se le aplican unos niveles de cargas que superan el límite elástico, por ende el material sufre deformaciones permanentes y ya no recupera su forma original cuando cesan estas cargas. Es entonces cuando el material entra en el régimen plástico hasta alcanzar el esfuerzo máximo o resistencia a la tracción, al final de su deformación llega al punto de rotura.

Ensayo de resistencia a la tracción.

[1] RETIE 20.23.1.2 a)

3

Conductividad-resistividad eléctrica: Se realiza la medición de la conductividad eléctrica o conductividad específica, la cual es la habilidad de un material de conducir una corriente eléctrica. Es el recíproco (inverso) de la resistividad eléctrica.

Medición de la resistividad para una barra de cobre.

4

Dureza: La dureza es una propiedad que mide la capacidad de resistencia que ofrecen los materiales a procesos de abrasión, desgaste, penetración o de rallado. Existen varios métodos para medir la dureza de un material, siendo el método Brinell y el método Rockwell los más comunes.

Ensayo de dureza Rockwell.

Al igual que en el ensayo Brinell la dureza se determina en función del grado de penetración de la pieza a ensayar a causa de la acción del penetrador bajo una carga estática dada. Difiere del ensayo Brinell en que las cargas son menores y los penetradores más pequeños por lo que la impronta será menor y menos profunda.

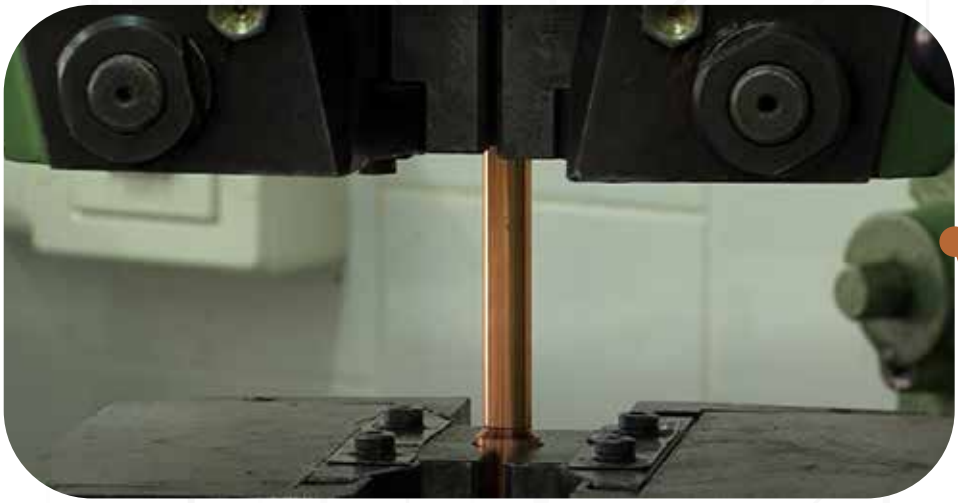
5

Ángulo de doblado: Se realiza un doblez transversal de 120° verificando mediante inspección visual que no se presenten grietas en la zona doblada.

6

Módulo de elasticidad (Módulo de Young): El módulo de elasticidad longitudinal o módulo de Young (E) relaciona la tensión aplicada a una pieza según una dirección con la deformación originada en esa misma dirección, y siempre considerando un comportamiento elástico en la pieza. Para el material de cobre, el módulo de elasticidad longitudinal tiene el siguiente valor:

E= 110.000 MPa (110.000 N/mm²) (1.100.000 kg/cm²)



Montaje en la máquina universal para medición del módulo de Young.

7

Análisis dimensional: Se realiza la medición longitudinal de espesor y ancho para verificar que los productos cumplen las dimensiones de las fichas técnicas.

ENSAYOS DE CALIDAD PARA VARILLAS DE COBRE

Para las varillas de cobre se evalúan los requisitos mencionados en la norma NTC 2206-Equipo de conexión y puesta a tierra y en el numeral 15.3 del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas-RETIE (2013), los cuales se verifican mediante los siguientes ensayos:

1 **Composición:** La puesta a tierra puede estar constituida por uno o varios de los siguientes tipos de electrodos: Varillas, tubos, placas, flejes, alambres o cables desnudos.

2 **No debe contener aluminio en los electrodos de las puestas a tierra:** no se permite el uso de aluminio en los electrodos de puesta a tierra [2]

3 **Resistencia a la corrosión:** Los productores de electrodos de puesta a tierra deben garantizar que la resistencia a la corrosión del electrodo sea de mínimo 15 años contados a partir de la fecha de instalación.

Ensayo de corrosión en cámara salina.

4 **Adherencia y doblado:** Debe probarse la adherencia (para los casos de varillas con recubrimientos) y doblado del electrodo con recubrimiento, conforme a lo establecido en la norma NTC 2206 o equivalente.

Ensayo de doblado de las varillas.

[2] RETIE 15.3.1 b)

5 **Análisis dimensional:** Los electrodos deben cumplir las dimensiones mínimas según el tipo de electrodo y valores de la Tabla 15.2 del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas-RETIE (2013).

6 **Longitud:** El electrodo tipo varilla o tubo debe tener mínimo 2,4 m de longitud.

7 **Marcación:** El electrodo tipo varilla, debe estar identificado con la razón social o marca registrada del fabricante y sus dimensiones; esto debe hacerse dentro los primeros 30cm medidos desde la parte superior.

Tener en cuenta que, estos equipos deben ser certificados por entidades acreditadas que avalen el cumplimiento de los requisitos normativos y reglamentarios que les apliquen, lo cual brindará la confianza a los usuarios de las instalaciones eléctricas en las que se encuentran.

COBRES DE COLOMBIA

REFINAMOS COBRE
+ DE 50 AÑOS
PARA UN FUTURO SOSTENIBLE

SC-695-1 SA-291-1 OC-CER572092

(*) Los logos de los entes certificadores aquí dispuestos de forma general pertenecen a productos específicos, pueden ser validados en nuestra página web.

www.cobres.com.co