NORMA VENEZOLANA

COVENIN 397:2001

ALAMBRES Y CABLES MONOPOLARES AISLADOS CON TERMOPLÁSTICO PARA 600 V.

1ra REVISIÓN.

CODELECTRA
COMITE DE ELECTRICIDAD DE VENEZUELA

FONDONORMA

INDICE

		Página
1.	Objeto	1
2	Referencias normativas	1
2.1	Normas COVENIN	1
2.2	Otras Normas	1
3.	Definiciones	2
3.1	Conductor de trenzado estándar	2
3.2	Conductor de trenzado comprimido	2
3.3	Conductor trenzado compacto	2
4.	Requisitos	2
4.1	Generalidades	2
4.2	Conductores	2
4.3	Aislamiento	4
4.4	Revestimientos no metálicos y material de relleno	5
4.5	Arreglos que incluyen cables de un solo conductor con aislamiento termoplástico	5
4.6	Cables para bombas de agua sumergibles	6
4.7	Requisitos en el cable terminado	7
5.	Marcación	14
5.1	Intervalos	14
5.2	Identificación de la organización responsable	14
5.3	Ensayo para la impresión con tinta indeleble	15
5.4	Caracteres	15
5.5	País de origen	15
5.6	Calibre	15
5.7	Color de la superficie	15
5.8	Resistencia al aceite	17
5.9	Tipo THHN ó THWN	17
5.10	Resistencia al aceite y a la gasolina	17
5.11	Uso en bandejas porta cables (opcional)	17
5.12	Cables para bombas	18
5.13	Tensión	18
5.14	Marcas sobre rótulos, carretes o cajas de cartón	18
5.15	Recubrimiento con color	19
5.16	Conductores de aluminio y de aluminio cubiertos con cobre	19
5.17	Marcación	19
5.18	Marcación para uso en bandejas porta cables	19
6.	Bibliografía	20
	Tabla Nº 1. Cable de uso general para construcciones	21
	Tabla Nº 2. Cables para tableros de distribución y otros tipos	23
	Tabla Nº 3. Conductores	24
	Tabla Nº 4. Diámetro del conductor	25
	Tabla Nº 5. Diámetro para conductores trenzados de cobre y aluminio clase B	26
	Tabla Nº 6. Área de la sección transversal	27
	Tabla Nº 7. Resistencia máxima a la corriente continua de los conductores sólidos de aluminio cubierto con cobre y cobre desnudo	28
	Tabla Nº 8. Resistencia máxima a la corriente continua de los conductores sólidos de cobre estañado o una aleación de plomo estaño	29

Tabla N° 9. Resistencia máxima l a la corriente continua de los conductores de aluminio y aluminio cubierto de cobre, y conductores de cobre desudo trenzados ASTM clase B, C y D y conductores trenzados comprimidos y compactados de aluminio y cobre desnudo 30
Tabla N° 10. Resistencia máxima l a la corriente continua de los conductores de cobre trenzado ASTM clase B y trenzado comprimido con estañd o una aleación de plomo estañado 31
Tabla N° 11. Resistencia máxima l a a corriente continua de los conductores de cobre, trenzados ASTM clase C y D y trenzado comprimido cubierto con estaño o una aleación de plomo estañado 32
Tabla N° 12. Trenzado de conductores 33
Tabla N° 13. Diámetro externo de conductores redondos trenzados compactados de aluminio y cobre 33
Tabla N° 14. Diámetro de los conductores cableados concéntricos comprimidos según ASTM clase B, C y D en conductores de aluminio, cobre estañado y no estañado 34
Tabla N° 14A. Diámetro nominal de alambre y conductor de cobre trenzado de 19 hilos redondos combinados (UNILAY) 35
Tabla N° 14B. Longitud de paso de conductores bunchado-simple bunchado 36
Tabla N° 15. Espesores de aislante en el Cable Tipo F E P 36
Tabla N° 16. Espesores de aislantes en el Cable Tipo T F E 36
Tabla N° 17. Espesores de aislantes en Cables tipos TW y THW 36
Tabla N° 18. Eliminada.
Tabla N° 19. Espesores del aislante y la cubierta en Cables THHN y THWN 37
Tabla N° 20. Calibre mínimo de conductores opcionales de puesta a tierra en cables para bombas de agua sumergibles con todos los conductores de cobre 37
Tabla N° 21. Calibre mínimo l de conductores opcionales de puesta a tierra en cable para bombas de agua sumergibles con todos los conductores de aluminio o de aluminio revestido de cobre 37
Tabla N° 22. Construcción de conductores aislados para cables utilizados en bombas sumergibles para agua (mm) 38
Tabla N° 23. Construcción de conductores aislados para cables utilizados en bombas sumergibles para agua (mils) 38
Tabla N° 24. Espesores de la cubierta de PVC no integrales en cables multiconductores para bombas 39
Tabla N° 25. Ensayo de rigidez dieléctrica (V) 39
Tabla N° 26. Resistencia mínima del aislamiento a 15,6 °C (60 °F) 40
Tabla N° 27. Factores de corrección para llevar la resistencia del aislamiento a 15,6° C (60 °F) en cables aislados con PVC 41
Tabla N° 28. Resistencia del aislamiento a elevadas temperaturas 42
Tabla N° 29. Resistencia mínima para el aislamiento en períodos largos en cables tipo THHN a 97° C (206,6 °F) 43
Tabla N° 30. Tensión de ensayo de chispa 43
Tabla N° 31. Diámetro del mandril 44
Tabla N° 32. Carga de la muestra 45
Tabla N° 33. Marcación para alambres y cables resistentes a la gasolina y al aceite 45

NORMA VENEZOLANA
ALAMBRES Y CABLES MONOPOLARES AISLADOS CON TERMOPLÁSTICO PARA 600 V

COVENIN 397:2001

1. OBJETO

Esta norma venezolana especifica los requisitos mínimos que deben cumplir los alambres y cables monopolares calibres N°. 14 al 4/0 AWG y del 250 kcmil al 2000 kcmil (KCM), aislados con termoplástico para 600 V y de acuerdo con la Norma Venezolana COVENIN 200.

Esta norma no cubre los cordones flexibles, ni tampoco los conductores aislados con material termoplástico para el alambrado de aparatos, los cuales están especificados en la norma venezolana COVENIN 558.

Esta norma incluye los cables para bombas sumergibles y otros cables multiconductores para los cuales no existe ninguna designación.

El término termoplástico se usa en esta norma para designar un compuesto sintético, cuyo elemento básico es el cloruro de polivinilo (PVC) o un copolímero de cloruro de vinilo y de acetato de vinilo

2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes normas contienen disposiciones que al ser citadas en el texto, constituyen requisitos de esta norma venezolana. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos con base en ellas, que analicen la conveniencia de usar las ediciones mas recientes de las normas citadas seguidamente:

2.1 Normas COVENIN

COVENIN 200-99	Código Eléctrico Nacional.
COVENIN 558-72	Cordones Flexibles y Alambres para Aparatos Eléctricos.

2.2 Otras Normas

ANSI/ASTM B-3	Standard Specification for Soft or Annealed Copper Wire.
ANSI/ASTM B-355	Standard Specification for Nickel - Coated Soft or Annealed Copper Wire.
ANSI/ASTM B-298	Standard Specification for Silver-Coated Soft or Annealed Copper Wire.
ASTM B-33	Standard Specification for Tinned Soft or Annealed Copper Wire for Electrical Purposes.
ASTM B-189	Standard Specification for Lead-Coated and Lead-Alloy-Coated Soft Copper Wire for Electrical Purposes.
ASTM B-160	Standard Specification for Nickel Rod and Bar.
ASTM-230	Standard Specification for Alumium
ANSI/UL 1581	Reference Standard for Electrical Wires, Cables, and Flexible Cords
ANSI/ASTM D-471	Standard Specification for Rubber Property-Effect of Liquids.

3. DEFINICIONES

3.1 Conductor de trenzado estándar

Es un conductor trenzado concéntrico de forma circular que tiene todas sus capas trenzadas en una misma dirección o en direcciones alternas.

3.2 Conductor de trenzado comprimido

Es un conductor trenzado concéntrico de forma circular que tiene todas sus capas trenzadas en una misma dirección o en direcciones alternadas en el cual los hilos de una o más capas son ligeramente comprimidos cambiando su forma original circular a fin de minimizar los intersticios del conductor y obtener posteriormente, un adecuado aislamiento. La reducción total del diámetro del conductor no debe exceder del 3% respecto al conductor de cableado normal. Los Valores máximos y mínimos están establecidos en la tabla 14

3.3 Conductor trenzado compacto

Es un conductor trenzado concéntrico de forma circular que tiene todas sus capas trenzadas en una misma dirección o en direcciones alternas en la cual cada capa es compactada cambiando la forma original de los hilos redondos a fin de eliminar de manera casi completa, los intersticios del conductor y obtener posteriormente, un adecuado aislamiento. La reducción total del diámetro del conductor debe estar entre 3% y 10% respecto al conductor de cableado normal. Los valores máximos y mínimos están establecidos en la tabal 13.

4. REQUISITOS

4.1 Generalidades

4.1.1 Los alambres y cables aislados con termoplástico deben pertenecer a uno de los tipos especificados en las Tablas 1 y 2, y cumplir en todas sus características con los detalles de construcción y requisitos de ensayos aplicables a cada tipo

4.1.2 Todos los tipos de alambres y cables aislados con termoplástico permitidos por esta norma, están incluidos en las Tablas 1 y 2, las cuales sirven como índice de requisitos para los detalles de construcción y de ensayos. En cada columna se indican los requisitos aplicables a cada tipo específico de alambre o cable. Los números entre paréntesis indican los puntos del texto a los cuales siempre se debe hacer referencia.

4.2 Conductores

4.2.1 Metal

4.2.1.1 Tipos FEP

Los alambres del conductor deben ser de cobre blando recocido que cumpla con la norma ASTM B-3. Cada hilo de calibre N° 27 a 36 AWG de régimen nominal 200° C, debe estar protegido contra la oxidación mediante una capa externa adecuada y continua de níquel que cumpla con la norma ANSI/ASTM B-355, una capa exterior de plata que se ajuste a la norma ANSI/ASTM B-298, o una capa exterior de otro metal o aleación (previa evaluación). No se aceptan el plomo, estaño/plomo, ni recubrimientos de estaño. Son aceptables hilos de calibres N° 27 a 36 AWG de régimen nominal 150°C, con o sin recubrimiento de estaño, que cumpla con la norma ASTM B-33 ó un recubrimiento estaño/plomo que cumpla con la norma ASTM B-189. Son aceptables para régimen nominal de 200°C, los alambres de conductores sólidos o trenzados, sin recubrimiento o recubiertos de estaño/plomo o estaño, cuyo diámetro sea por lo menos de 0,38 mm.

4.2.1.2 Tipo TFE

El conductor debe ser de una aleación a base de níquel que cumpla con la norma ASTM B-160 y que tenga una resistencia a la tracción de 448 MN/m^2 ±·103 MN/m^2 ó 44 816 N/cm^2 ± 10 342 N/cm^2, un alargamiento de por lo menos 35% y una resistividad volumétrica nominal de 0,110 Ω x mm^2 /m a 20°C, o debe ser de cobre blando recocido que cumpla con la norma ASTM B-3. Un conductor sólido de cobre y cada hilo de un conductor trenzado

de cobre deben protegerse contra la oxidación con una capa de níquel que cumpla con la norma ANSI/ASTM B-355.

4.2.1.3 Tipos TW, THW, THWN y THHN

El conductor debe ser de cobre blando recocido, de aluminio revestido de cobre o de una aleación I de aluminio. El cobre blando recocido debe cumplir con la norma ASTM B-3. El recubrimiento metálico sobre el cobre blando recocido o sobre aluminio revestido de cobre de conformidad con el punto 4.2.4. deben ser: de estaño que cumpla con la norma ASTM B-33, de una aleación estaño/plomo que cumpla con la norma ASTM B-189, de níquel que cumpla con la norma ANSI/ASTM B-355, de plata que cumpla con la norma ANSI/ASTM B-298 o de otro metal o aleación. Los conductores sólidos de aluminio de calibres N° 12 al 8 AWG deben cumplir con los requisitos para materiales de alambres para conductores de aluminio. Los conductores de aluminio con revestimiento de cobre deben ser obtenidos por trefilación del alambre de aluminio con revestimiento de cobre. El cobre debe estar metalúrgicamente ligado con el núcleo de aluminio y tener como mínimo un 10% de la sección transversal total de conductor sólido o de cada alambre del conductor trenzado y debe ser concéntrico con el aluminio. El espesor del cobre no debe ser menor de 2,56% del diámetro del conductor, ó del diámetro del hilo, determinado por examen microscópico de una sección transversal recta y pulida del hilo redondo o conductor sólido redondo. La resistencia a la tracción de los conductores de aluminio tipo semiduro, (endurecido mediante trabajo en frio de ½ a 3/4)o de un conductor de aluminio revestido de cobre totalmente recocido debe ser de (18 500 PSI ± 3500 PSI). Los hilos de conductores de aluminio deben cumplir con la norma ASTM B-230.

4.2.2 Calibre, temple y construcción

Los conductores deben ser de calibre, temple y construcción de acuerdo a lo indicado en la Tabla 3.

4.2.3 Diámetro y área transversal del conductor

4.2.3.1 El diámetro de un conductor sólido no debe ser menor al indicado en la Tabla 4, al ser determinado según lo especificado en la norma ANSI/UL 1581.

4.2.3.2 El diámetro de un conductor trenzado estándar formado por hilos, no debe ser menor al indicado en la tabla 5, al ser determinado según lo especificado de la norma ANSI/UL 1581. Para el área de la sección transversal del conductor trenzado, se tomara como referencia los valores indicados en la tabla 6 privando para ello la resistencia eléctrica en corriente continua (Véase punto 4.2.7).

4.2.4 Recubrimiento metálico

4.2.4.1 Si el aislamiento adyacente a un conductor de cobre o de aluminio revestido de cobre, es de un material que corroe el cobre desnudo durante el ensayo especificado en la norma ANSI/UL 1581, y si no se incluye un separador de protección, el conductor sólido y cada hilo por separado de un conductor trenzado debe ser cubierto individualmente con una capa exterior de metal o de una aleación que se ajuste a los requisitos del punto 4.2.1., 4.2.2. ó 4.2.3., según se aplique al tipo de cable.

4.2.4.2 En el caso de conductor trenzado en el que no se requiera de un recubrimiento para protección contra la corrosión, pero que se utilice únicamente para evitar que el aislamiento se adhiera al cobre, es aceptable utilizar un revestimiento externo solo en los alambres de la capa externa.

4.2.5 Separador

4.2.5.1 Se acepta, aunque no se exige, un separador entre el conductor y el aislamiento de un alambre o cable, sólido o trenzado. El separador debe ser aislante pero no se considerará como parte del aislamiento requerido.

4.2.5.2 El separador utilizado entre un conductor y el aislamiento debe ser provisto de un color o debe ser marcado *para distinguir claramente* el separador del conductor una vez retirado el aislamiento. Este color debe ser *cualquier* menos verde, o verde y amarillo, y puede ser unicolor, con franjas o con cualquier otro patrón.

4.2.6 Uniones

Las uniones en conductores sólidos o en uno de los alambres separados de un conductor trenzado no deben cambiar el diámetro del conductor sólido, de cada hilo por separado o del conductor trenzado. No pueden hacerse uniones de conductores trenzados de manera total, deben hacerse alambre por alambre. Las uniones sólo deben hacerse antes de aplicar cualquier recubrimiento externo a un conductor aislado. El aislamiento aplicado a dichas uniones debe ser equivalente al retirado y debe cumplir con los requisitos de esta norma. La unión de un alambre en un conductor compactado o comprimido solo puede hacerse antes del proceso de comprimir o compactar.

4.2.7 Resistencia.

La resistencia en corriente continua de cualquier longitud de conductor en Ω/ Km, no debe ser mayor a la máxima I (nominal x 1,02) indicada en la tabla correspondiente de la tabla 7 a la tabla 11 a 20°C (68°F), o a 25°C (77°F), al ser medida según lo especificado en la norma ANSI/UL 1581.

4.2.8 Trenzado

4.2.8.1 Los alambres o cables trenzados no deben tener un número menor de hilos al indicado en la Tabla N° 12 no deben utilizarse hilos de cobre menores al calibre N° 36 AWG, ni hilos de aluminio o aluminio revestido de cobre menores al calibre N° 22 AWG. Los conductores trenzados compactos no deben segmentarse.

4.2.8.2 Los alambres individuales utilizados para formar un conductor trenzado, normalmente se estiran hasta un diámetro que puede o no ser el diámetro de cualquier calibre AWG u otro número de calibre normalizado. Los alambres individuales de un conductor trenzado de cableado concéntrico no necesariamente deben tener todos el mismo diámetro.

4.2.8.3 Los conductores de trenzado compacto deben ser redondos con un hilo central como núcleo, rodeado de una o más capas de hilos. El diámetro externo del conductor terminado y compactado debe cumplir con lo indicado en la Tabla 13. La longitud del paso de los hilos de la capa externa de un conductor N° 1 AWG al 1 000 kcmil debe ser de 8 a 16 veces el diámetro externo de esa capa. La longitud del paso de los hilos de la capa exterior de un conductor N° 12 al 2 AWG debe ser 8,0 a 17,5 veces el diámetro externo de esa capa.

4.2.8.4 Los conductores de trenzado comprimido deben ser redondos, con un hilo central como núcleo, rodeado de una o más capas de hilos dispuestos helicoidalmente con la dirección del paso invertida en capas sucesivas. La dirección del paso de la capa externa debe ser izquierda en todos los casos. El diámetro externo de los conductores de trenzado comprimido Clase B, C, ó D deben cumplir con lo indicado en la Tabla 14.

4.2.8.5 Todo conductor trenzado unidereccional (unilay) de 19 alambres combinados de cobre reconocido o de Aleación de Aluminio I debe ser redondo y debe consistir de un alambre recto central, una copia interna de seis alambres del mismo diámetro del alambre central, y una capa externa de seis alambres del mismo diámetro del alambre central alterno con seis alambres de diámetro 0,732 veces el diámetro del alambre central, todos los doce alambres de la capa externa deben tener la misma longitud y dirección de paso de la capa interna. Los diámetros nominales de los alambres y conductores están dados en la tabla 14 a.

4.2.8.6 Ningún cableado particular de alambres individuales de cualquier otro conductor trenzado es requerido, pero agrupado bunchado simple no debe ser usado para el conductor completo o cualquier parte de él. La longitud de paso de los hilos en un conductor cableado agrupado no debe ser mayor que el indicado en la tabla 14.b. La dirección de paso de los hilos en un conductor agrupado simple (multigrupo), debe ser a la izquierda. Cualquier tipo de cableado de la norma ANSI/UL 1581, exceptuando el cableado compacto o cableado cableado agrupado, debe cumplir con lo aplicado en el punto 4.2.8.4. La dirección de paso de la capa externa debe ser en todo caso a la izquierda.

4.3 Aislamiento

4.3.1 Material y aplicación

4.3.1.1 Todo alambre metálico o cable debe estar aislado en toda su longitud con el aislamiento especificado para su construcción de acuerdo con las Tablas 1 y 2. El aislamiento debe ser aplicado directamente sobre la

superficie del conductor o sobre cualquier separador cubriéndolos completamente, y no debe tener ningún defecto apreciable a la vista sin magnificación. Los cables tipo THHN y THWN deben cada uno tener, adicionalmente, una cubierta de nylon o equivalente (Véase nota 1 en la Tabla 1) aplicada directamente sobre la superficie del aislamiento de PVC.

4.3.1.2 Toda reparación o unión hecha en el aislamiento debe ser realizada de una manera bien acabada de tal manera que las partes afectadas en el proceso cumplan con las pruebas eléctricas de igual forma que el resto del aislamiento. El espesor del aislamiento en la parte reparada o de la unión debe cumplir con los requisitos del punto 4.3.2.

4.3.2 Espesor del aislamiento y del nylon o equivalente

El espesor promedio del aislamiento y el espesor mínimo en cualquier punto del mismo y de cualquier cubierta de nylon o equivalente en un conductor particular, no debe ser menor que el indicado en las Tablas 15 a la 19 de acuerdo con la construcción particular y el calibre del cable cuando se determine según lo especificado en la norma ANSI/UL 1581.

4.3.3 Centrado

Dentro de los límites especificados en el punto 4.3.2, el aislamiento debe tener una sección transversal circular, debe ser aplicado concéntricamente alrededor del conductor (de tal manera que el conductor esté bien centrado con respecto al aislamiento) y debe estar ajustado al conductor. Si el aislamiento se aplica con más de una capa, las capas adyacentes deben formar una masa integral. Esta masa debe considerarse como un todo para cualquier medición o prueba.

4.4 Revestimientos no metálicos y material de relleno

4.4.1 Material de relleno

Los materiales de relleno adicionales en cables para bombas o en ensamblajes de conductores múltiples son aceptables, pero no son requeridos

4.4.2 Espesor de la cubierta

El espesor promedio y el mínimo de la cubierta de PVC usado sobre cables de bombas sumergibles, así como el espesor mínimo de la cubierta de nylon o equivalente usada en cables tipo THHN y THWN, y sobre los cables tipo TW resistentes a la gasolina y al aceite, no debe ser inferior que los indicados en las respectivas Tablas 17, 19 y 24, cuando se determine de acuerdo a lo especificado en la norma ANSI/UL 1581.

4.5 Arreglos que incluyen cables de un solo conductor con aislamiento termoplástico

4.5.1 Generalidades

Los cables monopolares tipo, TW, THW, THWN, THHN, FEP y TFE, que cumplan individualmente con los requisitos de ésta especificación, incluyendo o no otros conductores o cables monopolares, pueden ser cableados en arreglos sin recubrimiento total. No se especifica la longitud axial de la vuelta, ni la dirección del arreglo helicoidal. Se aceptan cintas adhesivas o envolturas cuya intención sea solamente, la de mantener apretado el arreglo. Los arreglos no deben tener conductores desnudos o cubiertos de aluminio, o de aluminio con cubierta de cobre, pero pueden tener un conductor de cobre desnudo (no se especifica calibre) que esté cubierto con estaño, plomo o una aleación a base de plomo u otro metal. Un conductor sólido revestido de cobre, no debe ser recubierto. El arreglo completo debe satisfacer los siguientes requisitos:

4.5.1.1 Los arreglos en los cuales se incluya un conductor de cobre desnudo estañado, deben ser probados en un tanque (pruebas de resistencia o sobretensión del dieléctrico) como se indica en el punto 4.7.2.1 aparte 1, después de ser sumergidos en agua por lo menos durante una (1) hora.

4.5.1.2 Cada arreglo en el cual no se incluya un conductor desnudo debe ser probado en un tanque (1 hora o más de inmersión) o probado como se indica en el punto 4.7.2.1, o probado contra chispa según se señala en el punto 4.7.6.1. (cada capa de un arreglo de múltiples capas debe ser probado contra chispa separadamente).

4.5.1.3 Debe probarse individualmente la continuidad de cada conductor del calibre 14 al 7 AWG una vez completado el arreglo.

4.6 Cables para bombas de agua sumergibles

4.6.1 Generalidades

El cable usado para alimentar bombas sumergibles en pozos de agua debe ser de cobre sólido o trenzado, calibre N° 14 al 2 AWG, de aluminio sólido o trenzado, calibre N° 12 al 2 AWG, ó aluminio cubierto de cobre o cobre trenzado de calibre N° 1 AWG al 500 kcmil o conductores de fuerza, de aluminio o aluminio cubierto de cobre, más un conductor de puesta a tierra, opcional, sólido o trenzado, aislado, que sea de la misma construcción y de un calibre no inferior al indicado en las Tablas 20 y 21, como se indica en el punto 6.7.1. Los conductores de fuerza y el conductor de puesta tierra deben ser ensamblados de una de las maneras siguientes:

4.6.1.1 Cableado con cubierta

Dos, tres o cuatro circuitos conductores de fuerza aislados con PVC, más cualquier conductor de puesta a tierra aislado con PVC, que satisfaga los requisitos para una de las cuatro construcciones A, B, C ó D, detalladas en las Tablas 22 y 23 deben ser cableados (no se especifica la longitud axial de la vuelta) con un recubrimiento externo El recubrimiento externo debe ser una cubierta de PVC que cumpla con los requisitos de esta especificación, incluyendo el espesor de cubierta indicado en la Tabla 24 y las propiedades físicas especificados en la norma ANSI/UL 1581.

4.6.1.2 Cableado sin cubierta

Dos, tres o cuatro conductores de fuerza aislados con PVC, más cualquier conductor de puesta a tierra aislado con PVC, que satisfaga los requisitos para una de las cuatro construcciones A, B, C ó D, descritas en las Tablas 22 y 23 deben ser cableados (no se especifica la longitud axial de la vuelta) sin un recubrimiento externo

4.6.1.3 Paralelo unido con un puente

Dos o tres conductores de fuerza con aislamiento de PVC, más cualquier conductor de puesta a tierra aislado con PVC, que satisfaga los requisitos para la construcción A ó C indicada en las Tablas 22 y 23, y extruidos simultáneamente con el aislamiento y con su debida identificación de fase de cada conductor La identificación puede ser con ribetes, trazos en la superficie, o palabras impresas. El espesor mínimo del aislamiento en cualquier punto en cada circuito y en cualquier conductor de tierra después de separados no debe ser menor que el espesor mínimo indicando en las Tablas 22 y 23 siendo aceptable en cualquier punto de aislamiento para la respectiva construcción A ó C.

4.6.1.4 Paralelo unido con puente o con relleno, con cubierta

Dos o tres conductores de fuerza con aislamiento de PVC, más cualquier conductor de puesta a tierra con aislamiento de PVC, que satisfaga los requisitos para las construcciones A, B, C ó D detalladas en las Tablas 22 y 23 deber ser colocados paralelamente el uno al otro con una cubierta de PVC total, no integral, que satisfaga los requisitos de esta norma, incluyendo el espesor de cubierta en la Tabla 24 y las propiedades físicas especificadas en la norma ANSI/UL 1581. Debe existir una interconexión entre conductores adyacentes, en forma integral con la chaqueta.

4.7 Requisitos en el cable terminado

4.7.1 Cubierta de nylon o equivalente

4.7.1.1 Ensayo de mandril

La cubierta de nylon o equivalente en un cable tipo THWN ó THHN no debe romperse cuando se enrolle alrededor de un mandril según lo especificado en la Norma ANSI/UL 1581.

4.7.2 Rigidez dieléctrica

4.7.2.1 Tipos TW, THW, THHN, FEP y TFE

El aislamiento en cables terminales tipo TW, THW, THHN, THWN, FEP, y TFE, debe soportar sin romperse durante 60 s, la aplicación de un potencial rms esencialmente sinusoidal que se indica en la Tabla 25 bajo las siguientes condiciones: el cable debe ser sumergido en agua a temperatura ambiente por un tiempo no inferior a 6 h, después de lo cual debe ser expuesto al ensayo de tensión estando aún sumergido. El ensayo de rigidez dieléctrica debe llevarse a cabo previo el ensayo de resistencia del aislamiento. El ensayo se debe realizar según lo especificado en la norma ANSI/UL 1581. Véase también el punto 4.7.6.1.

4.7.2.2 Los conductores individuales de un cable multiconductor con cubierta, deben ser probados antes de ensamblarse, en un tanque con agua, como se describe en el punto 4.7.2.1, ó los conductores individuales deben ser sometidos al ensayo de chispa en corriente alterna (c.a) referido en el punto 4.7.6.1. Después del ensamblaje, se aplica el potencial de ensayo entre cada conductor y todos los conductores adyacentes conectados juntos.

4.7.3 Resistencia de aislamiento dentro del agua en periodos cortos (Generalidades)

4.7.3.1 El aislamiento en los cables tipo TW, THW, THWN y THHN debe ser tal que el cable ya acabado tenga una resistencia de aislamiento a 15,6° C y a la temperatura nominal (60° C no para cables tipo TW, 75° C para cables tipo THW y THWN, y 90° C para el THHN, no se ensayan los cables tipo THHN en agua a temperatura nominal), no inferior al número de MΩ, basando en un conductor de 1 km como se indica en la Tabla 26 para el ensayo a temperatura ambiente, o como se indica en la Tabla 28 para el ensayo a temperatura elevada. El aislamiento en los cables tipo FEP, y TFE debe ser tal que en todo el rango de calibres los cables ya terminados tengan una resistencia de aislamiento no inferior a 304 MΩ para una longitud de 1 km. El cable debe ser sumergido en agua a la temperatura especificada durante 6 h o más, y debe luego ser realizado el ensayo de resistencia de aislamiento con el cable aún sumergido. El ensayo a temperatura ambiente (pero no a 60° C ni a 75° C) debe ser realizada inmediatamente después de el ensayo de resistencia a sobretensión del dieléctrico, aunque en cualquier caso el rollo o los rollos de conductores, debe ser puestos a tierra y completamente descargados antes de realizar la medición de resistencia de aislamiento. El ensayo debe llevarse a cabo según lo especificado en la norma ANSI/UL 1581.

4.7.3.2 La Temperatura del agua en que es sumergido el rollo del conductor tiene un efecto marcado sobre la resistencia de aislamiento. Cuando se tomen lecturas a temperaturas distintas a 15,6° C (véase norma ANSI/UL 1581), éstas deben ser corregidas de acuerdo al factor respectivo obtenido de la Tabla 27.

Una de las cuatro columnas en la tabla 27 se asigna a cada compuesto admisible tipo TW, THW, THWN y THHN. Se deben determinar los factores multiplicadores respectivos cuando los compuestos tipo TW, THW, THWN y THHN no se ajusten a ninguno de los 4 patrones (columnas). Un factor multiplicador de 1,00 debe ser aplicable a cualquier ensayo que se realice a temperatura ambiente, sobre cables tipo FEP o TFE.

4.7.4 Resistencia de aislamiento dentro del agua por periodos largos (generalidades)

4.7.4.1 Valor mínimo

El aislamiento en los cables tipo TW, THW y THWN debe ser tal que el cable ya terminado (sin la envoltura de nylon o equivalente en el caso del tipo THWN), tenga una resistencia de aislamiento no inferior al número de MΩ en agua a 50° C para el cable TW, y a 75° C para los cables tipo THW y THWN, basándose en un conductor de 1 km como se especifica en la Tabla 28, en cualquier momento durante la inmersión, bajo las siguientes

condiciones: el periodo de inmersión debe ser de 12 semanas o mayor cuando la resistencia de aislamiento medida durante las 6 últimas semanas del período sea superior a 3 MΩ basándose en un conductor de 1 km. El período de inmersión debe ser de 24 semanas a 36 semanas cuando la resistencia de aislamiento medida sea inferior a 3 MΩ basándose en un conductor de 1 km siempre y cuando sea superior al valor indicado en la Tabla 28. Mientras se realicen las mediciones de resistencia de aislamiento debe mantenerse todo el tiempo un potencial de 600 V (rmc) esencialmente sinusoidal de 48 Hz a 62 Hz aplicado sobre el aislamiento. Véase también el punto 4.7.4.4 que establece el requisito de la máxima tasa I de disminución de la resistencia de aislamiento.

4.7.4.2 Los ensayos de inmersión prolongada a 50° C ó 75° C son considerados ensayos acelerados para los cables tipo TW y THW. Aunque estos cables están clasificados para tales exposiciones al agua, no se espera que ellos, mientras presten servicio, sean expuestos simultáneamente a temperaturas de 60° C ó 75° C y al agua por largos periodos de tiempo.

4.7.4.3 Los valores en la Tabla 28 se aplican solo a los cables tipo TW, THW y THWN que tengan aislamientos con espesores como los que muestran las Tablas 17 (Tipo TW), 18 (tipo THW), y 19 (tipo THWN). Para otros espesores de los mismos materiales, los valores de resistencia de aislamiento deben calcularse empleando las siguientes fórmulas:

$$IR_{50°C} = K_{15,6°C} x 2{,}02 x 10^{-4} x \log_{10}\left(\frac{D}{d}\right)$$

TW

$$IR_{75°C} = K_{15,6°C} x 2{,}02 x 10^{-4} x \log_{10}\left(\frac{D}{d}\right)$$

THW

$$IR_{75°C} = K_{15,6°C} x 5{,}30 x 10^{-4} x \log_{10}\left(\frac{D}{d}\right)$$

THWN

Donde:

IR: Es la resistencia del aislamiento en MΩ (a 50° C ó 75° C), basándose en un conductor de 1 km

K: Es la constante para el material de aislamiento a 15,6° C en MΩ, basa en un conductor de 305 m.

$2{,}02 \times 10^{-4}$ = Factor multiplicador para reducir K (a 15,6° C en MΩ basado en un conductor de 305 m), al valor que tendría a 50° C ó 75° C, en cables tipo TW y THW.

$5{,}30 \times 10^{-4}$ = Factor multiplicador para reducir K (a 15,6° C en MΩ basado en un conductor de 305m), al valor que tendría a 75° C basada en un conductor de 1 km para cables tipo THWN.

D= Diámetro del conductor sobre el aislante en milímetros.

d= Diámetro del conductor metálico en milímetro.

Ejemplo:

La resistencia de aislamiento de un cable TW calibre N° 8 AWG de trenzado clase "B" y con un espesor promedio de 1,27 mm debe ser:

Para un conductor clase B, calibre N° 8 AWG, d = 3,70 mm

D= d + 2 (Espesor del aislante) = 3,70 + 2 x (1,27) = 6,24

$$IR_{50°C} = K_{15.5°C} \times 2{,}02 \times 10^{-4} \times \log 10 \frac{D}{d}$$

$$= 500 \times 2{,}02 \times 10^{-4} \times \log 10 \frac{6{,}24}{3{,}70}$$

= 0,023 MΩ basado en un conductor de 1 km. Este valor redondeado a 0,025 MΩ debe ser el requisito para resistencia del aislante a 50°C.

4.7.4.4 Máxima tasa I de disminución

Durante las inmersiones prolongadas del cable TW a 50° C ó el cable THW ó THWN a 75° C, la disminución máxima de la resistencia del aislamiento por semana, para cada periodo continuo de 3 semanas, durante la última mitad del periodo de inmersión especificado, no debe ser mayor de 4% siempre y cuando la resistencia del aislamiento basada en un conductor de 1 km, sea 3 MΩ ó más; y no más de 2% siempre y cuando la resistencia del aislamiento sea menor de 3 MΩ basada en un conductor de 1 km, pero siempre mayor que el valor indicado en la Tabla 28.

4.7.4.5 Método de ensayo

Para determinar si el aislamiento cumple con los requisitos de los puntos 4.7.4 1 y 4.7.4.4., éste debe ser ensayado con el equipo y estar de acuerdo con los métodos según lo especificado en la norma ANSI/UL 1581. El cable tipo THWN debe ser ensayado sin la cubierta de nylon o equivalente. Las terminaciones de la muestra deben estar bien alejadas del tanque, y la temperatura del agua debe mantenerse a 50,0° C ± 1,0 ° C ó 75,0° C ± 1,0° C. Todo rollo de conductor que muestre un porcentaje de disminución de la resistencia de aislamiento durante el periodo prolongado de inmersión, mayor que el especificado en el punto 4.7.4.4, pudiese ser ensayado por un periodo de inmersión de 1 semana adicional y evaluado en base a los resultados de cada periodo continuo de 3 semanas, durante las últimas 12 semanas de inmersión, siempre y cuando la resistencia de aislamiento final no sea inferior a la especificada en la Tabla 28.

4.7.5 Resistencia de aislamiento en el aire a 97,0° C por periodos largos (Generalidades)

4.7.5.1 Valor mínimo .

Las probetas de cables tipo THHN, sin su envoltura de nylon o equivalente y provistas de una malla exterior de cobre de tejido apretado, deben tener una resistencia de aislamiento en el aire a 97,0° C ± 1,0° C no menor a la indicada en la Tabla 29 durante cualquier momento en un periodo prolongado dentro de un horno adecuado con aire circulante y de tiro inducido bajo las siguientes condiciones: el periodo dentro del horno debe ser de 12 semanas o mayor cuando la resistencia de aislamiento, durante las últimas 6 semanas del periodo es mayor de 3 MΩ basándose en un conductor de 1 km. El periodo dentro del horno debe ser de 24 a 36 semanas si la resistencia de aislamiento es menor a 3 MΩ, asumiendo un conductor de 1 km pero siempre mayor al valor indicado en la Tabla 29. Debe aplicarse un potencial de 600 V rmc esencialmente sinusoidal de 48 Hz a 62 Hz, excepto cuando se realicen las mediciones de resistencia de aislamiento. Véase también el punto 4.7.5.2 que establece el requisito para la máxima tasa I de disminución de la resistencia de aislamiento.

Los valores en la tabla 29 se aplican únicamente a los cables tipo THHN, con espesores de aislamiento como se indica en la tabla 19. Para otros espesores de los mismos materiales los valores de la resistencia de aislamiento se calculan por intermedio de la siguiente formula:

$$IR_{97°C} = K_{15.6°C} x 1{,}20 x 10^{-4} x \log_{10}\left(\frac{D}{d}\right)$$

THHN

En donde:

IR= Es la resistencia de aislamiento a 97°C en MΩ basada en un conductor de 1 km a un 102% de la temperatura absoluta nominal de localizaciones secas del cable.

K= Es la constante para el material aislante a 15,6° C en MΩ, asumiendo un conductor de 305 m.

$1,20 \times 10^{-4}$= Factor multiplicador para reducir K (a 15,6° C en MΩ, basándose en un conductor de 305 m), al valor que tendría a 97,0° C en MΩ basándose en un conductor de 1 km.

D= Diámetro del aislamiento en milímetros.
d= Diámetro del conductor metálico en milímetros.

4.7.5.2 Máxima tasa de disminución

Durante los períodos prolongados dentro del horno, del cable tipo THHN a 97° C ± 1° C. La disminución máxima por semana de la resistencia de aislamiento, como la que se determina a partir de una curva (dibujada para representar los valores reales promedios), para cada período continuo de 3 semanas durante la última mitad del período dentro del horno especificado, no debe ser mayor de 4% siempre y cuando la resistencia del aislamiento basada en 1 km de conductor es 3 MΩ o mayor, y no mayor de 2% siempre y cuando la resistencia de aislamiento es menor de 3 MΩ basada en un conductor de 1 km, pero siempre mayor que el valor indicado en la Tabla 29.

4.7.5.3 Método de ensayo

El ensayo para determinar si el aislamiento cumple o no con los requisitos de los puntos 4.7.5.1. y 4.7.5.2. debe realizarse en tres o más rollos de 20 m de cable tipo THHN, no envejecido por el tiempo y sin la envoltura de nylon o equivalente, pero provistos de una malla exterior de cobre de tejido apretado. Con excepción del uso de grandes hornos con circulación forzada de aire que permita el sacar los extremos de cable necesarios, y exceptuando al uso del tanque y del agua, dado que esto es un ensayo en seco con aire calentado, el ensayo debe realizarse con el equipo según lo especificado en la Norma ANSI/UL 1581. Debe quitarse la malla de cobre en cada extremo de cada rollo en una distancia de 150 mm a 200 mm, antes de ser aplicado la tensión de ensayo.

4.7.5.4 Cualquier rollo que muestre un porcentaje de disminución de la resistencia de aislamiento, durante su permanencia prolongada dentro del horno, mayor que la especificada en el punto 4.7.5.2. pudiese ser ensayado por períodos adicionales de 1 semana dentro del horno y evaluado en base a los resultados obtenidos en períodos continuos de 3 semanas durante las 12 últimas semanas dentro del horno, siempre y cuando la resistencia de aislamiento final no sea menor a la especificada para cada caso, en la Tabla 29.

4.7.6 Ensayo alternativo de chispa en corriente alterna

4.7.6.1 En Cables Tipo TW, THW, THHN, THWN, FEP, y TFE

A fin de agilizar los ensayos de producción en fábrica, se puede sustituir para cables tipo TW, THW, THHN, THWN, FEP y TFE el ensayo de rigidez dieléctrica de los puntos 4.7.2.1 y 4.7.2.2 y el ensayo de resistencia de aislamiento a 15,6° C de los puntos 4.7.3.1. y 4.7.3.2., por el ensayo de chispa en corriente alterna, la alternativa escogida para un determinado tipo y calibre de cable en una fábrica dada, debe ser aplicada al 100% de la producción de este tipo y calibre de cable.

Dentro de una fábrica, pudiesen escogerse distintas alternativas para diferentes calibres del mismo tipo de cable. El potencial de ensayo debe ser como se indica en la Tabla 30.

4.7.7 Capacidad inductiva específica (Generalidades)

El aislamiento en los cables tipo TW, THW y THWN debe ser tal que las muestras del cable ya terminado, que sean ensayadas de acuerdo con lo especificado en la norma ANSI/UL 1581 satisfagan lo siguiente:

4.7.7.1 La capacidad inductiva específica (CIE) medida después de una inmersión de 24 h no debe ser mayor a 8,00 para cables tipo TW, y no mayor a 10,00 para cables tipo THW y THWN.

4.7.7.2 La capacitancia determinada para todos los aislamientos después de una inmersión de 14 días, no debe ser mayor de un 10% por encima de la capacitancia luego de 24 h de inmersión.

4.7.7.3 La capacitancia determinada para todos los aislamientos después de la inmersión de 14 días, no debe ser mayor de un 5% por encima de la capacitancia determinada luego de una inmersión durante 7 días.

4.7.8 Ensayo de flexibilidad a temperatura ambiente

Dentro de las 16 h a 96 h luego del tratamiento en el horno bajo fuego las condiciones según lo especificado en la norma ANSI/UL 1581, el aislamiento y la envoltura de nylon o equivalente de los cables ya terminados tipo TW, THW, THWN, THHN, FEP y TFE, no deben presentar grietas bien sobre la superficie o cuando internamente sean desenrolladas del mandril a una temperatura ambiental y usando el método descrito en el punto 4.7.10. El diámetro del mandril para todos los ensayos debe ser el especificado e la columna b de la Tabla 3.1.

4.7.9 Ensayo de choque térmico

El aislamiento de los cables tipo TW, THW, THWN y THHN no debe presentar grietas sobre la superficie o internamente cuando la muestra del cable ya terminado sea enrollada de acuerdo con lo especificado en la norma ANSI/UL 1581, en un mandril que tenga un diámetro como el especificado en la columna A de la Tabla 31 y luego sometido a una temperatura de 121,0° C ± 1,0° C dentro de un horno durante 1 h.

4.7.10 Ensayo del doblez en frio (generalidades)

4.7.10.1 El aislamiento de los cables tipo THW, THWN, THHN, FEP y TFE no debe presentar grietas bien sobre la superficie o internamente, luego que una muestra del cable ya terminado que haya sido sometida a una temperatura de menos 25,0° C + 2,0° C durante 4 h, sea enrollada en un mandril de acuerdo con el punto 4.7.1.2. El diámetro del mandril debe ser especificado según la columna B de la Tabla 31. El enrollado debe ser hecho a una velocidad uniforme de 4 s por vuelta de tal forma que tome 16 s para vueltas.

4.7.10.2 En el caso de un conductor calibre Nº 3/0 AWG o menor, deben enrollarse 4 vueltas bien apretadas alrededor del mandril. En el caso de un conductor 4/0 AWG o mayor, un doblez en U no menor a 180° C debe ser hecho con la muestra que está en contacto con el mandril.

4.7.11 Ensayo de deformación

El espesor del aislamiento termoplástico no debe disminuir en más del 50% para cables tipo TW; del 30% para cables tipo THW y THWN, y del 25% para cables tipo THHN y FEP, cuando muestras del aislamiento del cable ya terminado sean sometidas a la carga que se indiquen en la Tabla 32, mientras se mantienen a una temperatura de 136,0° C ± 1° C para cable tipo THHN, y de 121,0° C ± 1,0° C para todos los otros tipos de cables. El ensayo debe realizarse según lo especificado en la norma ANSI/UL 1581. La carga usada en el ensayo para el cable tipo FEP debe ser el doble de la especificada en la Tabla 32. LA envoltura de nylon o equivalente debe estar colocada en los cables tipo THHN y THWN, y las mediciones deben realizarse sobre el nylon o equivalente.

4.7.12 Ensayo de llama

4.7.12.1 Ensayo de la V.W-1 (Cable vertical)

1) El rango completo de calibres de una construcción (materiales, espesor, y otros) dada de un cable ya terminado debe ser considerada VW-1 cuando el calibre más pequeño l cumple los tres criterios detallados en el punto 4.7.12.2 aparte 2 y lo especificada en la norma ANSI/UL 1685. Todo cable con envoltura de nylon o equivalente debe ser ensayado con la envoltura colocada. Todo cable ya terminado que tenga un recubrimiento de color o cualquier recubrimiento exterior adicional, debe ser probado con el recubrimiento. Véase el punto 5.5 de marcación. El ensayo debe realizarse según lo especificado en la norma ANSI/UL 1685

2) Los resultados de esta evaluación por los tres criterios siguientes que usan muestran de cable de cobre calibre Nº 14 AWG, o cable de aluminio calibre Nº 12 AWG o cable de aluminio con cubierta de cobre, deben considerarse representativos del desempeño de todos los calibres de los cables.

4.7.12.2 Ensayo de llama (Muestra Horizontal)

1) El rango completo de calibres de una construcción (materiales, espesor y otros) dada de un cable ya terminado que es considerado que sea VW-1, además de satisfacer los requisitos del punto 4.7.12.1 no debe transportar la llama a lo largo de su longitud o a materiales inflamables que estén a su alrededor, cuando sea evaluado según lo especificado en l a norma ANSI/UL 1581

2) El cable de un solo conductor es considerado como capaz de propagar la llama a lo largo de su longitud, cuando el encendido de la muestra sobrepase uno o ambos indicadores de 51 mm. El cable terminado de un solo conductor es considerado capaz de propagar la llama a los materiales inflamables a su alrededor, si cualquier partícula o gotas, que sean emitidas por la muestra, en cualquier momento durante o después de la aplicación de la llama de gas, encienda el algodón alrededor de la base del quemador, o el borde, o el piso del cerramiento. Debe ignorarse la formación de carbón sin llamas del algodón

4.7.12.3 Ensayo de llama de todos los cables

Toda muestra vertical de cable terminado de un solo conductor no debe prenderse por más de 60 s cada una. El cable no debe encender los materiales combustibles a su alrededor, o dañar más del 25% de la cinta indicadora ya sea durante, entre, o después de las cinco (5) aplicaciones del ensayo de llama. Todo cable con envoltura de nylon o equivalente debe ser ensayado con el nylon o equivalente colocado en su lugar. Todo cable ya terminado con recubrimiento de color o cualquier otro recubrimiento externo debe ser probado con el recubrimiento. Todo cable que satisfaga los requisitos de VW-1 del punto 4.7.12.1, también satisface estos requisitos. Este ensayo debe llevarse según lo especificado en la norma ANSI/UL 1581.

4.7.12.4 Ensayo de llama en bandeja vertical

1) Los rangos de calibre mayores o iguales al 1/0 AWG de cables ya terminados tipo THW (1/0 AWG al 2 000 kcmil), THWN (1/0 AWG al 1 000 kcmil), o THHN (1/0 AWG al 1 000 kcmil), los cuales estén marcados (Véase los puntos 5.11.1 al 5.11.3) para indicar su uso en bandejas para cables, son considerados aceptables para ser usados en bandejas para cables si el aislamiento del calibre 1/0 AWG del cable tipo THW o la envoltura de nylon o equivalente sobre el cable tipo THWN o THHN de calibre 1/0 AWG no exhibe daño que alcance el extremo superior de cualquier muestra, luego que dos grupos de muestras del cable de calibre 1/0 AWG sean instalados separadamente en una bandeja para cable del tipo escalera vertical y expuestos a 20 min de llamas según lo especificado en la Norma ANSI/UL 1581. Los cables tipo THWN y THHN deben ser probados separadamente a menos que las dos (2) designaciones distintivas sean marcadas sobre un solo cable como se indica en el punto 5.9.

2) Los resultados de este ensayo usando muestras de calibre 1/0 AWG son considerados representativos del desempeño de los cables ya terminados tipo THW en todos sus calibres 1/0 AWG al 2 000 Mkcmil o de los cables tipo THWN o THHN en todos sus calibres 1/0 AWG al 1 000 kcmil. No es aceptable ningún calibre de un cable, para uso en bandejas de cables, cuando cualquiera de las muestras probadas exhiben daño en el aislamiento o en la envoltura de nylon o equivalente que alcance el extremo superior de las muestras.

4.7.13. Ensayo de resistencia a la luz solar de los cables para bandejas (Generalidades)

4.7.13.1 Los rangos de calibres de cables terminados, mayores o iguales a 1/0 AWG tipo THW (1/0 AWG al 2 000 kcmil), THWN (1/0 AWG al 1 000 kcmil), o THHN (1/0 AWG 1 000 kcmil) que están marcados (Véase los puntos 5.7.1 al 5.7.3) como resistentes al sol para usarse en bandejas, se consideran aceptables para uso bajo el sol cuando la relación de resistencia a la tensión promedio y la elongación a la ruptura de 5 muestras de aislamiento y envoltura de nylon o equivalente condicionadas (el aislamiento y la envoltura de nylon o equivalente se condicionan juntos pero se ensayan separadamente) a la resistencia a la tracción promedio y a la elongación límite de cinco (5) muestras no envejecidas por el tiempo, sea 0,80 o más, cuando el aislamiento y la envoltura de nylon o equivalente del cable ya terminado de calibre 1/0 AWG sean ensayados según lo especificado en la norma ANSI/UL 1581, utilizando una exposición de 720 h a luz de arco de carbono o de xenón.

4.7.13.2 Los resultados de este ensayo que usan muestras de 1/0 AWG son considerados representativos del desempeño del cable ya terminado en el rango de calibres 1/0 AWG al 2 000 kcmil para el tipo THW, o en el rango de los calibres 1/0 AWG al 1 000 kcmil para el tipo THWN o THHN.

4.7.14 Cables resistentes al aceite, a la gasolina y a los reactivos

4.7.14.1 Cables resistentes al aceite

1) Todo cable con aislamiento termoplástico se considera resistente al aceite a 60° C, cuando mantiene la resistencia a la tracción y la elongación a la ruptura del aislamiento por encima del 50%, después de ser sumergido en aceite el cable ya terminado durante 96 h a 100,0° C ± 1,0° C según lo especificado en la norma ANSI/UL 1581. la envoltura de nylon o equivalente en los cables tipo THWN y THHN debe permanecer intacta sobre el cable durante la inmersión y debe ser removida antes de determinar la resistencia a la tensión y la elongación límite.

2) todo cable es considerado resistente al aceite a 75° C cuando mantenga la resistencia a la tensión y la elongación a la ruptura por encima de 65% después de la inmersión en aceite del cable ya terminado durante 60 d a 75,0° C ± 1,0° C según lo especificado en la norma ANSI/UL 1581. La envoltura de nylon o equivalente en los cables tipo THWN y THHN debe permanecer intacta sobre el cable durante la inmersión y debe ser removida antes de determinar la resistencia a la tracción y la elongación a la ruptura.

4.7.14.2 Cables tipo TW y THWN resistentes a la gasolina y al aceite

Los cables tipo TW o tipo THWN en los calibres N° 14 AWG al 1 000 kcmil se considera resistente a la gasolina y al aceite cuando cumple las siguientes condiciones:

1) El cable tipo TW debe satisfacer todos los requisitos aplicables al tipo TW (incluido el envejecimiento por inmersión en aceite) excepto que con referencia al punto 4.7.8.1, la capacidad inductiva especifica (CIE) puede ser mayor que 8,0 pero no mayor que 10,0.

2) El cable tipo THWN debe satisfacer todos los requisitos aplicables al mismo, incluido el envejecimiento por inmersión en aceite.

3) Todo calibre de cable tipo TW debe tener una envoltura de nylon o equivalente cuyo espesor mínimo en cualquier punto sea al menos igual al espesor indicado para el respectivo calibre, en la última columna de la Tabla 17.

4) El porcentaje retención de resistencia a la tracción y de elongación a la ruptura después de 30 d de inmersión del cable ya terminado, según lo especificado en la norma ANSI/UL 1581, en combustible C de referencia ASTM en agua saturada (según lo especificado en la norma ANSI/UL 1581 y ANSI/ASTM D-471) a 23,0° C ± 1,0° C, no debe ser menor que el indicado en la norma ANSI(UL 1581.

La envoltura de nylon o equivalente debe permanecer intacta sobre el cable durante la inmersión y debe ser removida antes de los ensayos de resistencia la tracción y de elongación límite.

4.7.15 Cables de tipo TW resistente a los reactivos

Un cable tipo TW en los calibres N° 14 al 4/0 AWG se considera l para ser usado donde sea expuesto a ácidos y álcalis especificos y pudiese así ser marcado si satisface cada una de las siguientes condiciones:

4.7.15.1 El cable debe cumplir con todos los requisitos aplicables para cables tipo TW.

4.7.15.2 El aislamiento debe cumplir con los requisitos para inmersión en aceite del punto 4.7.14.1 aparte 1.

4.7.15.3 Debe demostrarse que el cable ya terminado es aceptable para ser usado donde esté expuesto a los ácidos o álcalis en cuestión (tales como el ácido sulfúrico 10 normal, acético ½ normal, hidroclórico o ácido nítrico o hidróxido de sodio ½ normal) mediante una investigación en la cual se deben estudiar los siguientes aspectos:

1) Las propiedades físicas del aislamiento antes y después de la inmersión en los reactivos específicos durante periodos de 30 d, 90 d y no menores a 180 d a una temperatura de 30,0° C ± 1,0° C.

2) La resistencia eléctrica y la resistencia a sobretensión el dieléctrico del aislamiento, después de la inmersión en los reactivos específicos durante periodos de 20 h y 30 d, 90 d y no menores a 180 d a una temperatura de 30,0° C ± 1,0° C.

4.7.16 Recubrimiento con color

Cuando el código de colores del cable con aislamiento termoplástico se obtenga por medio de un recubrimiento sobre la superficie, el recubrimiento debe cumplir con cada uno de los siguientes requisitos:

4.7.16.1 El conductor con superficie revestida de aislamiento termoplástico debe satisfacer los requisitos de resistencia a la tracción y a la elongación a la ruptura antes y después de 168 h de envejecimiento aplicable al aislamiento en un horno de aire.

4.7.16.2 El aislante no se quebrará en hojuelas cuando las muestras del cable sean flexionadas a la temperatura ambiente en la forma descrita en los puntos 4.7.8, 4.7.10.5, antes y después de la aplicación de 168 h de envejecimiento al aislante en horno de aire.

4.7.16.3 El recubrimiento sobre la superficie no debe borrarse cuando sea probado como sigue: dos muestras de cualquier longitud conveniente y de colores contrastantes, una que tenga un recubrimiento de color sobre la superficie y la otra sin recubrimiento, serán enrolladas juntas en 6 vueltas o más, con una longitud axial por vueltas que exceda en 20 veces al diámetro total medido en una de las muestras. Los conductores enrollados son entonces suspendidos en un horno con circulación forzada de aire y condicionados durante 7 h a una temperatura de 70,0° C ± 1,0° C. Las muestras son entonces sacadas del horno y mantenidas en un ambiente sin circulación de aire para enfriarse a la temperatura ambiente, por 1 h, después de la cual las muestras se desenrollan y se examinan. Cuando el recubrimiento de la muestra coloreada haya transferido color en cualquier cantidad significativa (ancho y/o longitud a 0,38 mm) a la muestra no coloreada, el recubrimiento es inaceptable.

5 MARCACIÓN

5.1 Intervalos

Toda impresión sobre la superficie externa de un cable o en cualquier lugar del interior del mismo debe ser repetida a intervalos de 610 mm (150 mm en el caso del marcaje indicado en el punto 6.12.2, para identificación del aluminio cubierto con cobre) ó más cortos, a lo largo de toda la longitud

5.2 Identificación de la organización responsable

5.2.1 Cada cable con aislamiento termoplástico debe tener una marca distintiva permanente a lo largo de toda la longitud de los mismos, por medio de las cuales se les pueda identificar rápidamente como el producto de la organización que es responsable por el cable, excepto lo indicado en el punto 5.2.5. El marcaje puede ser hecho de una de las maneras siguientes (Véase también el punto 5.7.7.) y pudiese incluir, además, los hilos coloreados o los hilos asignados, a la organización responsable:

5.2.1.1 Un relieve legible rápidamente, de impresión indeleble I o de impresión dentada que no reduce el espesor del aislamiento por debajo del mínimo

5.2.1.2 Un estampaje dentado del metal de un conductor sólido de una manera que no vuelva quebradizo al conductor metálico.

5.2.2 Cuando la organización responsable produce cables con aislamiento termoplástico en mas de una fabrica, el marcaje mencionado en el punto 6.2.1. debe incluir una identificación de la fabrica. En el caso de un hilo coloreado o de hilos, el doblez del material de uno o mas hilos usado en cada fabrica, debe ser diferente del doblez o material del hilo del mismo color o de los hilos usados en otra fabrica. La organización responsable por el cable debe suministrar el significado de los diferentes dobleces y materiales cuando le sea requerido.

5.2.3 Cuando un hilo o hilos de fibra de vidrio son usados como un marcador identificador, la longitud axial de los filamentos en cada trenza básica no debe ser mayor a 8,5 mm.

5.2.4 La identificación de la organización responsable por el cable que es requerida en el punto 6.2.1. y obtenida por medio de impresión con tinta, impresión dentada, estampaje, relieve, o una cinta impresa, debe consistir del nombre del fabricante del cable o hilo metálico, el nombre registrado para el producto, o ambos, o cualquier otra marca distintiva por medio de la cual se pueda identificar fácilmente la organización responsable por el cable. Cuando la organización responsable por el cable sea diferente del fabricante real, debe identificarse a ambos, la organización responsable y al fabricante real, por medio de un nombre o de un código tal como el nombre registrado, la marca registrada, el número de referencia eléctrica asignado, o la combinación de hilos marcadores coloreados asignados. El significado de cualquier identificación codificada debe estar disponible. Un etiquetador privado puede también ser identificado.

5.2.5 Está permitido omitir la marca que identifique a la organización responsable y a la fabrica en el caso que el cable esté previsto para un proceso posterior como parte componente de un cable de otra categoría siempre y cuando el cable componente y el cable terminado sean producidos en la misma fabrica.

5.3 Ensayo para la impresión con tinta indeleble

La impresión de las identificaciones de la organización responsable y de la fabrica, requerida en los puntos 5.2.1. y 5.2.2. es aceptable sobre la superficie externa del aislamiento termoplástico, o sobre la envoltura de nylon o equivalente cuando sea usada, solo cuando la impresión sobre cada 9 de 12 muestras permanece legible después de ser frotada repetidamente con algodón trenzado según lo especificado en la norma ANSI/UL 1581.

5.4 Caracteres

5.4.1 Todo cable con aislamiento termoplástico debe tener una marca legible y duradera sobre la superficie para indicar la designación del tipo de cable. Excepto como se indica en el punto 6.2.5. En el caso de un cable con envoltura de nylon o equivalente, la marca debe estar sobre la superficie externa del nylon o equivalente, o cuando la misma sea fácilmente legible a través del nylon o equivalente, pudiese estar sobre la superficie del aislamiento. En el caso de un cable cuya superficie externa sea de PVC o FEP, la marca debe estar sobre el PVC o el FEP.

5.4.2 El uso de la palabra "TIPO" precediendo la designación del cable es opcional. Por ejemplo, cualquiera de las siguientes marcas es aceptable: Tipo THWN o Tipo THHN, o THWN o THHN.

5.5 País de origen

Todo cable que cumpla con esta norma debe ser marcado "HECHO EN VENEZUELA" o país de origen.

5.6 Calibre

Todos los cables e hilos metálicos con aislamiento termoplástico deben estar marcados en forma legible sobre la superficie externa con una impresión duradera para indicar el calibre AWG ó kcmil, pero esta marca no se requiere sobre conductores o cables previstos para procesos posteriores.

5.7 Color de la superficie

5.7.1 Todo cable o conductor monopolar aislado usado como un conductor para puesta a tierra de equipo y cualquier conductor aislado, usado para puesta a tierra de equipos que venga en un cable o ensamblaje que contenga 2 ó más conductores de fuerza aislados, incluyendo ensamblajes para procesos posteriores, debe ser terminado de forma tal que muestre el color verde a lo largo de toda su longitud y circunferencia de la superficie externa del cable, o del conductor, con o sin una o más rayas amarillas de ancho igual o variable. Ningún otro conductor en el cable o en el ensamblaje debe ser verde o verde y amarillo. Cada una de las rayas amarillas debe ser continua ya sea recta o helicoidal. La raya o las rayas amarillas deben ocupar un ancho total de 5% al 70% de la circunferencia calculada para la superficie externa del cable o conductor ya terminados y nunca un ancho inferior al 5% de la circunferencia calculada para la superficie externa final. El ancho debe ser medido perpendicular a cada raya no necesariamente alrededor de la circunferencia del conductor. En el caso de un cable plano que incluya un conductor aislado para puesta a tierra de equipo, el conductor para puesta a tierra debe estar identificado tal como se indicó anteriormente en este punto o bien por medio de la siguiente impresión

en tinta duradera y rápidamente legible. ("solo para puesta a tierra") o una frase equivalente sobre la superficie externa del conductor ya terminado.

5.7.2 Todo cable ó conductor monopolar aislado calibre N°. 6 AWG o menor diseñado para ser usado como conductor de puesta a tierra, debe mostrar el color blanco ó gris natural a todo lo largo de su longitud y de la circunferencia de la superficie externa del cable o hilo metálico ya terminado, excepto cuando el conductor blanco o gris natural diseñado para usarse donde sean instalados sistemas diferentes en la misma caja, canalización u otro cerramiento para el cableado, es aceptable con un marcador elevado o con una o mas rayas continuas rectas, o helicoidales, que sean de igual ancho o variables, y que de colores contrastantes, distintos al verde o al verde y amarillo, y que ocupen un ancho total de 5% al 70% de la circunferencia calculada de la superficie externa terminada y nunca un ancho individual inferior al 5% de circunferencia calculada para la superficie externa terminada. Todo cable o conductor monopolar aislado que sea de un calibre mayor al Nro. 6 AWG y que sea diseñado para usarse como un conductor de puesta a tierra, debe estar identificado como se indica para conductores más pequeños.

5.7.3 La superficie externa de un cable o conductor monopolar terminado y diseñado para usarse como un conductor aislado no puesto a tierra debe, ser de un color o combinación de colores distintos, y en contraste con el blanco, gris natural, verde, y verde y amarillo. Las superficies externas así coloreadas (en el fondo) son aceptables con cualquiera de las siguientes alternativas a todo lo largo del cable o conductor, en un color o combinación de colores distintos y en contraste con el color de fondo: blanco, gris natural, verde, y verde y amarillo.

5.7.3.1 Una o más rayas rectas continuas o discontinuas o helicoidales, que sean de ancho igual o variable (el ancho de la raya debe ser medido perpendicular al eje longitudinal de cada raya, no necesariamente alrededor de la circunferencia del conductor), del 5% al 70% de la circunferencia calculada de la superficie externa final y no menor a un ancho individual del 5% de la circunferencia calculada de la superficie externa final.

5.7.3.2 Una serie no interrumpida de marcas, contadas idénticamente u otros símbolos con dimensiones adecuadas y con un esparcimiento regular l.

5.7.3.3 Números, letras y/o palabras ls.

Las marcas cubiertas en este punto no debe entrar en conflicto o confundirse con cualquiera de las otras marcas requeridas o de alguna forma cubiertas en esta norma.

5.7.4 El color o los colores de los conductores de fuerza aislados ya terminados en cables N° 6 ó menores, y que contengan 2 ó más conductores aislados, incluyendo los ensamblajes para procesos posteriores, no están especificados excepto que el verde o el verde y amarillo no deben ser usados y excepto como se indica en el punto 5.7.6., no más que un solo conductor debe ser blanco o gris natural. Sin embargo, ambas de las siguiente condiciones debe cumplirse cuando en esos cables o ensamblajes la superficie externa de uno de los conductores de fuerza aislados sea blanca o gris natural:

5.7.4.1 El color blanco o el gris natural deben aparecer a todo lo largo de la longitud y circunferencia de la superficie externa de un conductor ya terminado.

5.7.4.2 La superficie externa de cada conductor de fuerza ya terminado restante en el cable o en el ensamblaje debe tener un color o combinación de colores distintas y en contraste con el blanco, el gris natural, el verde y el verde y amarillo, excepto como se indica en el punto 6.7.6. La superficie externa así coloreada (de fondo) es aceptable con cualquiera de las siguientes alternativas a todo lo largo de la longitud del cable o del ensamblaje, en un color o combinación de colores distintos y en contraste con los colores de fondo: blanco, gris, natural, verde, verde y amarillo.

Una o más rayas rectas continuas o no continuas, o helicoidales, que sean de igual o diferente ancho y que ocupen un ancho total (el ancho de la raya debe ser medido perpendicular el eje longitudinal de la misma, no necesariamente alrededor de la circunferencia del conductor), de 5% al 70% de la circunferencia calculada de la superficie externa final y nunca con un ancho individual menor al 5% de la circunferencia calculada de la superficie externa final.

Toda serie no interrumpida de marcas cortadas idénticamente u otros símbolos con dimensiones adecuadas y con un espaciamiento regular I.

Números, letras y/o palabras Is.

Las marcas cubiertas en este párrafo no deben entrar en conflicto o confundirse con cualquiera de las otras marcas requeridas o de alguna forma cubiertas en esta norma

5.7.5 El color o los colores de los conductores de fuerza aislados ya terminados en cables o ensamblajes mayores al calibre N° 6 AWG, y que contengan 2 o más conductores aislados, no se especifican, excepto que no debe usarse el verde o el verde y amarillo, y excepto lo que se indica en el punto 5.7.6, es decir que no más de uno de tales conductores debe ser blanco o gris natural. Es aceptable el coloreado u otro arreglo que se indique en los puntos 5.7.4. y 5.7.6.

5.7.6 Las superficies externas de no más de dos (2) conductores de fuerza aislados ya terminados dentro de un cable que contenga cuatro (4) conductores aislados ya terminados, incluyéndose los ensamblajes para procesos posteriores, pudiese ser blanca o gris natural. En tal caso, la superficie externa ya terminada de uno de los conductores debe tener un trazado en relieve (que sobresalga) o una o más rayas rectas o helicoidales continuas que tengan un ancho igual o variable, que sean de un color contrastante diferente al verde o al verde y amarillo, y que ocupen un ancho total de 5% al 70% de la circunferencia calculada de la superficie externa ya terminada pero nunca con un ancho individual inferior al 5% de la circunferencia calculada de la superficie externa ya terminada.

5.7.7 Un conductor ya terminado no debe tener nunca cualquier raya o marca trazadora de color blanco o gris natural, o cualquier otro, cuando éste muestre un color sólido distinto al blanco o al gris natural.

5.8 Resistencia al aceite

Los cables y conductores que se consideran aceptables como resistentes al aceite de acuerdo con los requisitos de esta norma, pudiesen ser marcados en su superficie en forma duradera para indicar esta condición. La resistencia al aceite se asume a la temperatura especificada en el cable o el conductor, a menos que la marca sobre el cable o el conductor defina específicamente una temperatura diferente para la resistencia al aceite. Véase el punto 5.10. para las marcas requeridas.

5.9 Tipo THHN ó THWN

Cualquier cable tipo THHN que cumpla con los requisitos en esta especificación para cables tipo THWN, al mismo tiempo que cumple con los requisitos para cable tipo THHN, pudiese ser marcado de manera dual "THHN ó THWN".

5.10 Resistencia al aceite y a la gasolina

Los cables tipo TW y THWN aceptables como resistentes al aceite y a la gasolina, de acuerdo con los requisitos de los puntos 4.7.14 ó 4.7.14.2., pueden ser marcados en la superficie en forma duradera como se indica en la Tabla 33.

5.11 Uso en bandejas porta cables (opcional)

5.11.1 La designación "Resistente a la luz solar, para uso en bandeja porta cables" pudiese ser marcada sobre la superficie externa de los calibres ya acabados tipo THW 1/0 AWG al 2 000 kcmil, tipo THWN 1/0 AWG al 1 000 kcmil o tipo THHN 1/0 AWG al 1 000 kcmil cuando estos cables cumplan con los requisitos del ensayo de llama en el punto 5.5.4 y con los requisitos del punto 5.6, para resistencia a la luz solar.

5.11.2 La designación "para uso en CT" pudiese marcarse sobre la superficie externa de los cables ya terminados tipo THW 1/0 AWG al 2 000 kcmil, tipo THWN 1/0 AWG al 1 000 kcmil o tipo THHN 1/0 AWG al 1 000 kcmil, cuando estos cables cumplen con los requisitos del ensayo de llama del punto 4.7.12.4, pero que no hayan sido ensayados para resistencia a la luz solar o no cumplan con los requisitos del punto 4.7.13, sobre resistencia a la luz solar.

5.11.3 Exceptuando los cables tipo THW 1/0 AWG al 2 000 kcmil y tipo THWN o.THHN 1/0 AWG al 1 000 kcmil mencionados en los puntos 6.11.1. y 6.11.2., ninguno de los cables, conductores, o ensamblajes cubiertos en esta especificación, es aceptable para ser usado en bandejas porta cables y no debe ser marcado como se indica en los puntos 6.11.1 y 6.11.2.

5.12 Cables para bombas

5.12.1 La superficie de cada conductor en un cable diseñado para ser usado en bombas de agua sumergibles pudiese ser marcada de manera legible y duradera como "cable para bomba". En todo cable para bomba sin recubrimiento exterior, la superficie de cada conductor debe ser marcada de manera legible y duradera con las letras del tipo de conductor.

5.12.2 La superficie externa del recubrimiento exterior sobre un cable para bomba de cualquiera de las construcciones que se detallan en los puntos 4.6.1.1., 4.6.1.3. y 4.6.1.4. debe ser marcada de manera legible y duradera como "cable para bomba sumergible". Cuando cada conductor de fuerza no esté marcado en la superficie con la debida designación usando las letras del tipo de conductor, la marca sobre la superficie exterior del cable para bombas, debe incluir las letras para el tipo de conductor.

5.13 Tensión

La superficie de todo cable debe tener marcado en forma legible y duradera "600 V", excepto cuando se vaya a emplear en procesos posteriores.

Nota: *Para los cables aprobados para la norma NORVEN se indicará también el logotipo de la marca NORVEN.*

5.14 Marcas sobre rótulos, carretes o cajas de cartón

Todo rótulo sobre el cual se indique plenamente la siguiente información, debe estar atado a cada una de las cantidades a embarcar del cable conductor. Sin embargo, cuando el cable esté embobinado en un carrete o enrollado dentro de una caja de cartón, el rótulo pudiese ser pegado con goma, atado, engrapado o fijado de alguna manera aceptable al carrete o a la caja de cartón, o pudiese eliminarse el rótulo e imprimirse o multigrafiar la información directamente sobre el carrete o la caja de cartón. Se puede añadir información mientras no confunda o permita malas interpretaciones:

5.14.1 La tensión máxima para el cual está especificado el cable es: "600 V"

5.14.2 El nombre del fabricante del cable, el nombre comercial para el cable, o ambos, o cualquier otra marca distintiva aceptable por medio de la cual se pueda identificar rápidamente la organización responsable por el cable. Cuando la organización responsable por el cable es diferente al fabricante real, se debe identificar por el nombre o por un código I (nombre comercial, marca registrada, el número asignado como referencia eléctrica o la combinación de marcadores de hilos coloreados asignada tanto la organización responsable como el fabricante real). El significado de cualquier código de identificación debe suministrarse en caso de ser requerido. Un etiquetador privado, puede también ser identificado.

5.14.3 Longitud del cable en metros (unidades acordadas entre el fabricante-comprador)

5.14.4 La designación por medio de las letras distintivas para el cable.

5.14.5 El calibre del cable en AWG o kcmil, Kcmil y mm^2

5.14.6 En el marcador de hilos coloreados asignados para identificar la organización cable responsable por el cable o el conductor, cuando el (los) hilo (s) es (son) usados en el o en el conductor.

5.14.7 Para los cables de bombas de agua sumergibles "Para ser usado dentro del revestidor del pozo para el cableado de bombas de agua sumergibles cuando el cable no está sujeto al manejo repetitivo a consecuencia del mantenimiento de las unidades de la bomba".

5.14.8 Hecho en Venezuela o país de origen

5.14.9 Marca NORVEN (Sólo los cables aprobados para la marca NORVEN)

5.14.10 N° del lote de Control.

5.15 Recubrimiento con color

Cuando se obtenga la codificación con colores de un cable o un conductor por medio de un recubrimiento superficial, el recubrimiento debe satisfacer los requisitos del punto 4.7.16.

5.16 Conductores de aluminio y de aluminio cubiertos con cobre

5.16.1 Cuando el conductor sea de aluminio, el calibre del conductor en AWG, o kcmil (siempre que aparezca en rótulos, carretes, cajas, o sobre o en el cable o conductor) debe estar seguido de la palabra "Aluminio" o las letras "A1".

5.16.2 La superficie externa del aislamiento o del recubrimiento sobre cada conductor de aluminio con recubrimiento de cobre debe estar impresa con tinta, dentada o al relieve, de manera legible y duradera en intervalos de 150 mm o más pequeños a todo lo largo de la longitud del cable o del conductor con alguna de estas designaciones: "A1 (Cubierto con CU)" y "Aluminio (Cubierto con cobre)".

5.16.3 Cuando se use un conductor de aluminio con cubierta de cobre, el calibre en AWG, o kcmil, que aparece sobre el rótulo, el carrete, la caja de cartón, o sobre o en el cable o conductor, debe estar seguido por una de las siguientes designaciones "A1 (Cubierto con CU)", Aluminio (Cubierto con Cobre)", los rótulos, carretes y cajas de cartón para cables y conductores de aluminio cubierto con cobre deben tener las siguientes marcas:

5.16.3.1 El aluminio con cubierta de cobre sólo debe usarse con un equipo marcado que indique que es para ser usado con conductores de aluminio. Todo cable de aluminio con cubierta de cobre debe terminarse todo cable de aluminio con cubierta de cobre con conectores para cables a presión y que estén marcados como "AL-CU" ó "CC-CU".

5.16.3.2 Para conductores de aluminio con cubierta de cobre sólidos de calibres N° 12 al 10 AWG "Pueden usarse mecanismos conectantes tales con los terminales atornillados, las placas a presión y los de tipo con resorte a presión, los cuales son aceptables para usarse con conductores de cobre".

5.16.3.3 "En todo conector de cable donde exista contacto físico entre cualquier combinación de conductores de aluminio cubierto con cobre, cobre y aluminio, el conector debe estar marcado para este tipo de uso mezclado y la conexión debe estar restringida solamente a lugares secos".

5.17 Marcación

Es aceptado una marcación durable "VW-1" sobre la superficie de alambres y cables tipo TW, THW, THWN, THHN, TFE o FEP que son aceptados como VW-1 cuando se ensayan como lo indican los párrafos 4.7.12.1 y 4.7.12.2.

5.18 Marcación para uso en bandejas porta-cables

La designación "para uso en CT" o "para uso en bandejas porta cables" puede marcarse sobre la superficie externa de los cables terminados tipo THW N° 1/0 AWG al 2000 kcmil, tipo THW N° 1/0 AWG al 1000 kcmil, cuando estos cables cumplan con los requisitos del ensayo de llama del punto 4.7.12.4, pero que no hayan sido ensayados para resistencia a la luz solar o no cumpla con los requisitos del punto 4.7.13, sobre resistencia a luz solar.

6. BIBLIOGRAFÍA

COVENIN 531-93 Alambres de Aluminio Desnudos de sección Circular para uso Eléctrico.
ANSI/UL-83 Standard for Thermoplastic Insulated Wire and Cables

Participaron en la elaboración de esta Norma los siguientes profesionales.
Venancio Duran, Carlos Osorio, Luis Franco, Héctor Villarroel, Dacio Forja, José Medina, Jesús Chirinos, Argenis Muñoz, José García Mora, Ismael Díaz, Simón Barbera, Victor Blanco, Hedyna Gómez y José Salazar.

Tabla N° 1: Cable de uso general para construcciones

C	Designación	TW	THW	THWN	THHN
	Temperatura Máxima	60° C (140 °F)	75° C (167 °F)	75° C (167 °F)	90° C (194 °F)

Tabla Nº 1. Cable de uso general para construcciones

Designación			TW	THW	THWN	THHN
Conductor		Temperatura Máxima	60° C (140 °F) Seco o húmedo	75° C (167 °F) Seco o húmedo	75° C (167 °F) Seco o húmedo	90 °C (194 °F) Seco
		Calibre	14 AWG -2 000 M CM (4.2.2)		14 AWG-1 000 kcmil (4.2.2)	
		Material	Cobre blando recocido para calibres Nos 14 y 13 AWG, aluminio, aluminio revestido de cobre o cobre blando recocido para otros calibres (4.2.1.3 y 4.2.2)			
		Dimensiones	Diámetros y sección transversal (4.2.3.1 y 4.2.3.2)			
		Generalidades	Revestimientos Metálicos (4.2.4.1 y 4.2.4.2) Empalmes (4.2.6), Separadores (4.2.5)			
		Resistencia	(4.2.7)			
		Trenzado	(4.2.8.1 al 4.2.8.4)			
Aislante		Material (ver nota2)	P V C	P V C (ver nota 1)		P V C (ver nota 1)
		Generalidades	Aplicación (4.3.1.1). Uniones (4.3.1.2) Centrado (4.3.3)			
		Espesor promedio	(4.3.2)			
		Espesor mínimo	(4.3.2)			
		Cubierta de Nylon o equivalente	Ninguna		(4.4.2)	
		Construcción que incluye conductor monopolar aislado con termoplástico	(4.5.1)			
Cables para Bombas		Generalidades	(4.6.1)			Ninguna
		Espesor de la cubierta	(4.4.2)			Ninguna
		Propiedades físicas	P V C			Ninguna
Ensayos		Ensayo de envoltura	Ninguna	(4.7.1.1)		
		Rigidez dieléctrica	(4.7.2.1)			
		Resistencia aislante (Periodos cortos)	(4.7.3.1)			
		Fact. De Temp. Aplicado a la resistencia del aislante	(4.7.3.2)			
		Resist. Aislante en agua Temp. normal	(4.7.4.1 - 4.7.4.5)			Ninguna
		Resist. Aislante en aire a 97 °C (207 °F)	Ninguna			(4.7.5.1 - 4.7.5.4)
		Chispa de C.A.			(4.7.6.1)	
		Continuidad			Norma ANS/ULI 1581	
		Cap. Inductiva específica	(4.7.7)			Ninguna
		Flexib. Temp. ambiente	(4.7.8)			
		Choque térmico	(4.7.9)			
		Flexión enfrío	(4.7.10)			
		Deformación	(4.7.11)			
		E. de llama VW-1	(4.7.12.1)			

Tabla N° 1. Cable de uso general para construcciones

Designación			TW	THW	THWN	THHN
Ensayos		E. de llama horizontal	(4.7.12.2)			
		E. de llama todos los cables	(4.7.12.3)			
		E. llama bandeja vertical	Ninguna	(4.7.12.4)		
		E. de resist. luz solar	Ninguna		(4.7.13)	
		Resistencia al aceite	(4.7.14.1)			
		Resist. a gasolina y aceite	(4.7.14.2)	Ninguna	(4.7.14.2)	Ninguna
		Resist. a reactivos	(4.7.15)	Ninguna		
		Recubrimientos con color	(4.7.16)			
Marcación			(5.1 - 5.16)			

Notas:

1) Se requiere que los alambres tipo THHN y THWN tengan el aislamiento de PVC una cubierta de Nylon o equivalente cuyo espesor mínimo en cualquier punto sea el especificado en la tabla 19 (véase también el punto 4 . 3 . 1 . 1).

2) Los requerimientos de las propiedades físicas para materiales individuales se encuentran en la norma ANSI/UL1581.

Tabla Nº 2. Cables para tableros de distribución y otros tipos

Designación		FEP		TFE
Temperatura máxima		90 °C (194 °F) Seco (Ver nota 1)		250 °C (482 °F) Seco
Conductor	Calibre	14 al 2 AWG (4.2.2)		14 al 4/0 AWG (4.2.2)
	Material	Cobre blando recocido (4.2.1.1)		Cobre revestido de níquel a base de níquel (4.2.1.2)
	Dimensiones	Diámetro y área transversal (4.2.3)		
	Generalidades	Revestimiento metálico 4.2.4)	Empalmes (4.2.6)	Separadores (4.2 5 1 y 4.2.3.2)
	Resistencia	(4.2.7)		
	Trenzado	(4.2.8)		
Aislante	Material (Ver nota 2)	FEP		PTFE
	Generalidades	Aplicación (4.3.1.1)	Uniones (4.3.1.2)	Centrado (4.3.3)
	Espesor promedio	(4.3.2)		
	Espesor mínimo	(4.3.2)		
	Cubiertas no metálicas y aislante adicional	(Ninguna)		
	Const. que incluye conductor sencillo o alambres con termoplástico	(4.5.1)		
Ensayos	Rigidez dieléctrica	(4.7.2.1)		
	Resistencia de fuga	Ninguna		
	Resist. aisl. (Período corto)	(4.7.3.1)		
	Resist. aisl. (Factor Temp.)	(4.7.3.2)		
	Chispa de C.A.	(4.7.6.1)		
	Continuidad	Norma ANSI/UL 1581		
	Flex. Temp. ambiente.	(4.7.8)		
	Choque térmico	(4.7.10)		
	Deformación	(4.7.11)		Ninguna
	E. de llama VW-1	(4.7.12.1)		
	E. de llama horizontal	(4.7.12.2)		
	E. de llama todos los cables	(4.7.12.3)		
	Recubrimiento con color	(4.7.16)		
Marcación		(5.1 – 5.16)		

Notas:
1) El límite de temperatura es de 90 °C (194 °F) para uso general y 200 °C (392 °F) para aplicaciones especiales, salvo que se aplicará un límite de 150 °C (302 °F) para aplicaciones especiales cuando se utilicen cables de calibre Nº 27 al 36 AWG sin capa exterior metálica protectora individual.
2) Los requerimientos sobre las propiedades físicas de los materiales por separado se encuentran en la Norma ANSI/UL 1581.

Tabla Nº 3. Conductores

Tipo de Conductor	Metal y Calibre (Véase Tablas 1 y 2)	Temple	Construcción
TW, THW, THWN, THHN, T F E, F E P	14 – 4/0 AWG Cobre	Blando recocido	Sólido
	2 - 4/0 AWG Cobre	Blando recocido	Trenzado compactado (ver nota 3 y 4)
	14 AWG – 1000 kcmil Cobre	Blando recocido	Trenzado estándar, comprimido o compactado y los tipos de la norma ANSI/UL 1581
	12 – 8 AWG Aluminio	(ver nota 2)	Sólido
	6 – 4/0 AWG aluminio	Semi-duro o duro (ver nota 1)	Sólido
	12 AWG – 2 000 kcmil Aluminio	Semi-duro (ver nota 1)	Trenzado estándar, comprimido o compactado y los tipos de la norma ANSI/UL 1581
	12 – 4/0 AWG Aluminio con revestimiento de cobre	Semi-duro (ver nota 1)	Sólido
	12 AWG – 2 000 kcmil Aluminio con revestimiento de cobre	Semi-duro o duro (ver nota 1)	Los tipos de la norma ANSI/UL 1581 (ver nota 2) excepto trenzado comprimido y compacto
	14 – 4/0 AWG Cobre 14 – 4/0 AWG Aleación con base de níquel	Blando recocido Véase punto 4.2.1.2	Sólido o los tipos de la norma ANSI/UL 1581 (ver nota) excepto trenzado comprimido compacto
	14 – 2 AWG Cobre	Blando recocido	

Notas:
1) ½ a ¾ de dureza
2) Alambre de aluminio (Material conductor de aleación de Aluminio)
3) Ver 4.2.8.1 a 4.2.8.6 de esta norma
4) Ver 4.2.1.3 de esta norma.

Tabla N° 4. Diámetro del conductor

Calibre del conductor AWG	Diámetro del conductor sólido			
	Nominal		Mínimo	
	(mils)	Mm	(mils)	Mm
30	10,0	0,254	9,9	0,251
29	11,3	0,287	11,2	0,284
28	12,6	0,320	12,5	0,318
27	14,2	0,361	14,1	0,358
26	15,9	0,404	15,7	0,399
25	17,9	0,455	17,7	0,450
24	20,1	0,511	19,9	0,506
23	22,6	0,574	22,4	0,568
22	25,3	0,643	25,0	0,637
21	28,5	0,724	28,2	0,717
20	32,0	0,813	31,7	0,805
19	35,9	0,912	35,6	0,904
18	40,3	1,02	40,0	1,016
17	45,3	1,15	44,9	1,140
16	50,8	1,29	50,3	1,278
15	57,1	1,45	56,5	1,435
14	64,1	1,63	63,5	1,613
13	72,0	1,83	71,0	1,810
12	80,8	2,05	80,0	2,030
11	90,7	2,30	90,0	2,280
10	101,9	2,588	101,0	2,560
9	114,4	2,906	113,0	2,880
8	128,5	3,264	127,0	3,230
7	142,3	3,665	143,0	3,630
6	162,0	4,115	160,0	4,070
5	181,9	4,620	180,0	4,570
4	204,3	5,189	202,0	5,140
3	229,4	5,827	227,0	5,770
2	257,6	6,543	255,0	6,480
1	289,3	7,348	286,0	7,270
1/0	324,9	8,252	322,0	8,170
2/0	364,8	9,266	361,0	9,170
3/0	409,6	10,400	406,0	10,300
4/0	460,0	11,680	455,0	11,560

Tabla Nº 5. Diámetro para conductores trenzados de cobre y aluminio clase B

Calibre del Conductor	Diámetro mínimo		Diámetro Nominal		Diámetro máximo	
	(Pulg.) A	mm B	(Pulg.) C	mm D	(pulg.) E	mm F
14 AWG	0,0720	1,83	0,077	1,85	0,0732	1,86
12	0,0906	2,30	0,091	2,32	0,0924	2,35
10	0,114	2,90	0,116	2,95	0,117	2,97
8	0,139	3,53	0,146	3,71	0,153	3,89
7	0,156	3,96	0,164	4,17	0,172	4,37
6	0,175	4,45	0,184	4,67	0,193	4,90
5	0,196	4,98	0,206	5,23	0,216	5,49
4	0,220	5,59	0,232	5,89	0,244	6,20
3	0,247	6,27	0,260	6,60	0,273	6,93
2	0,277	7,04	0,292	7,42	0,307	7,80
1	0,315	8,00	0,332	8,43	0,349	8,86
1/0	0,353	8,97	0,372	9,45	0,391	9,93
2/0	0,397	10,08	0,418	10,62	0,439	11,15
3/0	0,447	11,35	0,470	11,94	0,494	12,55
4/0	0,502	12,75	0,528	13,41	0,544	14,07
250 kcmil	0,546	13,87	0,575	14,61	0,604	15,34
300	0,599	15,21	0,630	16,00	0,662	16,81
350	0,647	16,43	0,681	17,30	0,715	18,16
400	0,692	17,58	0,728	18,49	0,764	19,41
450	0,733	18,62	0,772	19,61	0,811	20,60
500	0,772	19,61	0,813	20,65	0,854	21,69
550	0,812	20,62	0,855	21,72	0,898	22,81
600	0,848	21,54	0,893	22,68	0,938	23,83
650	0,883	22,43	0,929	23,60	0,975	24,77
700	0,916	23,27	0,964	24,49	1,012	25,70
750	0,948	24,08	0,998	25,35	1,048	26,62
800	0,979	24,87	1,030	26,16	1,082	27,48
900	1,039	26,39	1,094	27,79	1,149	29,18
1 000	1,094	27,79	1,1520	29,26	1,210	30,73

Tabla Nº 6. Área de la sección transversal

Calibre del Conductor	Área de sección transversal del Conductor					
	Nominal		Mínimo			
			0,98 x Nominal		0,97 x Nominal	
	(cmil)	mm²	cmil	mm²	(cmil)	mm²
30 AWG	100	0,0507	98	0,0497	-	-
29	128	0,0647	125	0,0633	-	-
28	159	01,0804	156	0,0790	-	-
27	202	0,102	198	0,100	-	-
26	253	0,128	248	0,126	-	-
25	320	0,162	314	0,159	-	-
24	404	0,205	396	0,201	392	0,199
23	511	0,259	501	0,254	496	0,251
22	640	0,324	627	0,318	621	0,314
21	812	0,412	796	0,404	788	0,400
20	1 020	0,519	1 000	0,509	989	0,503
19	1 290	0,653	1 264	0,640	1 251	0,633
18	1 620	0,823	1 588	0,807	1 571	0,798
17	2 050	1,04	2 009	1,02	1 989	1,01
16	2 580	1,31	2 528	1,28	2 503	1,27
15	3 260	1,65	3 195	1,62	3 162	1,60
14	4 110	2,08	4 028	2,04	3 987	2,02
13	5 180	2,63	5 076	2,58	5 025	2,55
12	6 530	3,31	6 399	3,24	6 334	3,21
11	8 230	4,17	8 065	4,09	7 983	4,04
10	10 380	5,261	10172	5,16	10 069	5,103
9	13 090	6,631	12 828	6,50	-	-
8	16 510	8,367	16 180	8,20	-	-
7	20 820	10,55	20 404	10,34	-	-
6	26 240	13,30	25 715	13,03	-	-
5	33 090	16-77	32 428	16,43	-	-
4	41 740	21,15	40 905	20,73	-	-
3	52 620	26,67	51 568	26,14	-	-
2	66 360	33,62	62 033	32,95	-	-
1	83 690	42,41	82 016	41,56	-	-
1/0	105 600	53,49	103 488	52,42	-	-
2/0	133 100	67-43	130 438	66-08	-	-
3/0	167 800	85,01	164 444	83,31	-	-
4/0	211 600	107,2	207 368	105,1	-	-
250 kcmil	250 000	127	245 000	124,1	-	-
300	300 000	152	294 000	149,0	-	-
350	350 000	177	343 000	173,8	-	-
400	400 000	203	392 000	198,6	-	-
450	450 000	228	441 000	223,5	-	-
500	500 000	253	490 000	248,3	-	-
550	550 000	279	539 000	273,1	-	-
600	600 000	304	588 000	297,9	-	-
650	650 000	329	637 000	322,8	-	-
700	750 000	355	686 000	347,6	-	-
750	800 000	380	735 000	372,4	-	-
800	900 000	405	784 000	397,2	-	-
900	1000 000	456	882 000	446,9	-	-

Tabla Nº 6. (Continuación)

Calibre del Conductor	Área de la selección transversal del conductor					
	Nominal		Mínimo			
			0,98 x Nominal		0,97 x Nominal	
	(cmil)	mm^2	cmil	mm^2	(cmil)	mm^2
1 000	1 000 000	507	980 000	496,6	-	-
1 100	1 100 000	557	1 078 000	546,2	-	-
1 200	1 200 000	608	1 176 000	595,9	-	-
1 250	1 250 000	633	1 225 000	620,7	-	-
1 300	1 300 000	659	1 274 000	645,5	-	-
1 400	1 400 000	709	1 372 000	695,2	-	-
1 500	1 500 000	760	1 470 000	744,9	-	-
1 600	1 600 000	811	1 568 000	794,5	-	-
1 700	1 700 000	861	1 666 000	844,2	-	-
1 750	1 750 000	887	1 715 000	869,0	-	-
1 800	1 800 000	912	1 764 000	893,8	-	-
1 900	1 900 000	963	1 862 000	943,5	-	-
2 000	2 000 000	1010	1 960 000	993,1	-	-

Tabla Nº 7. Resistencia máxima I a la corriente continua de los conductores sólidos de aluminio cubierto con cobre y cobre desnudo

Calibre del conductor	20%				25%			
	Aluminio y aluminio cubierto con cobre		Cobre desnudo		Aluminio y aluminio cubierto con cobre		Cobre desnudo	
AWG	(Ω por 1 000 pies)	Ω/km	(Ω por 1 000 pies)	Ω/km	(Ω por 1 000 pies)	Ω/km	(Ω por 1 000 pies)	Ω/km
14	-	-	2,57	8,45	-	-	2,62	8,61
13	-	-	2,04	6,69	-	-	2,08	6,82
12	2,65	8,71	1,62	5,31	2,71	8,89	1,65	5,42
11	2,11	6,92	1,29	4,22	2,15	7,06	1,32	4,30
10	1,670	5,479	1,019	3,343	1,703	5,590	1,038	3,408
9	1,325	4,347	0,8084	2,652	1,352	4,435	0,8242	2,704
8	1,051	3,446	0,6407	2,102	1,071	3,515	0,6532	2,143
7	0,8328	2,733	0,5081	1,667	0,8497	2,788	0,5181	1,699
6	0,6609	2,168	0,4031	1,323	0,6741	2,211	0,4110	1,348
5	0,5242	1,720	0,3197	1,049	0,5361	1,754	0,3260	1,070
4	0,4155	1,363	0,2535	0,8315	0,4239	1,390	0,2585	0,8478
3	0,3296	1,081	0,2010	0,6595	0,3362	1,103	0,2050	0, 6725
2	0,2613	0,8574	0,1594	0,5231	0,2666	0,8747	0,1626	0,5333
1	0,2073	0,6798	0,1264	0,4146	0,2113	0,6935	0,1289	0,4228
1/0	0,1643	0,5390	0,1002	0,3287	0,1676	0,5499	0,1022	0,3353
2/0	0,1304	0,4275	0,07949	0,2608	0,1329	0,4362	0,08105	0,2659
3/0	0,1033	03392	0,06306	0,2069	0,1055	0,3460	0,06429	0,2109
4/0	0,08196	0,2689	0,04999	0,1640	0,08361	0,2743	0,05098	0,1673

Tabla Nº 8. Resistencia máxima I a la corriente continua de los conductores sólidos de cobre estañado o una aleación de plomo estaño

Calibre del Conductor AWG	20 °C		25 °C	
	(Ω por 1 000 pies)	Ω/km	(Ω por 1 000 pies)	Ω/km
14	2,68	8,78	2,72	8,96
13	2,12	6,97	2,16	7,10
12	1,68	5,56	1,71	5,64
11	1,34	4,39	1,37	4,48
10	1,06	3,476	1,080	3,545
9	0,8319	2,730	0,8483	2,784
8	0,6594	2,163	0,6724	2,206
7	0,5229	1,716	0,5332	1,749
6	0,4148	1,361	0,4230	1,388
5	0,3291	1,079	0,3356	1,101
4	0,2608	0,8559	0,2660	0,8727
3	0,2069	0,6788	0,2109	0,6922
2	0,1641	0,5384	0,1673	0,5489
1	0,1300	0,4268	0,1326	0,4352
1/0	0,1026	0,3367	0,1047	0,3433
2/0	0,08140	0,2670	0,08300	0,2723
3/0	0,06457	0,2119	0,06583	0,2160
4/0	0,05119	0,1680	0,05219	0,1713

Tabla Nº 9. Resistencia máxima a la corriente continua de los conductores de aluminio y aluminio cubierto de cobre, y conductores de cobre desudo trenzados ASTM clase B, C y D y conductores trenzados comprimidos y compactados de aluminio y cobre desnudo

Calibre del Conductor	20° C				25° C			
	Aluminio y aluminio cubierto con cobre		Cobre desnudo		Aluminio y aluminio cubierto con cobre		Cobre desnudo	
	(Ω por 1 000 pies)	Ω/km	(Ω por 1 000 pies)	Ω/km	(Ω por 1 000 pies)	Ω/km	(Ω por 1 000 pies)	Ω/km
14 AWG	-	-	2,62	8,62	-	-	2,68	8,78
13	-	-	2,08	6,82	-	-	2,12	6,97
12	2,71	8,88	1,65	5,43	2,76	9,07	1,68	5,53
11	2,15	7,07	1,32	4,30	2,19	7,20	1,34	4,39
10	1,70	5,589	1,039	3,409	1,738	5,702	1,060	3,476
9	1,35	4,434	0,8245	2,705	1,379	4,524	0,8407	2,758
8	1,07	3,515	0,6535	2,144	1,092	3,585	0,6663	2,186
7	0,8495	2,787	0,5182	1,700	0,8666	2,844	0,5284	1,734
6	0,6740	2,211	0,4112	1,348	0,6876	2,256	0,4192	1,375
5	0,5346	1,754	0,3261	1,070	0,5454	1,789	0,3325	1,091
4	0,4238	1,390	0,2585	0,8481	0,4324	1,419	0,2636	0,8649
3	0,3361	1,103	0,2050	0,6727	0,3429	1,125	0,2091	0,6860
2	0,2665	0,8745	0,1626	0,5335	0,2719	0,8922	0,1659	0,5440
1	0,2113	0,6934	0,1289	0,4230	0,2156	0,7074	0,1315	0,4313
1/0	0,1676	0,5498	0,1022	0,3354	0,1710	0,5609	0,1042	0,3419
2/0	0,1329	0,4361	0,08108	0,2660	0,1356	0,4450	0,08267	0,2712
3/0	0,1055	0,3459	0,06431	0,2110	0,1075	0,3529	0,06558	0,2151
4/0	0,08360	0,2743	0,05099	0,1673	0,08528	0,2798	0,05200	0,1705
250 kcmil	0,07076	0,2322	0,04316	0,1416	0,07219	0,2368	0,04401	0,1444
300	0,05897	0,1935	0,03597	0,1180	0,06015	0,1974	0,03667	0,1204
350	0,05054	0,1659	0,03082	0,1011	0,05156	0,1691	0,03144	0,1031
400	0,04423	0,1450	0,02698	0,08851	0,04511	0,1480	0,02751	0,09024
450	0,03931	0,1289	0,02398	0,07867	0,04010	0,1316	0,02445	0,08021
500	0,03537	0,1161	0,02158	0,07080	0,03609	0,1184	0,02200	0,07220
550	0,03216	0,1055	0,01961	0,06436	0,03281	0,1076	0,02000	0,06563
600	0,02948	0,09673	0,01798	0,05900	0,03008	0,09867	0,01834	0,06016
650	0,02721	0,08928	0,01660	0,05447	0,02776	0,09109	0,01692	0,05553
700	0,02527	0,08291	0,01541	0,05057	0,02578	0,08458	0,01572	0,05157
750	0,02358	0,07738	0,01438	0,04721	0,02406	0,07894	0,01467	0,04812
800	0,02211	0,07254	0,01348	0,04425	0,02255	0,07400	0,01375	0,04512
900	0,01966	0,06448	0,01199	0,03933	0,02005	0,06578	0,01222	0,04011
1 000	0,01769	0,05804	0,01079	0,03540	0,01804	0,05920	0,01101	0,03610
1 100	0,01609	0,05275	0,009809	0,03218	0,01640	0,05383	0,01000	0,03281
1 200	0,01474	0,04836	0,008992	0,02950	0,01503	0,04934	0,009169	0,03008
1 250	0,01415	0,04643	0,008632	0,02833	0,01443	0,04736	0,008802	0,02888
1 300	0,01357	0,04465	0,008230	0,02723	0,01388	0,04554	0,008463	0,02776
1 400	0,01264	0,04145	0,007707	0,02529	0,01289	0,04229	0,007859	0,02579
1 500	0,01179	0,03869	0,007193	0,02360	0,01203	0,03947	0,007335	0,02406
1 600	0,01106	0,03627	0,006744	0,02212	0,01128	0,03701	0,006877	0,02256
1 700	0,01040	0,03414	0,006347	0,02083	0,01062	0,03482	0,006472	0,02124
1 750	0,01011	0,03316	0,006166	0,02023	0,01031	0,03383	0,006287	0,02062
1 800	0,009827	0,03224	0,005995	0,01967	0,01003	0,03290	0,006112	0,02005
1 900	0,009310	0,03055	0,005679	0,01864	0,009497	0,03116	0,005791	0,01900
2 000	0,008844	0,02902	0,005395	0,01770	0,009023	0,02960	0,005501	0,01804

Tabla N° 10. Resistencia máxima I a la corriente continua de los conductores de cobre trenzado ASTM clase B y trenzado comprimido con estaño o una aleación de plomo estañado

	20 °C		25 °C	
Calibre del conductor	(Ω por 1 000 pies)	Ω / km	(Ω por 1 000 pies)	Ω / km
14 AWG	2,73	8,96	2,78	9,14
13	2,16	7,10	2,20	7,24
12	1,72	5,64	1,75	5,75
11	1,37	4,48	1,39	4,56
10	1,080	3,546	1,102	3,615
9	0,8574	2,813	0,8742	2,868
8	0,6795	2,230	0,6929	2,274
7	0,5389	1,768	0,5495	1,802
6	0,4276	1,403	0,4359	1,430
5	0,3392	1,113	0,3458	1,134
4	0,2689	0,8820	0,2742	0,8993
3	0,2132	0,6996	0,2175	0,7133
2	0,1691	0,5548	0,1724	0,5657
1	0,1340	0,4398	0,1367	0,4485
1/0	0,1063	0,3487	0,1084	0,3556
2/0	0,08432	0,2766	0,08598	0,2820
3/0	0,06688	0,2193	0,06820	0,2238
4/0	0,05248	0,1722	0,05352	0,1755
250 kcmil	0,04488	0,1473	0,04577	0,1501
300	0,03740	0,1227	0,3814	0,1252
350	0,03206	0,1052	0,3270	0,1072
400	0,02776	0,09109	0,02831	0,09288
450 kcmil	0,02467	0,08097	0,02516	0,08256
500	0,02222	0,07287	0,02264	0,07431
550	0,02040	0,06693	0,02080	0,06825
600	0,01871	0,06135	0,01907	0,06257
650	0,01709	0,05606	0,01742	0,05715
700	0,01586	0,05205	0,01618	0,05307
750	0,01481	0,04858	0,01510	0,04953
800	0,01388	0,04554	0,01416	0,04644
900	0,01234	0,04048	0,01259	0,04128
1 000	0,01111	0,03643	0,01132	0,03715
1 100	**0,01010**	**0,03312**	**0,01029**	**0,03377**
1 200	0,009254	0,03037	0,009436	0,03096
1 250	0,008884	0,02915	0,009059	0,02972
1 300	0,008543	0,02803	0,008711	0,02858
1 400	0,007933	0,02602	0,008089	0,02654
1 500	0,007403	0,02429	0,007549	0,02477
1 600	0,006941	0,02278	0,007078	0,02322
1 700	0,006533	0,02143	0,006661	0,02186
1 750	0,006346	0,02082	0,006471	0,02123
1 800	0,006171	0,02024	0,006291	0,02063
1 900	0,005845	0,01918	0,005960	0,01955
2 000	0,005552	0,01822	0,005662	0,01857

Tabla Nº 11. Resistencia máxima l a a corriente continua de los conductores de cobre, trenzados ASTM clase C y D y trenzado comprimido cubierto con estaño o una aleación de plomo estañado

Calibre del Conductor	Clase C				Clase D			
	20 ° C		25 °C		20 °C		25 °C	
	(Ω por 1 000 pies)	Ω / km	(Ω por 1 000 pies)	Ω / km	(Ω por 1 000 pies)	Ω / km	(Ω por 1 000 pies)	Ω / km
14 AWG	2,78	9,15	2,85	9,32	2,82	9,25	2,89	9,42
13	2,21	7,26	2,25	7,41	2,21	7,26	2,25	7,41
12	1,75	5,75	1,78	5,88	1,75	5,75	1,78	5,88
11	1,37	4,48	1,39	4,56	1,40	4,57	1,42	4,66
10	1,08	3,55	1,10	3,62	1,10	3,62	1,12	3,69
9	0,857	2,82	0,874	2,87	0,875	2,88	0,892	2,93
8	0,679	2,23	0,692	2,27	0,679	2,23	0,693	2,27
7	0,539	1,76	0,550	1,81	0,539	1,76	0,550	1,81
6	0,427	1,41	0,436	1,43	0,427	1,41	0,436	1,43
5	0,339	1,11	0,346	1,13	0,339	1,11	0,346	1,13
4	0,269	0,882	0,274	0,90	0,269	0,882	0,274	0,900
3	0,213	0,700	0,217	0,713	0,213	0,700	0,217	0,713
2	0,169	0,555	0,172	0,566	0,169	0,555	0,172	0,566
1	0,134	0,440	0,137	0,449	0,134	0,440	0,137	0,449
1/0	0,106	0,349	0,108	0,355	0,106	0,349	0,108	0,355
2/0	0,0844	0,276	0,0860	0,282	0,0844	0,276	0,0860	0,282
3/0	0,0669	0,219	0,0681	0,223	0,0669	0,219	0,0681	0,223
4/0	0,0530	0,174	0,0541	0,177	0,0530	0,174	0,0541	0,177
250 kcmil	0,0449	0,147	0,0458	0,150	0,0449	0,147	0,0458	0,150
300	0,0374	0,122	0,0381	0,125	0,0374	0,122	0,0381	0,125
350	0,0320	0,105	0,0326	0,107	0,0320	0,105	0,0326	0,107
400	0,0280	0,0920	0,0286	0,0938	0,0280	0,0920	0,0286	0,0938
450 kcmil	0,0249	0,0818	0,0254	0,0834	0,0249	0,0818	0,0254	0,0834
500	0,0224	0,0736	0,0228	0,0751	0,0224	0,0736	0,0228	0,0751
550	0,0204	0,0669	0,0208	0,0682	0,0204	0,0669	0,0208	00,0682
600	0,0187	0,0614	0,0191	0,0625	0,0187	0,0614	0,0191	0,0625
650	0,0172	0,0566	0,0176	0,0577	0,0172	0,0566	0,0176	0,0577
700	0,0160	0,0526	0,0163	0,0537	0,0160	0,0526	0,0163	0,0537
750	0,0150	0,0491	0,0153	0,0501	0,0150	0,0491	0,0153	0,0501
800	0,0141	0,0460	0,0143	0,0469	0,0141	0,0460	0,0143	0,0469
900	0,0124	0,0409	0,0128	0,0417	0,0124	0,0409	0,0128	0,0417
1 000	0,0112	0,0364	0,0113	0,0371	0,0112	0,0368	0,0114	0,0375
1 100	0,0102	0,0335	0,0104	0,0342	0,0102	0,0335	0,0104	0,0342
1 200	0,00935	0,0307	0,00954	0,0313	0,00935	0,0307	0,00954	0,0313
1 250	0,00898	0,0295	0,00915	0,0300	0,00898	0,0295	0,00915	0,0300
1 300	0,00863	0,0284	0,00880	0,0289	0,00863	0,0287	0,000880	0,0289
1 400	0,00794	0,0260	0,00809	0,0265	0,00802	0,0263	0,00817	0,0268
1 500	0,00741	0,0243	0,00755	0,0248	0,00748	0,0246	0,00763	0,0250
1 600	0,00702	0,0231	0,00715	0,0235	0,00702	0,0231	0,00715	0,0235
1 700	0,00660	0,0216	0,00673	0,0220	0,00660	0,0216	0,00673	0,0220
1 750	0,00642	0,0210	0,00654	0,0214	0,00642	0,0210	0,00654	0,0214
1 800	0,00617	0,0202	0,00629	0,0206	0,00623	0,0205	0,00635	0,0208
1 900	0,00584	0,0192	0,00596	0,0196	0,00591	0,0194	0,00602	0,0198
2 000	0,00555	0,0183	0,00566	0,0186	0,00561	0,0184	0,00572	0,0188

Tabla Nº 12. Trenzado de conductores

Calibre del conductor AWG o kcmil			Número Mínimo de hilos	
			Trenzado compacto	Todos los demás
14	-	13	-	7
12	-	9	7	7
8	-	2	7	7
1	-	4/0	18	19
250	-	500	35	37
550	-	1 000	58	61
1 100	-	1 500	-	91
1 600	-	2 000	-	127

Tabla Nº 13. Diámetro externo de conductores redondos trenzados compactados de aluminio y cobre

Calibre del conductor	Diámetro mínimo I		Diámetro máximo	
	(Pulg) A	mm B	(Pulg) C	mm D
14 AWG	0,066	1,68	0,070	1,78
12	0,084	2,13	0,089	2,26
10	0,106	2,69	0,112	2,84
8	0,133	3,38	0,141	3,58
7	0,150	3,81	0,158	4,01
6	0,167	4,24	0,178	4,52
5	0,189	4,80	0,200	5,08
4	0,211	5,36	0,225	5,72
3	0,236	5,99	0,252	6,40
2	0,265	6,73	0,283	7,19
1	0,296	7,52	0,322	8,18
1/0	0,333	8,46	0,361	9,17
2/0	0,372	9,45	0,406	10,31
3/0	0,419	10,64	0,456	11,58
4/0	0,470	11,94	0,512	13,00
250 kcmil	0,515	13,08	0,558	14,17
300	0,564	14,33	0,611	15,52
350	0,610	15,49	0,661	16,79
400	0,652	16,56	0,706	17,93
450	0,693	17,60	0,749	19,02
500	0,729	18,52	0,789	20,04
550	0,767	19,48	0,829	21,06
600	0,805	20,45	0,866	22,00
650	0,837	21,26	0,901	22,89
700	0,868	22,05	0,935	23,75
750	0,899	22,83	0,968	24,59
800	0,929	23,60	1,000	25,40
900	0,989	25,12	1,061	26,95
1 000	1,049	26,64	1,117	28,37

Tabla Nº 14. Diámetro de los conductores cableados concéntricos comprimidos según ASTM clase B, C y D en conductores de aluminio, cobre estañado y no estañado.

Calibre del conductor	Diámetro mínimo (ver nota)		Diámetro máximo	
	(Pulg) A	mm B	(Pulg) C	mm D
14 AWG	0,071[a]	1,80	0,074[a]	1,84[a]
13	0,080[a]	2,03	0,083[a]	2,11[a]
12	0,089	2,26	0,093	2,36
11	0,100	2,54	0,104	2,64
10	0,113	2,87	0,117	2,97
9	0,126	3,20	0,132	3,35
8	0,142	3,61	0,148	3,76
7	0,159	4,04	0,166	4,22
6	0,178	4,52	0,184	4,67
5	0,200	5,08	0,206	5,23
4	0,225	5,72	0,232	5,89
3	0,252	6,40	0,260	6,60
2	0,283	7,19	0,292	7,42
1	0,322	8,18	0,332	8,43
1/0	0,361	9,17	0,372	9,45
2/0	0,406	10,31	0,418	10,62
3/0	0,456	11,58	0,470	11,94
4/0	0,512	13,00	0,528	13,41
250 kcmil	0,558	14,17	0,575	14,61
300	0,611	15,52	0,630	16,00
350	0,661	16,79	0,681	17,30
400	0,706	17,93	0,728	18,49
450	0,749	19,02	0,772	19,61
500	0,789	20,04	0,813	20,65
550	0,829	21,06	0,855	21,72
600	0,866	22,00	0,893	22,68
650	0,901	22,89	0,929	23,60
700	0,935	23,75	0,964	24,49
750	0,968	24,59	0,998	25,35
800	1,000	25,40	1,030	26,16
900	1,061	26,95	1,094	27,79
1 000	0,117	28,37	1,152	26,66
1 100	1,173	29,8	1,210	30,7
1 200	1,225	31,1	1,264	32,1
1 250	1,250	31,8	1,290	32,8
1 300	1,275	32,4	1,316	33,4
1 400	1,323	33,6	1,365	34,7
1 500	1,370	34,8	1,413	35,9
1 600	1,415	35,9	1,460	37,1
1 700	1,459	37,1	1,505	38,2
1 750	1,480	37,6	1,527	38,8
1 800	1,502	38,2	1,549	39,3
1 900	1,542	39,2	1,591	40,4
2 000	1,583	40,2	1,632	41,5

Nota:
a) No usar aluminio.
b) En ningún caso el diámetro del conductor debe ser menor del 97% del diámetro que se obtiene después del cableado pero antes del proceso de compresión.

Tabla N°14A Diámetro nominal de alambre y conductores de cobre o aluminio, trenzado de 19 hilos redondos combinados (UNILAY).

Tabla N°14A. Diámetro nominal de alambre y conductor de cobre o aluminio trenzado de 19 hilos redondos combinados (UNILAY)

Calibre del Conductor AWG	Dimensiones Nominales del Hilo								Diámetro del Conductor					
	Hilo Mayor				Hilo Menor									
	A Diámetro		B Sección Transversal		C Diámetro		A Sección Transversal		E = 3A + 2C Nominal		F = 0,98 x E Mínimo*		G=1,01 x E Máximo*	
	in	mm	cmil	mm²	in	mm	cmil	mm²	in	mm	in	mm	in	mm
14	0.0159	0,404	253	0 128	0,0117	0,297	137	0,069	0,071	1,80	0,070	1,78	0,072	1,83
12	0.0201	0,511	404	0,205	0,0147	0,373	216	0,109	0,090	2,29	0,088	2,24	0,091	2,31
10	0.0253	0,643	640	0 324	0,0185	0,470	342	0,173	0,113	2,87	0,111	2,87	0,114	2,90
9	0.0284	0,721	807	0,408	0,0208	0,528	433	0,219	0,127	3,23	0 127	3,14	0,128	3,25
8	0.0319	0,810	1018	0 515	0 0234	0,594	548	0,277	0,143	3,63	0 140	3 56	0,144	3,66
7	0.0358	0,909	1282	0 649	0 0262	0,665	686	0,342	0,160	4,06	0,157	3,99	0,162	4,11
6	0.0402	1,021	1616	0,818	0,0294	0,747	864	0,437	0,179	4,55	0,175	4,45	0,181	4,60
5	0.0452	1,148	2043	1,034	0,0331	0,841	1096	0,569	0,202	5,13	0,198	5,03	0,204	5,18
4	0,0507	1,288	2570	1,301	0,0371	0,942	1376	0,696	0,226	5,74	0 221	5,61	0,228	5,79
3	0,0570	1,448	3249	1 644	0,0417	1,059	1739	0 880	0,254	6,45	0,249	6,32	0,257	6,53
2	0,0640	1,626	4096	2,073	0,0468	1,189	2190	1,108	0,286	7,26	0,280	7 11	0,289	7,34
1	0,0718	1,824	5155	2,609	0,0526	1,336	2767	1,400	0,321	8,15	0,316	8,03	0,324	8,23
1/0	0,0807	2,050	6512	3,296	0,0591	1,501	3493	1,768	0,360	9,14	0,353	8,97	0,364	9,25
2/0	0,0906	2,301	8208	4 154	0,0663	1,684	4396	2,225	0,404	10,26	0,396	10 06	0,408	10,36
3/0	0 1017	2,583	10343	5,234	0,0745	1,892	5550	2,809	0,454	11,53	0 445	11,30	0,459	11,66
4/0	0 1142	2,901	13042	6,600	0,0836	2,123	6989	3,537	0 510	12,95	0,500	12,70	0 515	13,08

* Los valores de estas dos columnas aplican donde la Norma (principalmente cables de energía) especifique diámetros mínimo y máximo para el conductor

Tabla Nº 14B. Longitud de paso de conductores bunchado-simple bunchado

Calibre del conductor AWG	Longitud de paso (pulg)	Longitud de paso mm
14	1 5/8	41
13	1 5/8	41
12	2	51
11	2	51
10	2 ½	64
9	2 ½	64
8	2 ¾	70
7	3	76
6	3 3/8	86
mayores que 6	serán evaluados	

Tabla Nº 15. Espesores de aislante en el Cable Tipo F E P

Tipo de cable	Calibre del conductor AWG	Espesor mínimo Promedio mm	Promedio (mils)	En cualquier punto mm	En cualquier punto (mils)
F E P	14 - 10	0,51	20	0,46	18
	9 - 2	0,76	30	0,69	27

Tabla Nº 16. Espesores de aislantes en el Cable Tipo T F E

Calibre del Conductor AWG	Espesor mínimo Promedio mm	Promedio (mils)	En cualquier punto mm	En cualquier punto (mils)
14 - 10	0,51	20	0,46	18
9 - 2	0,76	30	0,69	27
1 - 4/0	1,14	45	1,02	40

Tabla Nº 17. Espesores de aislantes en Cables tipos TW y THW

Calibre del Conductor AWG o kcmil	Espesor mínimo Promedio mm	Promedio (mils)	En cualquier punto mm	En cualquier punto (mils)
14 - 10	0,76	30	0,69	27
9 – 8	1,14	45	1,02	40
7 – 2	1,52	60	1,37	54
4 – 2	1,52	60	1,37	54
1 – 4/0	2,03	80	1,83	72
213 – 500	2,41	95	2,18	86
501 – 1 000	2,79	110	2,51	99
1 001 – 2 000	3,18	125	2,84	112

Tabla Nº 22. Construcción de conductores aislados para cables utilizados en bombas sumergibles para agua (mm)

Calibre del Conductor AWG o kcmil	Espesor mínimo									
	Construcción A		Construcción B			Construcción C		Construcción D		
	Aislante tipo TW		Aislante tipo TW		En cualquier punto de la cubierta de nylon	Aislante tipo THW		Aislante tipo THWN		En cualquier de la cubierta de nylon o equivalente
	Promedio	En cualquier punto	Promedio	En cualquier punto		Promedio	En cualquier punto	Promedio	En cualquier punto	
14 - 11 (ver nota)	1,14	1,02	0,76	0,13	1,14	1,02	0,38	0,33	0,33	0,10
10 – 9	1,14	1,02	0,69	0,13	1,14	1,02	0,51	0,51	0,46	0,10
8 – 7	1,14	1,02	0,69	0,13	1,52	1,37	0,76	0,76	0,69	0,13
6 - 5	1,52	1,37	1,04	0,13	1,52	1,37	0,76	0,76	0,69	0,13
4 – 2	1,52	1,37	1,04	0,13	1,52	1,37	1,02	1,02	0,91	0,15
1 – 4/0	2,03	1,83	1,50	0,18	2,03	1,83	1,27	1,27	1,14	0,18
213 - 500	2,41	2,18	1,83	0,18	2,41	2,18	1,52	1,52	1,37	0,20

Nota. El calibre 12 AWG, es el mínimo para conductores de aluminio y aluminio cubierto de cobre.

Tabla Nº 23. Construcción de conductores aislados para cables utilizados en bombas sumergibles para agua (mils)

Calibre del Conductor AWG o kcmil	Espesor mínimo									
	Construcción A		Construcción B			Construcción C		Construcción D		
	Aislante tipo TW		Aislante tipo TW		En cualquier punto de la cubierta de nylon	Aislante tipo THW		Aislante tipo THWN		En cualquier de la cubierta de nylon o equivalente
	Promedio	En cualquier punto	Promedio	En cualquier punto		Promedio	En cualquier punto	Promedio	En cualquier punto	
14 - 11 (ver nota)	45	40	30	27	5	45	40	15	13	4
10 – 9	45	40	30	27	5	45	40	20	18	4
8 – 7	45	40	30	27	5	60	54	30	27	5
6 - 5	60	54	45	40	5	60	54	30	27	5
4 – 2	60	54	45	40	5	60	54	40	36	6
1 - 4/0	80	72	65	59	7	80	72	50	45	7
213 – 500	95	86	80	72	7	95	86	60	54	8

Nota: El calibre 12 AWG, es el mínimo para conductores de aluminio y aluminio cubierto de cobre.

Tabla Nº 24. Espesores de la cubierta de PVC no integrales en cables multiconductores para bombas

Calibre del Conductor AWG o kcmil	Espesor mínimo			
	Promedio		En cualquier punto	
	mm	(mils)	mm	(mils)
14 - 9	0,38	15	0,30	12
8 – 2	0,76	30	0,61	24
1 – 4/0	1,14	45	0,91	36
250 - 500	1,65	65	1,32	52

Tabla Nº 25. Ensayo de rigidez dieléctrica (V)

Calibre del conductor AWG o kcmil	Tipos TW, THW, THHN y THWN	Tipos FEP	Tipo TFE
14 - 9	1 500 (ver nota)	2 000	2 000
8 – 2	2 000	2 000	2 000
1 – 4/0	2 500	2 000	2 000
250 – 500	3 000	---	---
550 – 1 000	3 500	---	---
1 100 – 2 000	4 000	---	---

Nota: 2 000 V para cables tipo THHN, THWN y THW

Tabla N° 26. Resistencia mínima del aislamiento a 15,6 °C (60 °F)

Calibre del conductor AWG o kcmil	M Ω basados en 1 km de conductor		
	Tipo TW	Tipo THW	Tipo THWN
14	45	175	205
13	45	165	190
12	40	150	175
11	35	135	195
10	35	125	180
9	40	155	225
8	35	130	185
7	40	145	170
6	35	135	155
5	30	125	135
4	30	115	155
3	25	110	145
2	25	95	130
1	30	85	140
1/0	25	80	130
2/0	25	70	115
3/0	20	80	105
250	20	70	95
300	20	65	105
350	20	65	95
400	20	60	90
450	15	55	80
500	15	65	80
550	15	60	75
600	15	60	80
650	15	55	80
700	15	55	75
750	15	55	70
800	15	50	70
900	15	50	70
1 100	15	45	65
1 200	15	45	60
1 250	15	45	-
1 300	10	45	-
1 400	10	40	-
1 500	10	40	-
1 600	10	40	-
1 700	10	40	-
1 750	10	35	-
1 800	10	35	-
1 900	10	35	-
2 000	10	35	-

Tabla N° 27. Factores de corrección para llevar la resistencia del aislamiento a 15,6° C (60 °F) en cables aislados con PVC

Temperatura (ver nota)		Factor de multiplicación			
(°C)	(°F)	I	II	III	IV
10,00	50,00	0,35	0,42	0,46	0,56
10,60	51,00	0,39	0,46	0,50	0,59
11,10	52,00	0,43	0,50	0,54	0,63
11,70	53,00	0,48	0,55	0,58	0,67
12,20	54,00	0,54	0,60	0,63	0,70
12,80	55,00	0,60	0,65	0,68	0,75
13,30	56,00	0,66	0,71	0,74	0,79
13,90	57,00	0,73	0,78	0,80	0,84
14,40	58,00	0,82	0,85	0,86	0,90
15,00	59,00	0,90	0,92	0,93	0,95
15,60	60,00	1,00	1,00	1,00	1,00
16,10	61,00	1,11	1,09	1,08	1,06
16,70	62,00	1,24	1,19	1,17	1,13
17,20	63,00	1,38	1,30	1,26	1,19
17,80	64,00	1,53	1,41	1,36	1,26
18,30	65,00	1,70	1,54	1,47	1,34
18,90	66,00	1,88	1,69	1,59	1,42
19,40	67,00	2,09	1,84	1,72	1,51
20,00	68,00	2,31	1,99	1,85	1,60
20,60	69,00	2,57	2,18	2,00	1,69
21,10	70,00	2,85	2,38	2,17	1,79
21,70	71,00	3,17	2,59	2,34	1,90
22,20	72,00	3,52	2,82	2,53	2,02
22,80	73,00	3,90	3,08	2,72	2,14
23,30	74,00	4,31	3,35	2,94	2,27
23,90	75,00	4,78	3,65	3,18	2,40
24,40	76,00	5,30	3,98	3,43	2,54
25,00	77,00	5,88	4,34	3,70	2,70
25,60	78,00	6,51	4,73	4,00	2,86
26,10	79,00	7,27	5,16	4,33	3,03
26,70	80,00	8,07	5,61	4,67	3,21
27,20	81,00	8,98	6,12	5,04	3,40
27,80	82,00	9,92	6,69	5,45	3,60
28,30	83,00	11,00	7,28	5,89	3,82
28,90	84,00	12,20	7,92	6,35	4,05
29,40	85,00	13,50	8,67	3,84	4,30

NOTA: *La Temperatura del agua en la cual se sumerge el o los rollos conductores en el período en el que se toman las lecturas de resistencia del aislante, es la base para la selección del factor de multiplicación. Si debido a las condiciones del tiempo, la temperatura del aislante a ser ensayado, difiere en más de 2,8 °C (5,0 °F) de la temperatura de agua en el cual se sumerge el aislante, los resultados del ensayo después de 6 h de inmersión no son representativos, a menos que antes de tomar las lecturas de resistencia del aislante se tome una de las siguientes previsiones:*

El cable debe estar en el agua el tiempo necesario para que tanto el conductor, el aislante, como la totalidad de las partes del cable adquieran la misma temperatura del agua. El agua y el cable sumergido en ella se considera, que tienen la misma temperatura cuando en tres medidas sucesivas de la resistencia cc hechas al conductor mediante el equipo indicado en UL 1581 por intervalos de 30 min. No muestre cambio alguno.

El agua debe enfriarse o calentarse, de acuerdo a lo que se requiera, hasta obtener una diferencia de temperatura no mayor de 2,8° C de la temperatura del cable, antes de sumergir el mismo por lo menos durante 6 h.

Tabla N° 28. Resistencia del aislamiento a elevadas temperaturas

Calibre del conductor AWG o kcmil	MΩ basados en 1 km de conductor		
	Tipo TW (Ensayo a 75 °C ó 60 °C)	Tipo THW (Ensayo a 75 °C)	Tipo THWN (Ensayo a 75 °C)
14	0,030	0,120	0,035
13	0,030	0,110	0,035
12	0,025	0,100	0,030
11	0,025	0,090	0,035
10	0,025	0,085	0,035
9	0,030	0,105	0,040
8	0,025	0,085	0,035
7	0,025	0,100	0,030
6	0,025	0,090	0,030
5	0,020	0,080	0,025
4	0,020	0,075	0,030
3	0,020	0,070	0,025
2	0,015	0,060	0,025
1	0,020	0,070	0,025
1/0	0,020	0,065	0,025
2/0	0,015	0,060	0,020
3/0	0,015	0,055	0,020
4/0	0,015	0,050	0,020
250	0,015	0,050	0,020
300	0,015	0,050	0,020
350	0,015	0,045	0,015
400	0,010	0,040	0,015
450	0,010	0,040	0,015
500	0,010	0,040	0,015
550	0,010	0,040	0,015
600	0,010	0,040	0,015
650	0,010	0,040	0,015
700	0,010	0,040	0,015
750	0,010	0,035	0,015
800	0,010	0,035	0,015
900	0,010	0,035	0,010
1 000	0,010	0,030	0,010
1 100	0,010	0,030	-
1 200	0,010	0,030	-
1 250	0,010	0,030	-
1 300	0,010	0,030	-
1 400	0,010	0,030	-
1 500	0,010	0,025	-
1 600	0,010	0,025	-
1 700	0,010	0,025	-
1 750	0,010	0,025	-
1 800	0,010	0,025	-
1 900	0,010	0,025	-
2 000	0,005	0,025	-

Tabla N° 29. Resistencia mínima para el aislamiento en períodos largos en cables tipo THHN a 97° C (206,6 °F)

Calibre del Conductor AWG o kcmil	M Ω basado en 1 km de conductor
14	0,080
13	0,075
12	0,070
11	0,080
10	0,070
9	0,090
8	0,075
7	0,070
6	0,060
5	0,055
4	0,065
3	0,060
2	0,050
1	0,055
1/0	0,050
2/0	0,045
3/0	0,040
4/0	0,040
250	0,040
300	0,040
350	0,035
400	0,035
450	0,035
500	0,030
550	0,035
600	0,035
650	0,030
700	0,030
750	0,030
800	0,030
900	0,030
1 000	0,025

Tabla N° 30. Tensión de ensayo de chispa

Calibre del alambre AWG o kcmil	Tensión de ensayo, en kV (rms) Tipo T, TW, THW THHN, THWN, FEP Y TFE
14 – 9	7,5
8 – 7	10,0
6 – 2	10,0
1 – 4/0	12,5
213 – 500	15,0
550 - 1 000	17,5
1 100 – 2 000	20,0

Tabla Nº 31. Diámetro del mandril

Calibre del Conductor AWG o kcmil	A Choque térmico		B Temperatura ambiente y doblado en frio	
	mm	(pulg)	mm	(pulg)
14	3	0,133	8	0,313
13	4	0,139	9	0,350
12	4	0,148	9	0,375
11	4	0,157	11	0,415
10	4	0,168	14	0,563
9	5	0,182	15	0,585
8	6	0,228	17	0,688
7	6	0,246	19	0,740
6	16	0,646	32	1,250
5	17	0,672	33	1,305
4	19	0,744	35	1,375
3	20	0,802	37	1,458
2	22	0,866	40	1,563
1	26	1,016	68	2,688
1/0	28	1,098	73	2,875
2/0	30	1,190	76	3,000
3/0	33	1,294	83	3,250
4/0	36	1,410	89	3 500
25	100	3,940	160	6,304
300	107	4,215	171	6,744
350	114	4,475	182	7 160
400	120	4,710	191	7 536
450	125	4,935	201	7,904
500	131	5,145	209	8,232
550	140	5,515	280	11 030
600	145	5,715	290	11,430
650	150	5,895	299	11,790
700	154	6,070	308	12,140
750	159	6,245	317	12,490
800	163	6,410	326	12,820
900	171	6,725	342	13450
1 000	178	7,020	357	14,040
1 100	190	7,465	379	14,930
1 200	197	7,745	393	15,490
1 250	200	7,885	401	15,770
1 300	204	8,025	408	16,050
1 400	210	8,270	420	16,540
1 500	216	8,510	432	17,020
1 600	222	8,745	444	17,490
1 700	228	8,970	456	17,940
1 750	231	9,085	462	18,170
1 800	233	9,190	467	18,380
1 900	239	9,400	478	18,800
2 000	244	9,610	488	19,220

Tabla Nº 32. Carga de la muestra

Calibres del conductor AWG o kcmil	Carga ejercida sobre una muestra por pie de prensa (ver nota)	
	gf	N
14 – 7	500	4,90
6 - 1	750	7,36
1/0 – 4/0	1 000	9,81
250 – 2 000	2 000	19,61

Nota: *La carga especificada no es el peso a ser añadido al vástago del calibrador micrométrico, sino el peso total añadido y el peso de dicho vástago. Como el peso del vástago varia de un dial micrométrico a otro, es impráctico especificar exactamente el peso a se agregado al vástago, para alcanzar la carga especificada sobre la muestra, en todos los casos excepto para un instrumento individual.*

Tabla Nº 33. Marcación para alambres y cables resistentes a la gasolina y al aceite

Letra tipo	Resistente a gasolina	Resistente al aceite 60 °C (140 °F)	Resistente al aceite 75 °C (167 °F)	Marcación en la superficie
TW	---	X	---	Resistencia al aceite I
THW	---	X	---	Resistente al aceite I
THW	---	---	X	Resistente al aceite II
THWN	---	X	---	Resistente al aceite I
THWN	---	---	X	Resistente al aceite II
THWN	X	X	---	Resistente a gasolina y aceite I
THWN	X	---	X	Resistente a gasolina y aceite II
THHN	---	X	---	Resistente al aceite I
THHN	---	---	X	Resistente al aceite II
THHN o THWN	---	X	---	Resistente al aceite I
THHN o THWN	---	---	X	Resistente al aceite II
THHN o THWN	X	X	---	Resistente a gasolina y aceite I
THHN o THWN	X	---	X	Resistente a gasolina y aceite II

COVENIN
397:2001

CATEGORÍA
E

CODELECTRA
Comité de Electricidad de Venezuela

Av. Sucre Los Dos Caminos, Centro Parque
Boyacá, Torre Centro, Piso 5, Oficina 51, Caracas.
Teléfonos: 285-28-67/77-74 Fax: 285-47-87
E-mail: codelectra@codelectra.org
Página Web: w.w.w.codelectra.org

ICS: 29.060.28
ISBN: 980-06-2774-X

RESERVADOS TODOS LOS DERECHOS
Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio.

Descriptores: Alambre, cable, cable monopolar aislado, cable para 600 V.