

CABLES & TECNOLOGÍA

Boletín Técnico - Enero 2002



CONTENIDO

**CONDUCTORES ELÉCTRICOS
THHN/THWN 90°C AISLADOS
CON PVC/NYLON** 2

**Nylon para Uso en
Conductores Eléctricos** 3

Análisis Comparativo 4

**Proceso de Fabricación
de Conductores
THHN/THWN 90°C** 14

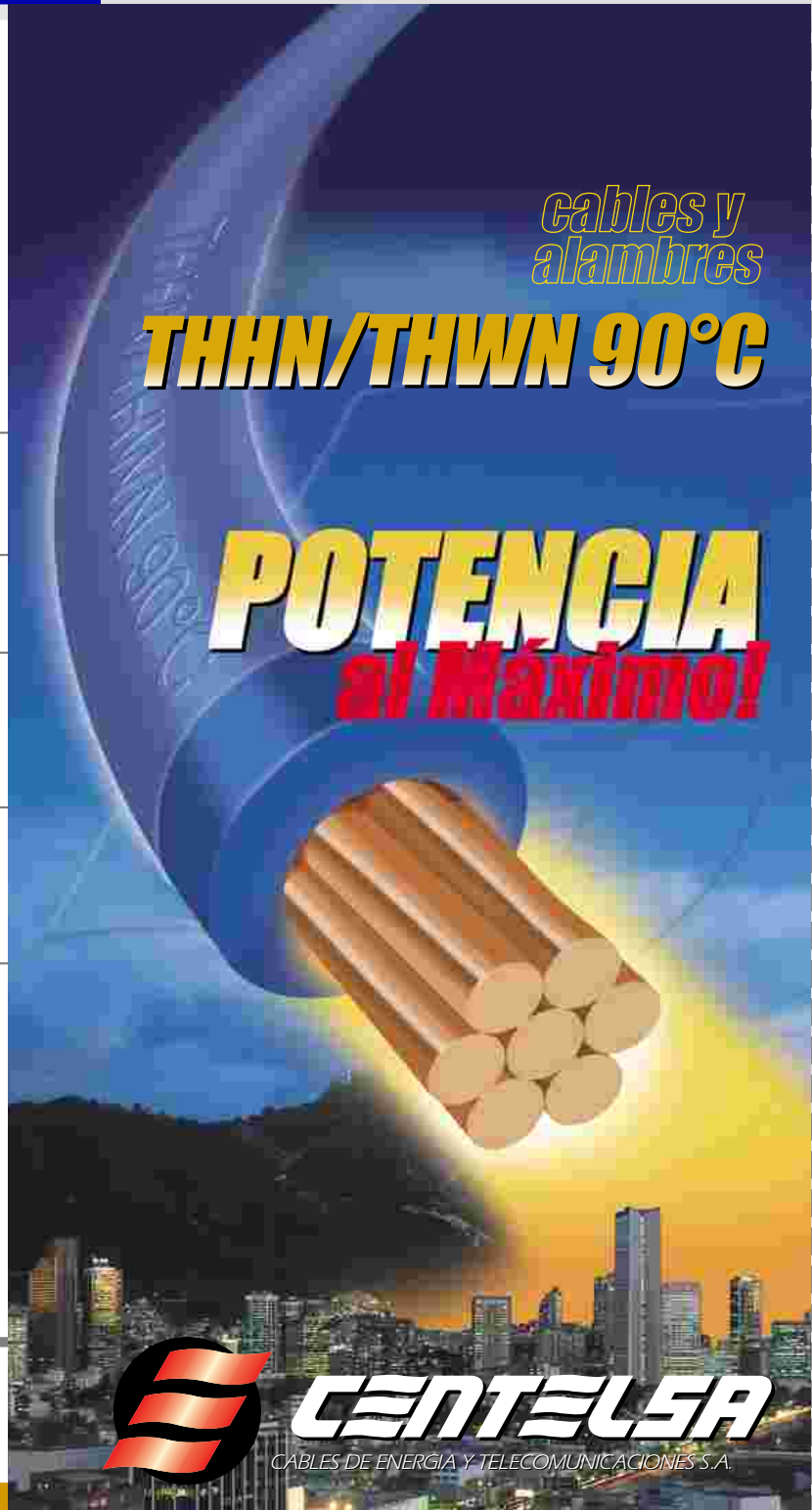
**Aseguramiento del Producto
y Pruebas de Producto
Terminado THHN/THWN 90°C** 15

Conclusiones 16

Dirección y Coordinación:
Departamento de Mercadeo CENTELSA

Información y Especificaciones:
Gerencia Técnica CENTELSA

Diseño y Diagramación:



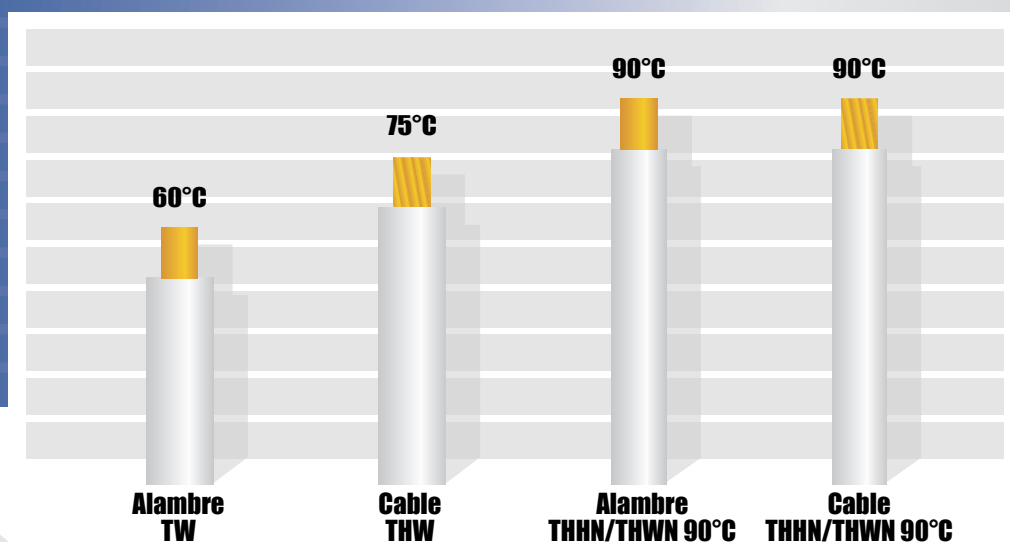
Conductores Eléctricos

THHN/THWN 90°C

Aislados con PVC/Nylon


El permanente desarrollo de los sistemas de instalación de alambres y cables eléctricos en tuberías conduit, bandejas portacables, instalaciones aéreas, enterrado directo y en otros variados sistemas de alimentación para diversos equipos como motores, maquinas herramientas, alumbrado, alambrado de instalaciones residenciales y de sistemas de control ha permitido el desarrollo de un novedoso sistema de aislamiento y cubierta integral de PVC/Nylon que permite operar los conductores a 90°C. Esta tecnología ofrece al usuario la posibilidad de tener instalaciones con alambres y cables con mayor capacidad de corriente, mayor resistencia a la abrasión y a agentes externos como aceite, grasa y gasolina, además de tener conductores más livianos, alojar mayor cantidad de conductores por ducto y contar con un ahorro considerable en costos de instalación.

La tecnología de aislamiento en PVC/Nylon de la nueva generación de conductores eléctricos THHN/THWN 90°C, permitirá dejar atrás los tradicionales cables y alambres recubiertos solamente con PVC en referencias TW y THW, que tienen como desventaja ser conductores con menor temperatura de operación, menor capacidad de corriente, mayor diámetro exterior y con mayor peso, lo que los hace menos prácticos y funcionales.



Los alambres y cables THHN/THWN 90°C CENTELSA, cumplen y exceden los exigentes requisitos de las normas UL 83, NTC-ICONTEC 1332, el Código Eléctrico Colombiano NTC 2050 y el NEC (National Electrical Code)¹.


Los cables y alambres con recubrimiento de PVC/Nylon 90°C son utilizados en muchos países industrializados como Estados Unidos y Canadá, entre otros, por sus múltiples ventajas de diseño e instalación.

Los conductores eléctricos THHN/THWN 90°C, con sus propiedades eléctricas, mecánicas y físicas mejoradas y con la disminución de costos de instalación, representan una nueva alternativa para todos los usuarios, sean ellos instaladores independientes, empresas de ingeniería, compañías generadoras y distribuidoras de energía, la industria petrolera y todas aquellas empresas que requieran para su desarrollo un uso adecuado y eficiente de la energía eléctrica. 

NYLON PARA USO EN CONDUCTORES ELÉCTRICOS

Nylon es un término genérico para cadenas largas de amidas poliméricas en la cual grupos de amidas forman parte integral del polímero; también se le denomina comúnmente Poliamida.

Las siguientes son algunas de sus características más importantes:

- Resistencia química a grasas, aceites e hidrocarburos: las propiedades de barrera de los recubrimientos de Nylon, proveen larga vida al material de aislamiento evitando la pérdida de plastificantes y aditivos.
- Alto punto de fusión: los polímeros de Nylon para propósitos eléctricos tienen un punto de fusión muy alto (220°C) comparado con otros materiales usados como aislamiento o cubierta para conductores eléctricos. Esta característica proporciona al alambre o cable alta resistencia mecánica al aplastamiento.
- Alto peso molecular: esta propiedad del compuesto de Nylon establece las condiciones de resistencia a la abrasión e hidrocarburos en el alambre o cable terminado.
- Alta resistencia al rasgado (difícil de cortar o romper).
- Liviano (densidad = 1.13 g/cm³) comparado con el PVC (1.4 g/cm³).
- Alta resistencia a la abrasión.
- Bajo coeficiente de fricción, comparado con el PVC y polietileno.
- Resistencia térmica alta: el polímero de Nylon tiene una temperatura máxima de uso continuo de 121°C (es necesario tener en cuenta la temperatura de trabajo del compuesto de aislamiento, para fijar una condición de ampacidad). 

¹ Normas Técnicas Colombianas:

NTC 2050 Código Eléctrico Colombiano; documento de referencia: National Electrical Code, NEC 1996.

NTC 1332 Cables y alambres aislados con materiales termoplásticos; documento de referencia UL 83 1998, Thermoplastic Insulated Wires and Cables.

ANÁLISIS COMPARATIVO

Productos

Alambres TW

Alambre de cobre suave, aislado con PVC para una temperatura de operación de 60°C.

Cables THW

Cable de cobre suave, aislado con PVC para una temperatura de operación de 75°C.

Alambres y Cables THHN/THWN 90°C

Alambre o cable de cobre suave, aislado con PVC y con un recubrimiento de Nylon (Poliamida), para una temperatura de operación de 90°C.

Especial para instalaciones en sitios abrasivos o contaminados con aceite, grasas, gasolina y otras sustancias químicas.

CENTELSA además de los productos convencionales TW y THW, ahora está produciendo los nuevos conductores THHN/THWN 90°C, en los cuales se aprovechan las excelentes propiedades del PVC 90°C como aislamiento y del Nylon como recubrimiento resistente a la abrasión, resultando un conductor con mejores propiedades eléctricas, mecánicas, mejorando sus propiedades físicas y de desempeño.

Las ventajas de los conductores THHN/THWN 90°C frente a los conductores tradicionales TW y THW se pueden resumir en mayor capacidad de corriente, mejor comportamiento ante agentes externos, excelente resistencia a la abrasión y a hidrocarburos, mayor resistencia mecánica, menor diámetro externo y mayor facilidad de instalación. 

Capacidad de Corriente

La capacidad de conducción de corriente es una de las principales ventajas de los conductores THHN/THWN 90°C sobre los alambres TW y cables THW.

Los conductores THHN/THWN 90°C tienen una capacidad de corriente superior; un 34% en promedio en comparación con los conductores TW, y un 14% con respecto a los conductores THW.

El Artículo 240-6 del NTC 2050 y del NEC establece corrientes normalizadas para los interruptores automáticos de disparo. Tomando como base estas corrientes, los calibres seleccionados de acuerdo con el tipo de conductor, son los que se indican en las siguientes tablas:

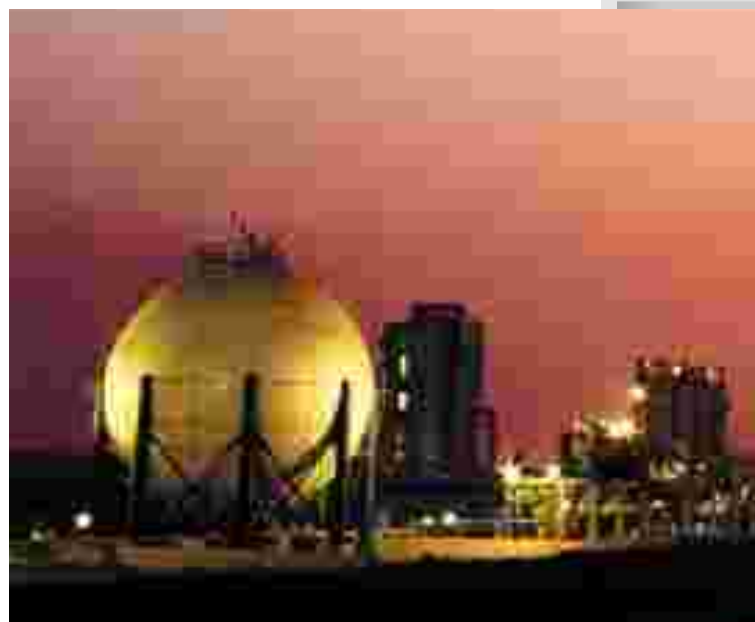
Corriente Normalizada (A)	Calibre Seleccionado (AWG)	
	Alambre TW	Alambre THHN/THWN 90°C
25	12	14
30	10	12
35	8	10
40	8	10
45	6	8
50	6	8

Hasta tres conductores transportando corriente, en una canalización, cable o en enterramiento directo a una temperatura ambiente de 30°C

Tabla 1. Alambres TW y THHN/THWN 90°C, calibres seleccionados para corrientes normalizadas.

Corriente Normalizada (A)	Calibre Seleccionado (AWG o kcmil)	
	Cable THW	Cable THHN/THWN 90°C
25	12	14
30	10	12
35	10	10
40	8	10
45	8	8
50	8	8
60	6	6
70	4	6
80	4	4
90	2	4
100	2	2
110	2	2
125	1	2
150	1/0	1
175	2/0	2/0
200	3/0	3/0
225	4/0	3/0
250	250	4/0
300	350	300
350	500	350
400	-	500

Hasta tres conductores transportando corriente, en una canalización, cable o en enterramiento directo a una temperatura ambiente de 30°C



Petroquímica Colombiana S.A.

Tabla 2. Cables THW y THHN/THWN 90°C, calibres seleccionados para corrientes normalizadas.

Se observa que para cualquier corriente, el menor calibre requerido siempre se da en alambres THHN/THWN 90°C, así mismo tiene menor costo. Por ejemplo, un alambre TW 12 AWG puede ser reemplazado por un alambre THHN/THWN 90°C 14 AWG (el Artículo 310-5 del NTC 2050 y del NEC establece el calibre 14 AWG, como el mínimo para Instalaciones en general, con conductores en cobre).

También, en la mayoría de los casos es posible, para una misma corriente, utilizar un cable THHN/THWN 90°C de calibre inferior que los cables THW.

De esta manera, teniendo el mismo calibre, los alambres y cables THHN/THWN 90°C transmiten MAYOR POTENCIA que los alambres TW y cables THW. Esto se evidencia en la capacidad de corriente de los conductores cubiertos por UL 83 y NTC 1332, mostrada en la siguiente tabla comparativa:

CAPACIDAD DE CORRIENTE (A)			
Calibre AWG o kcmil	TW 60°C	THW 75°C	THHN/THWN 90°C
14	20	20	25
12	25	25	30
10	30	35	40
8	40	50	55
6	55	65	75
4	70	85	95
2	95	115	130
1	110	130	150
1/0	125	150	170
2/0	145	175	195
3/0	165	200	225
4/0	195	230	260
250	215	255	290
350	260	310	350
500	320	380	430

Hasta tres conductores transportando corriente, en una canalización, cable o en enterramiento directo a una temperatura ambiente de 30°C

Tabla 3. Tabla 310-16 NTC 2050 y NEC. Capacidad de corriente para conductores TW, THW y THHN/THWN 90°C.

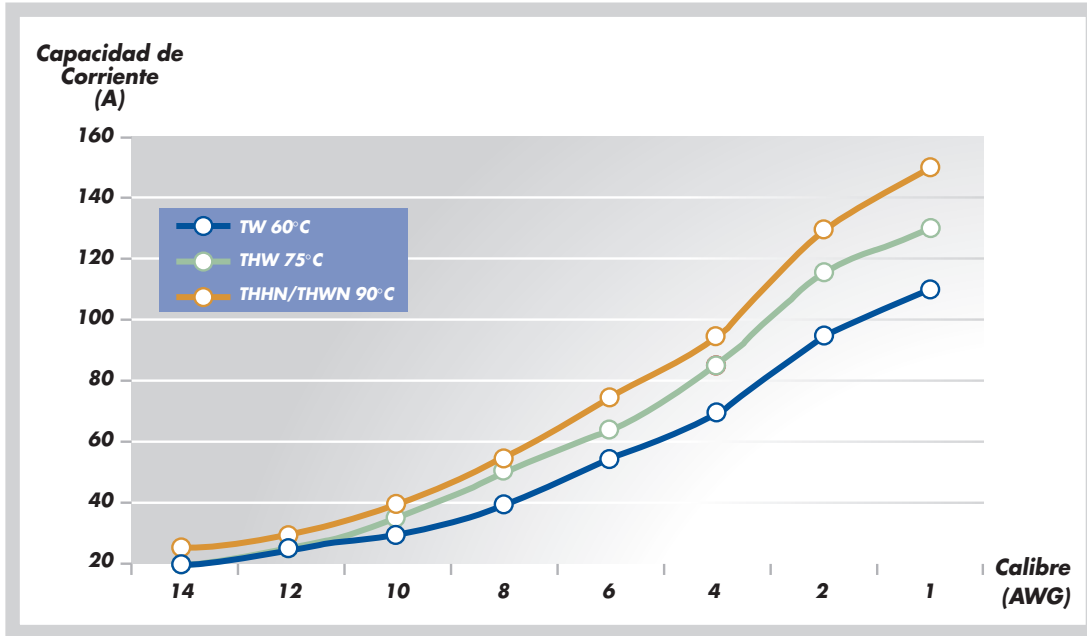


Gráfico 1. Capacidad de corriente para conductores TW, THW y THHN/THWN 90°C. Calibre 14 a 1 AWG. Tres conductores en canalización, temperatura ambiente 30°C.

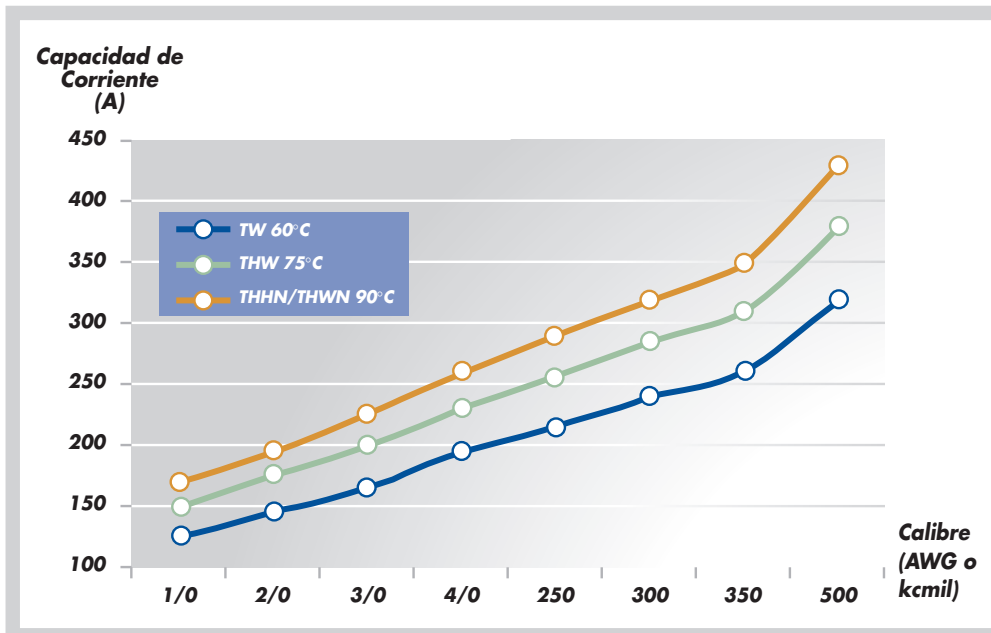




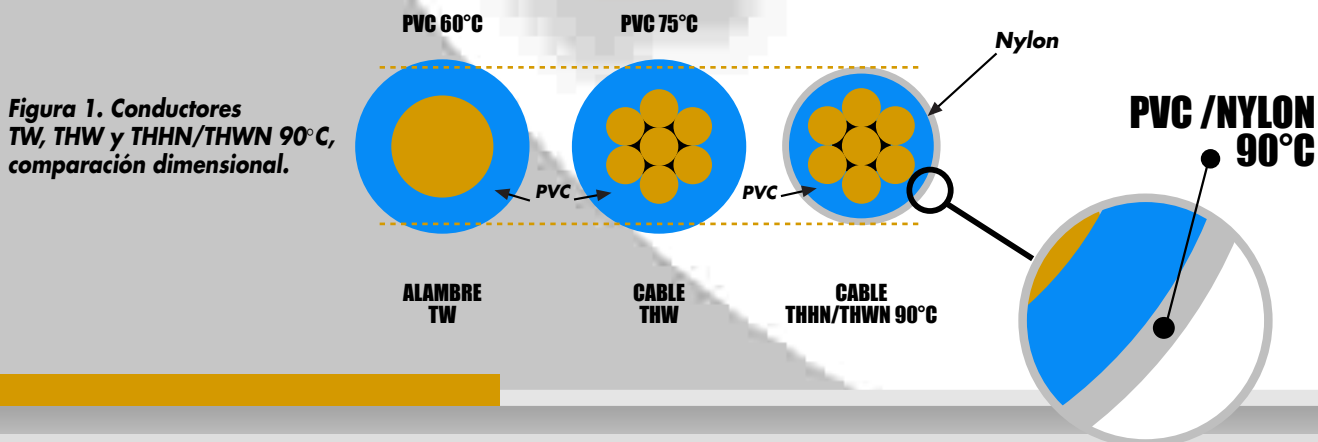
Gráfico 2. Capacidad de corriente para conductores TW, THW y THHN/THWN 90°C. Calibre 1/0 a 500 kcmil. Tres conductores en canalización, temperatura ambiente 30°C.

La capacidad de transportar corriente eléctrica de un conductor, está relacionada con el área del conductor, con la temperatura ambiente (en el que se instala) y con el tipo de material de aislamiento usado en la fabricación. El tipo de material (PVC 60°C, 75°C y PVC/Nylon 90°C) es tomado de acuerdo con los requerimientos de UL 83 y NTC 1332, aplicables a este tipo de productos.

Los nuevos conductores son fabricados con PVC/Nylon 90°C, los alambres TW con PVC 60°C y los cables THW con PVC 75°C; esta diferencia en temperatura de trabajo a favor de los THHN/THWN 90°C sobre los THW y sobre los TW, es lo que permite manejar una mayor capacidad de corriente. 

Parámetros Dimensionales

Al extruir el recubrimiento de forma integral con una capa de aislamiento en PVC/Nylon de 90°C, se aprovechan óptimamente las propiedades dieléctricas del PVC y las mecánicas del Nylon, lo cual permite tener conductores THHN/THWN 90°C de diámetros externos reducidos (de acuerdo con la norma UL 83 y NTC 1332), comparados con los conductores TW y THW. Tal como se puede observar en la figura 1 y en las siguientes tablas comparativas, los espesores de aislamiento se reducen casi en un 30%. 



Esta reducción de espesores de aislamiento trae dos ventajas:

- Reducción del diámetro externo que permite instalar mayor cantidad de conductores por tubo conduit.
- El peso del cable en kg/km se disminuye hasta en un 15%, dando como resultado, conductores más livianos para efectos de manejo, transporte y facilidad de instalación.

ALAMBRES TW						
Calibre AWG	No. Hilos	Clase Cableado	Diámetro Conductor (mm)	Espesor Aislamiento (mm)	Diámetro Sobre Aislamiento (mm)	Peso Total Aprox (kg/km)
14	1	Sólido	1,63	0,76	3,23	27
12	1	Sólido	2,05	0,76	3,65	39
10	1	Sólido	2,59	0,76	4,19	59
8	1	Sólido	3,26	1,14	5,64	98

Tabla 4. Parámetros dimensionales alambres TW.

CABLES THW						
Calibre AWG o kcmil	No. Hilos	Clase Cableado	Diámetro Conductor (mm)	Espesor Aislamiento (mm)	Diámetro Sobre Aislamiento (mm)	Peso Total Aprox (kg/km)
14	7	B	1,79	0,76	3,39	28
12	7	B	2,25	0,76	3,85	41
10	7	B	2,85	0,76	4,45	62
8	7	B	3,59	1,14	5,97	103
6	7	B	4,52	1,52	7,69	166
4	7	B	5,71	1,52	8,88	247
2	7	B	7,20	1,52	10,37	373
1	19	B	7,90	2,03	12,08	479
1/0	19	B	8,88	2,03	13,06	589
2/0	19	B	9,96	2,03	14,15	727
3/0	19	B	11,19	2,03	15,37	899
4/0	19	B	12,56	2,03	16,75	1115
250	37	B	14,18	2,41	19,15	1337
350	37	B	16,78	2,41	21,75	1828
500	37	B	20,04	2,41	25,01	2558

Tabla 5. Parámetros dimensionales cables THW.


ALAMBRES Y CABLES THHN/THWN 90°C							
Calibre AWG o kcmil	No. Hilos	Clase Cableado	Diámetro Conductor (mm)	Espesor Aislamiento (mm)	Espesor Cubierta Nylon (mm)	Diámetro Sobre Cubierta (mm)	Peso Total Aprox (kg/km)
14	1	Sólido	1,63	0,38	0,10	2,73	24
12	1	Sólido	2,05	0,38	0,10	3,15	35
10	1	Sólido	2,59	0,51	0,10	3,95	56
8	1	Sólido	3,26	0,76	0,13	5,19	92
14	19	C	1,75	0,38	0,10	2,85	24
12	19	C	2,21	0,38	0,10	3,31	37
10	19	C	2,78	0,51	0,10	4,14	58
8	7	B	3,59	0,76	0,13	5,52	97
6	7	B	4,52	0,76	0,13	6,45	146
4	7	B	5,71	1,02	0,15	8,22	234
2	7	B	7,20	1,02	0,15	9,71	358
1	19	B	7,90	1,27	0,18	11,00	452
1/0	19	B	8,88	1,27	0,18	11,98	560
2/0	19	B	9,96	1,27	0,18	13,07	695
3/0	19	B	11,19	1,27	0,18	14,29	864
4/0	19	B	12,56	1,27	0,18	15,66	1077
250	37	B	14,18	1,52	0,20	17,87	1286
300	37	B	15,52	1,52	0,20	19,22	1529
350	37	B	16,78	1,52	0,20	20,48	1770
400	37	B	17,94	1,52	0,20	21,63	2011
500	37	B	20,04	1,52	0,20	23,74	2491

Tabla 6. Parámetros dimensionales alambres y cables THHN/THWN 90°C.

Capacidad en Conduits

Teniendo en cuenta la disminución del diámetro de los conductores THHN/THWN 90°C con recubrimiento de Nylon, pueden instalarse un mayor número de conductores en una tubería conduit del mismo tamaño, o para un mismo número de conductores puede usarse una tubería conduit de menor diámetro. Además, las tuberías conduit de menor diámetro, son instaladas de manera más fácil y rápida, con apreciables disminuciones en los costos de mano de obra.

De acuerdo con el NTC 2050 y el NEC, para un sólo conductor se puede ocupar como máximo el 53% del área interna del conduit, para dos conductores el 31% y para tres conductores o más, máximo el 40%; esto es utilizado como criterio para determinar el porcentaje de ocupación de la tubería conduit de acuerdo con el calibre seleccionado.

En las siguientes tablas se evidencia la mayor capacidad de la tubería conduit, ya sea metálica o en PVC, para el caso de los alambres y cables THHN/THWN 90°C. 

MÁXIMA CANTIDAD DE CONDUCTORES ADMISIBLE EN TUBERÍA CONDUIT PVC TIPO A CABLES TW O THW Y THHN/THWN 90°C												
Calibre AWG o kcmil	DIÁMETRO NOMINAL DEL TUBO (Pulgadas, mm)											
	1/2 pulgada, 21 mm		3/4 pulgada, 26 mm		1 pulgada, 33 mm		1 1/4 pulgada, 42 mm		1 1/2 pulgada, 48 mm		2 pulgadas, 60 mm	
	TW, THW	THHN/ THWN 90°C	TW, THW	THHN/ THWN 90°C	TW, THW	THHN/ THWN 90°C	TW, THW	THHN/ THWN 90°C	TW, THW	THHN/ THWN 90°C	TW, THW	THHN/ THWN 90°C
14	11	16	18	27	31	44	51	73	67	96	105	150
12	8	11	14	19	24	32	39	53	51	70	80	109
10	6	7	10	12	18	20	29	33	38	44	60	69
8	3	4	6	7	10	12	16	19	21	25	33	40
6	1	3	3	5	6	8	9	14	13	18	20	28
4	1	1	2	3	4	5	7	8	9	11	15	17
2	1	1	1	1	3	3	5	6	7	8	11	12
1	1	1	1	1	1	2	3	4	5	6	7	9
1/0	1	1	1	1	1	2	3	4	4	5	6	8
2/0	-	1	1	1	1	1	2	3	3	4	5	6
3/0	-	-	1	1	1	1	1	2	3	3	4	5
4/0	-	-	1	1	1	1	1	1	2	3	4	4
250	-	-	-	1	1	1	1	1	1	2	3	3
300	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	2	3
350	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	2	2
400	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1	2
500	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1

Tabla 7. Tabla C11 NTC 2050 y NEC.

MÁXIMA CANTIDAD DE CONDUCTORES ADMISIBLE EN TUBERÍA CONDUIT METÁLICA CABLES TW O THW Y THHN/THWN 90°C												
Calibre AWG o kcmil	DIÁMETRO NOMINAL DEL TUBO (Pulgadas, mm)											
	1/2 pulgada, 21 mm		3/4 pulgada, 26 mm		1 pulgada, 33 mm		1 1/4 pulgada, 42 mm		1 1/2 pulgada, 48 mm		2 pulgadas, 60 mm	
	TW, THW	THHN/ THWN 90°C	TW, THW	THHN/ THWN 90°C	TW, THW	THHN/ THWN 90°C	TW, THW	THHN/ THWN 90°C	TW, THW	THHN/ THWN 90°C	TW, THW	THHN/ THWN 90°C
14	8	12	15	22	25	35	43	61	58	84	96	138
12	6	9	11	16	19	26	33	45	45	61	74	101
10	5	5	8	10	14	16	24	28	33	38	55	63
8	2	3	5	6	8	9	13	16	18	22	30	36
6	1	2	3	4	4	7	8	12	11	16	18	26
4	1	1	1	2	3	4	6	7	8	10	13	16
2	1	1	1	1	2	3	4	5	6	7	10	11
1	1	1	1	1	1	1	3	4	4	5	7	8
1/0	-	1	1	1	1	1	2	3	3	4	6	7
2/0	-	-	1	1	1	1	1	2	3	3	5	6
3/0	-	-	1	1	1	1	1	1	2	3	4	5
4/0	-	-	-	1	1	1	1	1	1	2	3	4
250	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	3	3
300	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	2	3
350	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	2
400	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1
500	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1

Tabla 8. Tabla C1 NTC 2050 y NEC.

Un ejemplo práctico de lo anterior resulta para un cable de calibre 6 AWG. El diámetro del cable THW es de 7.69 mm y el del cable THHN/THWN 90°C es de 6.45 mm. De acuerdo con lo establecido en el NTC 2050 y NEC en la Tabla C11, para un tubo conduit de PVC, caben 3 conductores THW, mientras que el mismo tubo conduit puede alojar 5 conductores THHN/THWN 90°C.

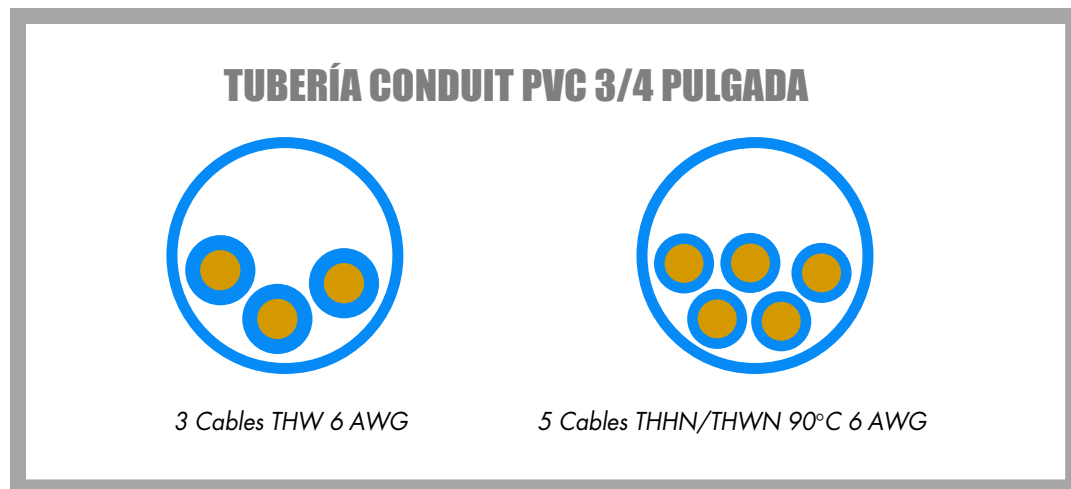


Figura 2. Capacidad en tubería conduit PVC 3/4 pulgada (dibujo a escala).

Resistencia a la Abrasión

La resistencia a la abrasión del conductor se incrementa por las excelentes propiedades del Nylon, especialmente por su alto peso molecular. Esta característica le da una mayor dureza al alambre o cable terminado (alta resistencia al corte y/o penetración de elementos punzantes), lo que permite que sea utilizado en instalaciones industriales que requieran de esta propiedad.

Resistencia a los Hidrocarburos

La resistencia a diferentes tipos de hidrocarburos, como grasas, aceites y gasolina, le permiten a los conductores THHN/THWN 90°C ser utilizados en diferentes ambientes e instalaciones, especialmente en campos de explotación petrolera y refinerías. Igualmente la resistencia a elementos alcalinos proporcionada por el Nylon lo hacen especialmente atractivo para las industrias que manejan residuos de procesos que pueden afectar los compuestos termoplásticos como el PVC o el polietileno.

Instalación

Para asegurar la calidad de la instalación de cables de energía eléctrica es necesario considerar factores como las tensiones de halado durante la instalación y la presión lateral (fuerza radial ejercida sobre el aislamiento y cubierta de un cable en una curva cuando el cable está bajo tensión).

Los conductores THHN/THWN 90°C tienen menor coeficiente de fricción que muchos otros conductores usados en la industria. Esta condición tiene una relación directa con el número de kilogramos fuerza necesarios para instalar el conductor a través de los diferentes puntos de una tubería conduit, además de la disminución en la cantidad de labores y equipos que proveen esta fuerza. Como consecuencia de la disminución en la tensión de instalación en los cables THHN/THWN 90°C, la presión lateral también disminuye, evitando que el cable se dañe por aplastamiento.

En la instalación de cables TW y THW es frecuente el uso de lubricantes para el tendido, con el propósito de evitar el exceso de tensión y disminuir las presiones laterales en las curvas del trayecto de la instalación. Algunos de estos lubricantes fabricados con base en hidrocarburos pueden ocasionar efectos adversos sobre el aislamiento. Los conductores THHN/THWN 90°C, dependiendo del tipo de instalación pueden prescindir del uso de lubricantes o requerir mínimas cantidades gracias al bajo coeficiente de fricción de la cubierta de Nylon.

Por otra parte, dadas las especiales características de los cables THHN/THWN 90°C, pueden ser instalados en sitios con presencia de grasas, hidrocarburos y agentes químicos. ⚠

Resistencia al Aplastamiento

Los conductores THHN/THWN 90°C tienen una excelente resistencia mecánica. Es una característica especialmente útil para instalaciones en bandejas portacables y en conduits, donde son instalados múltiples conductores uno sobre otro y el peso de los conductores de la parte superior causa una excesiva presión sobre los de la parte inferior. ⚠

Propagación de la Llama

Tanto los conductores TW, THW como los conductores THHN/THWN 90°C cumplen con la prueba de propagación de la llama tipo VW-1, la cual consiste en aplicaciones sucesivas de una llama de características especificadas por un tiempo determinado. El cable bajo prueba debe demostrar la capacidad de no propagar la llama. ⚠

PROCESO DE FABRICACIÓN DE CONDUCTORES THHN/THWN 90°C

El conductor de cobre, alambre o cable, es alimentado desde un Take-Off o entregador, al pasar por la primera extrusora se aplica el material de aislamiento en PVC, después pasa por una segunda extrusora en línea, donde se le aplica la cubierta de Nylon.

Posteriormente el cable se hace pasar por un canal de enfriamiento por medio de agua. El material ya terminado, es halado por un Capstan y luego recogido en una bobina por un Take-Up o recogedor.

El cable se marca con el nombre del fabricante, el calibre del conductor y las características más importantes del producto, de acuerdo con las normas UL 83 y NTC 1332.

Finalmente, durante el proceso se aplica un voltaje de prueba en un chispero o probador de línea, para garantizar de ésta manera la integridad del aislamiento y la cubierta, falta de aislamiento, bajos espesores, perforaciones o impurezas en el material. El valor del voltaje en corriente alterna a aplicar entre conductor y tierra, está definido por el calibre del alambre o cable según lo especificado en las normas UL 83 y NTC 1332.

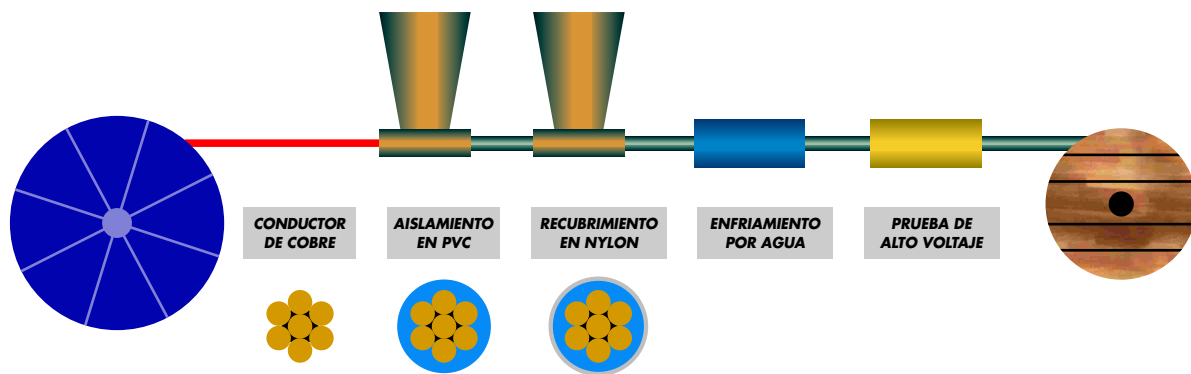



Figura 3. Proceso de fabricación de conductores THHN/THWN 90°C.

En **CENTELSA** este tipo de producto se ha desarrollado con alta tecnología; los dos procesos de extrusión se hacen en un mismo cabezal, es decir, dos extrusoras en línea o tándem, convergen en un mismo punto, garantizando que el aislamiento y la cubierta, se apliquen de forma integral. 


ASEGURAMIENTO DEL PRODUCTO Y PRUEBAS DE PRODUCTO TERMINADO THHN/THWN 90°C

Los alambres y cables THHN/THWN 90°C CENTELSA cumplen con todos los requisitos de prueba de las normas UL 83 y NTC-ICONTEC 1332.

Las pruebas más importantes a las que se someten los conductores THHN/THWN 90°C CENTELSA son las siguientes:

- Verificación de dimensiones
- Propiedades mecánicas y de envejecimiento del aislamiento
- Voltaje aplicado
- Resistencia de aislamiento en agua, de corta y larga duración
- Capacitancia y permitividad relativa
- Flexibilidad a temperatura ambiente
- Choque térmico
- Deformación
- Llama horizontal y vertical
- Resistencia al aceite y gasolina
- Abrasión
- Aplastamiento
- Impacto
- Doblado chaqueta de Nylon

Este estricto control de calidad le ha permitido a **CENTELSA** contar con certificaciones de producto de importantes entidades a nivel mundial, dando al usuario la tranquilidad de usar un producto aprobado que garantiza la seguridad de su instalación:

UL 83. File E206516
ICONTEC (Colombia). Norma NTC 1332.
ICONTEC (Colombia). Calidad declarada
UL 83 1998-09-29
CIDET (Colombia). Cert. No. 00406
ANCE (México). NOM 063 



CONCLUSIONES

Los cables y alambres THHN/THWN 90°C representan la siguiente generación de los productos TW y THW, superándolos en muchos aspectos técnicos, y con innumerables ventajas en el proceso de instalación y en resistencia a las condiciones del medio ambiente.

Máxima Potencia.

Los cables y alambres THHN/THWN 90°C están diseñados para trabajar a temperaturas de 90°C, por lo tanto proporcionan mayor capacidad de corriente que los alambres TW de 60°C y que los cables THW de 75°C.

Facilidad de Instalación.

Las características físicas mejoradas, menor diámetro externo y menor peso total de los conductores THHN/THWN 90°C, adicionadas a la baja fricción del Nylon, dan como resultado instalaciones de menor tiempo y complejidad, por lo tanto más económicas.

Instalación Polifuncional.

Los conductores THHN/THWN 90°C presentan un excelente comportamiento ante agentes externos como grasas, aceites y gasolina además de una mayor resistencia al aplastamiento, lo que los hace muy apropiados para instalaciones en bandejas portacables y en conduits y pueden ser instalados en todos los sitios que requieran especificaciones especiales.

Economía.

Los cables y alambres THHN/THWN 90°C transmiten mayor corriente porque pueden trabajar a 90°C, esta condición los hace conductores de MÁXIMA POTENCIA, por lo tanto se pueden utilizar menores calibres que en los conductores TW y THW. Adicionalmente el menor diámetro de los conductores THHN/THWN 90°C permite la óptima utilización de las tuberías conduit.

Todo lo anterior se traduce en mejores instalaciones desde el punto de vista técnico y con menor costo total.

TECNOLOGÍA Y SOLUCIONES PARA EL PROGRESO