

**LIBRO: CMT. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES**

**PARTE: 3. MATERIALES PARA OBRAS DE DRENAJE Y SUBDRENAJE**

**TÍTULO: 06. Tubos Corrugados de Polietileno de Alta Densidad**



**A. CONTENIDO**

Esta Norma contiene las características de calidad de los tubos corrugados de polietileno de alta densidad, que se utilicen en obras de drenaje y subdrenaje.

**B. DEFINICIÓN**

Los tubos corrugados de polietileno de alta densidad son ductos de sección circular fabricados con resina termoplástica, formados por una pared interior lisa y corrugaciones exteriores anulares, provistos de un sistema de unión espiga-campana con empaque elastomérico, que tiene por objeto obtener juntas herméticas al agua; los tubos, unidos entre sí, forman una tubería continua que capta y conduce agua pluvial, fluvial o subterránea, evitando embalses o inundaciones.

**C. REFERENCIAS**

Son referencias de esta Norma, el Manual M-CAL-1-02, *Criterios Estadísticos de Muestreo* y la norma ASTM D 3350, *Standard Specification for Polyethylene Plastics Pipe and Fittings Materials*, así como las normas mexicanas:

NORMAS	DESIGNACIÓN
Industria del plástico – <i>Determinación de la Densidad de los Materiales Plásticos no Celulares</i> - Método de prueba .....	NMX-E-004-CNCP-2004
Industria del plástico – <i>Resistencia al aplastamiento en tubos y conexiones</i> - Método de prueba .....	NMX-E-014-CNCP-2006

Industria del plástico – <i>Dimensiones en tubos y conexiones</i> – Método de prueba .....	NMX-E-021-CNCP-2006
Industria del plástico – <i>Resistencia al impacto en tubos y conexiones</i> - Método de prueba .....	NMX-E-029-CNCP-2005
Industria del plástico – <i>Contenido de negro de humo en materiales de polietileno</i> – Método de prueba .....	NMX-E-034-SCFI-2002
Industria del plástico – <i>Resistencia a la tensión de materiales plásticos</i> – Método de prueba .....	NMX-E-082-SCFI-2002
Industria del plástico – <i>Índice de fluidez de termoplásticos por medio del plastómetro extrusor</i> – Método de ensayo .....	NMX-E-135-CNCP-2004
Industria del plástico – <i>Resistencia a la flexión</i> –Método de prueba .....	NMX-E-183-1990
Industria del plástico – <i>Resistencia al agrietamiento por esfuerzo ambiental para los materiales plásticos de etileno</i> – Método de prueba .....	NMX-E-184-SCFI-2003
Industria del plástico – <i>Hermeticidad del acoplamiento espiga-campana en tubería</i> – Método de ensayo .....	NMX-E-205-CNCP-2005
Industria del plástico – <i>Tubos y conexiones – Determinación de la rigidez de tubos plásticos</i> – Método de prueba .....	NMX-E-208-SCFI-2002
Industria hulera – <i>Anillos de hule empleados como empaque en los sistemas de tuberías</i> – Especificaciones .....	NMX-T-021-SCFI-2002
Industria hulera - <i>Determinación de la dureza Shore “A”</i> - Método de prueba .....	NMX-T-024-SCFI-2002
Industria hulera - <i>Resistencia a la tracción y alargamiento en el momento de ruptura</i> - Método de prueba .....	NMX-T-025-SCFI-2002
Industria hulera - <i>Envejecimiento en estufa</i> - Método de prueba .....	NMX-T-026-SCFI-2002
Industria hulera - <i>Efecto de líquidos</i> - Método de prueba .....	NMX-T-027-SCFI-2002
Industria hulera - <i>Deformación permanente por compresión</i> - Método de prueba .....	NMX-T-029-SCFI-2002



Industria hulera – <i>Densidad</i> - Método de prueba .....	NMX-T-080-SCFI-2002
Industria hulera – <i>Dimensiones de los anillos de hule</i> – Método de prueba .....	NMX-T-179-SCFI-2002

## D. REQUISITOS DE CALIDAD

### D.1. RESINA TERMOPLÁSTICA

**D.1.1.** El material que se emplee para la fabricación de tubos corrugados de polietileno de alta densidad que se utilicen para alcantarillas, será la resina termoplástica que resulta de la polimerización del monómero de etileno a polietileno de alta densidad, designada según la norma ASTM D3350, *Standard Specification for Polyethylene Plastics Pipe and Fittings Materials*, como *PE424420C* para diámetros nominales de cien (100) a doscientos cincuenta (250) milímetros, y *PE435420C* para diámetros nominales de trescientos (300) a mil quinientos (1 500) milímetros, que cumpla con los requisitos indicados en la Tabla 1 de esta Norma. Además, no contendrá materiales calcificantes o aditivos minerales que alteren la masa o la resistencia al aplastamiento.

**D.1.2.** Los tubos corrugados de polietileno de alta densidad serán fabricados con resina virgen, pero podrán emplearse materiales reprocessados, generados durante el proceso de extrusión, siempre y cuando sean del mismo fabricante y el producto cumpla con lo establecido en esta Norma. También podrán usarse materiales nanoestructurados como reforzadores.

### D.2. DIMENSIONES

**D.2.1.** El diámetro interior y el espesor de pared de los tubos corrugados de polietileno de alta densidad, según su diámetro nominal, serán los que se indican en la Tabla 2 de esta Norma.

**D.2.2.** Los tubos corrugados de polietileno de alta densidad tendrán la longitud establecida por el fabricante. La longitud útil de los tubos tendrá una tolerancia de más menos uno ( $\pm 1$ ) por ciento respecto a la establecida.

**TABLA 1.- Requisitos de calidad para la resina termoplástica**

<b>Propiedad</b>	<b>Requisito</b>	
Denominación	PE424420C <sup>[1]</sup>	PE435420C <sup>[1]</sup>
Densidad, g/cm <sup>3</sup> <sup>[2]</sup>	0,948 - 0,955	0, 948 - 0,955
Índice de fluidez, mínimo, g/10 min <sup>[3]</sup>	0,4	0,15
Módulo de elasticidad, mínimo, MPa (kg/cm <sup>2</sup> ) <sup>[4]</sup>	552 (5 627)	758 (7 727)
Resistencia a la tensión, mínimo, MPa (kg/cm <sup>2</sup> ) <sup>[5]</sup>	21 (214)	21 (214)
Resistencia al agrietamiento <sup>[6]</sup>	Condición B, 24 h, 50% falla máx	Condición B, 24 h, 50% falla máx
Color y protección contra rayos ultravioleta <sup>[7]</sup>	Negro, con 2% mínimo de negro de humo	Negro, con 2% mínimo de negro de humo

[1] Para tubos corrugados de polietileno de alta densidad con diámetros nominales de 100 a 250 mm se usará resina termoplástica PE424420C; para tubos con diámetros nominales de 300 a 1 500 mm, se usará resina termoplástica PE435420C.

[2] Determinada conforme a la norma mexicana NMX-E-004-CNCP-2004, con tolerancia de ±0,002 g/cm<sup>3</sup>.

[3] Determinado conforme a la norma mexicana NMX-E-135-CNCP-2004.

[4] Determinado conforme a la norma mexicana NMX-E-183-1990.

[5] Determinada conforme a la norma mexicana NMX-E-082-SCFI-2002; tolerancia de ±3,45 MPa (±35 kg/cm<sup>2</sup>).

[6] Determinada conforme a la norma mexicana NMX-E-184-SCFI-2003.

[7] Determinado conforme a la norma mexicana NMX-E-034-2002.

### **D.3. GEOMETRÍA**

**D.3.1.** Los tubos corrugados de polietileno de alta densidad serán rectos.

**D.3.2.** Los tubos corrugados de polietileno de alta densidad estarán formados por una pared interior sensiblemente lisa y corrugaciones exteriores anulares, como se muestra en la Figura 1, así como una campana y una espiga integradas al cuerpo del tubo en sus extremos, como se muestra en la Figura 2 de esta Norma.

**D.3.3.** El perfil de las corrugaciones exteriores de los tubos de polietileno de alta densidad, será definido por el fabricante.

**TABLA 2.- Diámetros interiores y espesores de pared de los tubos corrugados de polietileno de alta densidad <sup>[1]</sup>**

Unidades en mm (in)

Diámetro nominal <i>D<sub>n</sub></i>	Diámetro interior		Espesor mínimo de pared <i>t</i>
	<i>D<sub>i</sub></i>	Tolerancias	
100 (4)	102 (4,02)	-1,5 a 4,5 (-0,06 a 0,18)	0,50 (0,020)
150 (6)	152 (5,98)	-2,25 a 6,8 (-0,09 a 0,27)	0,50 (0,020)
200 (8)	203 (7,99)	-3,0 a 9,0 (-0,19 a 0,35)	0,65 (0,025)
250 (10)	254 (10,00)	-3,9 a 11,3 (-0,15 a 0,44)	0,65 (0,025)
300 (12)	305 (12,01)	-4,5 a 13,5 (-0,18 a 0,54)	0,90 (0,035)
375 (15)	381 (15,00)	-5,6 a 16,9 (-0,23 a 0,68)	1,00 (0,039)
450 (18)	457 (17,99)	-6,8 a 20,3 (-0,27 a 0,81)	1,30 (0,051)
600 (24)	610 (24,02)	-9,0 a 27,0 (-0,36 a 1,08)	1,50 (0,059)
750 (30)	762 (30,00)	-11,3 a 30,0 (-0,45 a 1,18)	1,50 (0,059)
900 (36)	915 (36,02)	-13,5 a 30,0 (-0,54 a 1,18)	1,70 (0,067)
1 050 (42)	1 067 (42,01)	-15,8 a 30,0 (-0,63 a 1,18)	1,80 (0,071)
1 200 (48)	1 219 (47,99)	-18,0 a 30,0 (-0,72 a 1,18)	1,80 (0,071)
1 350 (54)	1 372 (54,02)	-20,3 a 34,0 (-0,80 a 1,34)	2,79 (0,110)
1 500 (60)	1 524 (60,00)	-22,9 a 37,0 (-0,90 a 1,46)	2,79 (0,110)

[1] Determinados conforme a la norma mexicana NMX-E-021-CNCP-2006

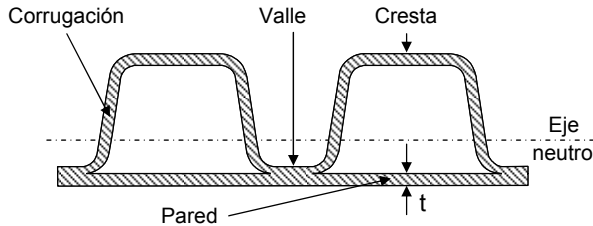


FIGURA 1.- Perfil típico de tubo corrugado de polietileno de alta densidad

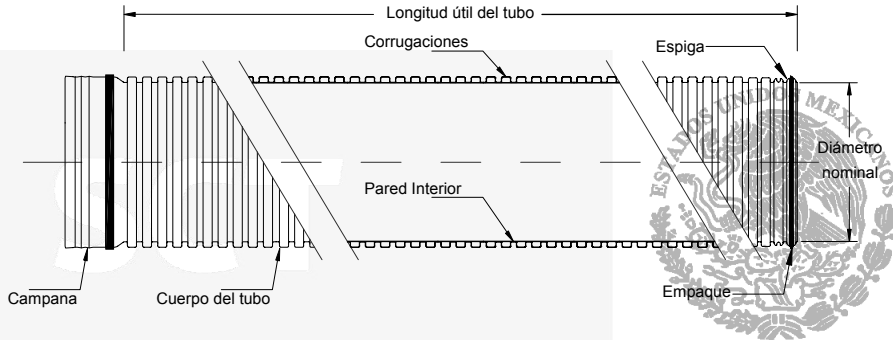


FIGURA 2.- Tubo corrugado de polietileno de alta densidad

#### D.4. ACABADO

**D.4.1.** Las superficies internas y externas de los tubos corrugados de polietileno de alta densidad estarán libres de fracturas, rajaduras, dobleces, arrugas, ampollas, impurezas y porosidades.

**D.4.2.** Los extremos de los tubos corrugados de polietileno de alta densidad presentarán cortes limpios y perpendiculares al eje longitudinal del tubo.

**D.4.3.** El color negro de las superficies interna y externa de los tubos corrugados de polietileno de alta densidad, será homogéneo y podrán llevar una marca superficial de color distinto como identificación del fabricante.

#### D.5. RIGIDEZ

Los tubos corrugados de polietileno de alta densidad tendrán la rigidez mínima establecida en la Tabla 3, cuando su diámetro interior se reduzca cinco (5) por ciento por efecto de la carga aplicada al tubo de acuerdo con el procedimiento descrito en la

norma mexicana NMX-E-208-SCFI-2002, sin que se presenten grietas, roturas o *delaminaciones* (separación entre la pared interna y las corrugaciones).

**TABLA 3.- Rigidez mínima de los tubos corrugados de polietileno de alta densidad**

Diámetro nominal, $D_n$ mm (in)	Rigidez mínima al 5% de deflexión, kPa (kg/cm <sup>2</sup> )
100 (4)	345 (3,52)
150 (6)	345 (3,52)
200 (8)	345 (3,52)
250 (10)	345 (3,52)
300 (12)	345 (3,52)
375 (15)	290 (2,96)
450 (18)	275 (2,80)
600 (24)	235 (2,40)
750 (30)	195 (1,99)
900 (36)	150 (1,53)
1 050 (42)	140 (1,43)
1 200 (48)	125 (1,27)
1 350 (54)	110 (1,12)
1 500 (60)	97 (0,99)

**D.6. APLASTAMIENTO**

Los tubos corrugados de polietileno de alta densidad, después de haberles aplicado una carga tal que su diámetro interior se haya reducido veinte (20) por ciento, conforme con el procedimiento descrito en la norma mexicana NMX-E-014-CNCP-2006, no presentarán decoloración, grietas, roturas de cualquier especie, delaminaciones o la combinación de ellas.

**D.7. IMPACTO**

Los tubos corrugados de polietileno de alta densidad no se fracturarán o partirán, cuando sean impactados como se describe en la norma mexicana NMX-E-029-CNCP-2005, con un dardo provisto de una punta Tipo D, aplicando una energía de cuarenta y cinco (45) joules en tubos de hasta doscientos cincuenta (250) milímetros de diámetro nominal o de ciento treinta y dos (132) joules en tubos de trescientos (300) a mil quinientos (1 500) milímetros de diámetro nominal.

**D.8. SISTEMA DE UNIÓN****D.8.1. Empaque elastomérico**

**D.8.1.1.** La geometría, dimensiones y tolerancias de los empaques elastoméricos, serán establecidas por el fabricante de los tubos, según el diámetro nominal de los tubos por utilizar y se comprobarán según el procedimiento indicado en la norma mexicana NMX-T-179-SCFI-2002.

**D.8.1.2.** Los empaques elastoméricos que se utilicen en los sistemas de unión de los tubos corrugados de polietileno de alta densidad, podrán tener una dureza de treinta y cinco (35) a sesenta (60) grados Shore A, determinada mediante el procedimiento indicado en la norma mexicana NMX-T-024-SCFI-2002, con una tolerancia de más menos cinco ( $\pm 5$ ) grados Shore A, considerando que al efectuar la determinación, la lectura del valor de la dureza se tomará cinco (5) segundos después de que la aguja indentora se ponga en contacto con el espécimen.

La dureza del empaque, con respecto al valor original, podrá variar de menos cinco (-5) a ocho (8) grados Shore A, después de su envejecimiento en estufa durante setenta y dos (72) horas como mínimo, a setenta más menos dos ( $70 \pm 2$ ) grados Celsius, conforme a la norma mexicana NMX-T-026-SCFI-2002 o de menos diez (-10) a cinco (5) grados Shore A, después de su envejecimiento en aceite durante setenta (70) horas a cien (100) grados Celsius, conforme a la norma mexicana NMX-T-027-SCFI-2002.



**D.8.1.3.** Los empaques de material elastomérico cumplirán con los requisitos indicados en la Tabla 4 de esta Norma.

**TABLA 4.- Requisitos de calidad para los empaques elastoméricos**

Propiedad		Requisito
<b>Del empaque original</b>		
Resistencia a la ruptura por tensión, MPa (kg/cm <sup>2</sup> ), mínima <sup>[1]</sup>		9 (97,74)
Alargamiento a la ruptura, %, mínimo <sup>[1]</sup>		300
Densidad, g/cm <sup>3</sup> , máximo <sup>[2]</sup>		1,3
<b>Del empaque después del envejecimiento en estufa, a 70±2°C, conforme a la NMX-T-026-SCFI-2002</b>		
Con envejecimiento durante 72 h como mínimo	Resistencia a la ruptura por tensión MPa (kg/cm <sup>2</sup> ), mínima <sup>[1]</sup>	7,2 (73,39)
	Alargamiento a la ruptura, %, mínimo <sup>[1]</sup>	210
Con envejecimiento durante 22 h como mínimo	Deformación permanente por compresión, %, máxima <sup>[3]</sup>	25
<b>Del empaque después del envejecimiento en agua, conforme a la NMX-T-027-SCFI-2002</b>		
Variación de volumen, %, máxima <sup>[4]</sup>		-1 a 8
<b>Del empaque después del envejecimiento en aceite, a 100°C durante 70 h, conforme a la NMX-T-027-SCFI-2002 <sup>[5]</sup></b>		
Resistencia a la ruptura por tensión, MPa (kg/cm <sup>2</sup> ), mínima <sup>[1]</sup>		4,95 (50,46)
Alargamiento a la ruptura, %, mínimo <sup>[1]</sup>		165
Variación de volumen, %, máxima <sup>[4]</sup>		-10 a 15

[1] Determinados conforme a la norma mexicana NMX-T-025-SCFI-2002.

[2] Determinada conforme a la norma mexicana NMX-T-080-SCFI-2002.

[3] Determinada conforme a la norma mexicana NMX-T-029-SCFI-2002.

[4] Determinado conforme a la norma mexicana NMX-T-027-SCFI-2002.

[5] Las pruebas después del envejecimiento en aceite se harán por lo menos una vez al año, salvo cuando se dé una modificación en el compuesto elastomérico, en cuyo caso, esas pruebas se ejecutarán tan pronto como ocurra dicha modificación.

**D.8.1.4.** Si los empaques elastoméricos se forman mediante uniones pegadas, éstas no presentarán visiblemente daño alguno después de haber soportado un estiramiento del cien (100) por ciento, conforme al método de prueba contenido en la norma mexicana NMX-T-021-SCFI-2002.

**D.8.1.5.** La superficie de los empaques elastoméricos será lisa, en color homogéneo, libre de grietas, burbujas o cualquier otro defecto apreciable. No contendrán impurezas ni porosidades. Si la Secretaría lo aprueba, podrán permitirse ligeras rebabas, siempre y cuando sean homogéneas y no afecten a la hermeticidad de las conexiones entre tubos.

**D.8.1.6.** Cuando los tubos corrugados de polietileno de alta densidad vayan a funcionar en un medio especialmente agresivo (acidez, alcalinidad, temperatura, agresión química), ya sea por las características del fluido que se conducirá o del medio ambiente donde se colocarán, el fabricante o el proveedor proporcionará los empaques adecuados que aseguren la resistencia a las condiciones de uso requerido.

### **D.8.2. Conexión**

La conexión de tubos corrugados de polietileno de alta densidad, mediante el sistema de unión espiga-campana y empaque elastomérico, no presentará filtraciones de agua cuando se someta a las pruebas de presión y vacío, de acuerdo con el procedimiento establecido en la norma mexicana NMX-E-205-CNCP-2005.

## **E. MARCADO**

**E.1.** Los tubos corrugados de polietileno de alta densidad estarán marcados con caracteres legibles e indelebles, indicando por lo menos:

- Nombre, razón social, símbolo o marca del fabricante,
- diámetro nominal,
- nombre o identificación de la planta donde se fabricó el tubo (cuando haya más de una),
- número de lote o código correspondiente,
- material con el cual está fabricado,
- leyenda "Hecho en México" o país de origen, y
- fecha de fabricación.

Cuando las marcas no se puedan poner en la pared el tubo, éstas se imprimirán en una etiqueta adherida en la pared.

**E.2.** Siempre que sea posible, los empaques elastoméricos estarán marcados con caracteres legibles e indelebles, en un lugar que no afecte su funcionamiento, indicando por lo menos:

- Diámetro nominal del tubo en el que se usará,
- identificación del fabricante del anillo, y
- leyenda “Hecho en México” o país de origen.

En su caso, los paquetes en que se transporten los empaques elastoméricos, estarán etiquetados, indicando por lo menos:

- Identificación del fabricante de los empaques elastoméricos,
- leyenda “Hecho en México”, o país de origen,
- diámetro nominal de los tubos en los que se usarán,
- lote y fecha de fabricación, y
- referencia a esta Norma.

## F. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

Con el propósito de evitar el deterioro de los tubos corrugados de polietileno de alta densidad antes de su utilización en la obra, se tendrá cuidado en su transporte y almacenamiento, atendiendo los siguientes aspectos:

- F.1.** El vehículo en el que se transporten los tubos corrugados de polietileno de alta densidad, tendrá la longitud necesaria para proporcionarles apoyo continuo y evitar que se flexionen y se dañen durante el traslado.
- F.2.** Los tubos corrugados de polietileno de alta densidad serán almacenados en sitios cercanos al frente de trabajo, con superficies sensiblemente planas y libres de piedras.
- F.3.** Los tubos corrugados de polietileno de alta densidad se depositarán en pilas de sección trapecial no más anchas de seis (6) metros ni más altas de uno coma ocho (1,8) metros, de tal manera que las campanas de los tubos se alternen en capas sucesivas y sobresalgan a la capa inferior, para evitar deformación y daño en las mismas.

- F.4.** Se asegurará el apilado de los tubos corrugados de polietileno de alta densidad, con cuñas o bloques de madera en los bordes de las pilas para impedir el deslizamiento de los tubos, evitando el uso de piedras, estacas de varillas de acero u otros elementos que los pudiera dañar.
- F.5.** Si los tubos corrugados de polietileno de alta densidad se transportan y almacenan con los empaques elastoméricos colocados, éstos llevarán una banda plástica protectora que no será retirada hasta el momento en que se conecten los tubos.
- F.6.** Cuando los tubos corrugados de polietileno de alta densidad, con sus empaques elastoméricos colocados, tengan que ser almacenados en la obra por más de un mes, los empaques se retirarán de los tubos y se almacenarán bajo la sombra, en algún sitio debidamente protegido para evitar que se dañen o pierdan. En este caso, los empaques se colocarán nuevamente en los tubos inmediatamente antes de la instalación de la tubería.

### G. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

- G.1.** Para que los tubos corrugados de polietileno de alta densidad y sus empaques elastoméricos sean aceptados por la Secretaría, es necesario que cumplan con todos y cada uno de los requisitos de calidad indicados en esta Norma, según el tipo de tubo establecido en el proyecto. Además, con el objeto de controlar la calidad de los tubos y sus empaques, el Contratista de Obra realizará las pruebas necesarias, en un (1) tubo y un (1) empaque por cada lote de veinte (20) tubos o menos de un mismo tipo, seleccionados al azar, conforme a lo indicado en el Manual M-CAL-1-02, *Criterios Estadísticos de Muestreo*, para comprobar sus dimensiones mediante los procedimientos indicados en las normas mexicanas NMX-E-021-CNCP-2006 y NMX-T-179-SCFI-2002, respectivamente, que se señalan en la Cláusula C. de esta Norma, así como sus acabados en forma visual, entregando a la Secretaría los resultados en la forma que ésta indique.
- G.2.** En cualquier momento la Secretaría puede verificar que los tubos corrugados de polietileno de alta densidad y los empaques elastoméricos cumplan con cualquiera de los requisitos de calidad establecidos en esta Norma, siendo motivo de rechazo el incumplimiento de cualquiera de ellos.

- G.3.** Además, para que un lote de veinte (20) tubos o menos de un mismo tipo sea aceptado, es requisito indispensable entregar a la Secretaría un certificado de calidad emitido por el fabricante, que avale el cumplimiento de todos y cada uno de los requisitos de calidad establecidos en esta Norma y que incluya los valores y resultados de las pruebas que les hayan sido efectuadas a los tubos de polietileno de alta densidad y sus empaques elastoméricos. Esta información estará avalada y certificada por algún organismo local o internacional, o por un laboratorio, que estén reconocidos por la Secretaría.

SCT



SECRETARÍA DE  
COMUNICACIONES  
Y TRANSPORTES