



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 1 744:2009
Primera revisión

TUBOS DE POLIETILENO PARA CONDUCCIÓN DE AGUA A PRESIÓN. REQUISITOS.

Primera Edición

POLYETHYLENE PIPES FOR CONVEYANCE OF WATER UNDER PRESSURE. REQUIREMENTS.

First Edition

DESCRIPTORES: Sistemas de fluidos, conductos, tubos de material plástico, tubos de polietileno para agua a presión, requisitos.
PL 04.03-408
CDU: 621.643.2:678.742.2
CIU: 3560
ICS: 23.040.20

Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria	TUBOS DE POLIETILENO PARA CONDUCCIÓN DE AGUA A PRESIÓN. REQUISITOS.	NTE INEN 1 744:2009 Primera revisión 2009-07
--	--	---

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN – Casilla 17-01-3999 – Baquerizo Moreno E8-29 y Almagro – Quito-Ecuador – Prohibida la reproducción

1. OBJETO

1.1 Esta norma establece los requisitos que deben cumplir los tubos de polietileno producidos por extrusión para conducir agua a presión, tanto para redes de agua potable como para usos generales.

2. ALCANCE

2.1 Esta norma aplica a tubos elaborados a partir de resinas de polietileno descritas en el numeral 4 de esta norma.

2.2 Esta norma se aplica a tubos de polietileno utilizados para conducir agua potable con rangos de presión nominal de 0,63 MPa a 1,6 MPa y de diámetros nominales exteriores de 16 mm a 1 200 mm.

2.3 Esta norma se aplica a tubos de polietileno para usos generales en la conducción de agua a presión, con rangos de presión nominal de 0,25 MPa a 1,6 MPa y de diámetros nominales exteriores de 6 mm a 630 mm.

2.4 Esta norma se aplica solamente a tubos de polietileno utilizados para la conducción de agua a presión a temperaturas entre 0°C y 40°C, tanto para el suministro de agua potable como para usos generales.

2.5 Esta norma se aplica a tubos de polietileno utilizados en instalaciones subterráneas o superficiales según lo especifique el fabricante.

2.6 Esta norma no aplica a cintas para riego ni a tubos fabricados con gotero incorporado.

2.7 Esta norma no regula la inclusión de dispositivos o conectores que puedan ser acoplados a los tubos.

3. DEFINICIONES

3.1 A más de las definiciones indicadas en la NTE INEN 1 333 se considerarán las siguientes:

3.1.1 *Aditivos*. Son todos los materiales que ayudan a mejorar la calidad del proceso y del producto final, tales como: antioxidantes, estabilizantes UV y pigmentos entre otros.

3.1.2 *Coefficiente de diseño, C*. Es un factor de seguridad con valor mayor que 1, que toma en consideración las condiciones de servicio, así como las propiedades de los componentes de un sistema de tubería a menos que estos estén considerados en el límite inferior de confianza, σ_{LCL} .

3.1.3 *Compuesto*. Es la mezcla de resina y aditivos y puede ser pre-mezclado o mezclado en fábrica.

3.1.4 *Compuesto mezclado en fábrica*. Es el compuesto preparado por el mismo fabricante de los tubos.

3.1.5 *Compuesto pre-mezclado*. Es el compuesto adquirido en un solo cuerpo o presentación a un proveedor externo.

3.1.6 *Diámetro exterior medio (Dm)*. Es el cociente del valor medido de la circunferencia exterior del tubo y del valor π (π) o del resultado promedio de la medida de cuatro o más diámetros. Valor redondeado al 0,1 mm superior.

(Continúa)

DESCRIPTORES: Sistemas de fluidos, conductos, tubos de material plástico, tubos de polietileno para agua a presión, requisitos.

3.1.7 Diámetro nominal (DN). Diámetro exterior del tubo sin considerar su tolerancia, que sirve de referencia para su identificación.

3.1.8 Ecuación de esfuerzo. Ecuación que establece la relación entre esfuerzo, presión nominal y dimensiones del tubo.

$$\sigma_s = (PN/2 e) (DN-e)$$

En donde:

σ_s = esfuerzo hidrostático de diseño, en MPa
 PN = presión nominal, en MPa
 DN = diámetro nominal en mm
 e = espesor de pared, en mm

3.1.9 Esfuerzo hidrostático de diseño (σ_s). Esfuerzo tangencial máximo permitido, el cual puede aplicarse en forma continua con la certidumbre de que no ocurrirá alguna falla en el tubo. Se obtiene dividiendo EMR por el coeficiente de diseño C, redondeado al valor inmediato inferior de las series R20, ver 3.1.8.

$$\sigma_s = \frac{EMR}{C}$$

3.1.10 Esfuerzo mínimo requerido, EMR. Es el valor σ_{LCL} , redondeado al valor inmediato inferior de las series R10 o R20* conforme a la NTE INEN 328, dependiendo del valor de σ_{LCL} .

3.1.11 Espesor nominal (e). Espesor mínimo de pared del tubo al cual se aplican las tolerancias establecidas en esta norma.

3.1.12 Límite inferior de confianza a 20°C para 50 años, σ_{LCL} . Es el valor con las unidades de esfuerzo, en MPa, que pueden ser consideradas como una propiedad del material y representa el 97,5% del límite inferior de confianza del esfuerzo de largo plazo promedio a 20 °C para 50 años con presión hidrostática interna*.

3.1.13 Material postconsumo. Es todo material derivado de productos terminados que han sido utilizados.

3.1.14 Ovalamiento de una sección recta del tubo. Es la diferencia entre el diámetro exterior máximo medido y el diámetro exterior mínimo medido, en la misma sección transversal del tubo, medidos después de la extrusión pero antes del enrollado del tubo, según aplique.

3.1.15 Presión de trabajo. Es el valor expresado en MPa, que corresponde a la presión interna máxima que puede soportar el tubo destinado a la conducción de agua en uso continuo, considerando las condiciones de empleo.

3.1.16 Presión nominal (PN). Es el valor expresado en MPa, que corresponde a la presión interna máxima admisible para uso continuo del tubo al conducir agua a 20°C de temperatura.

3.1.17 Tubo de polietileno (PE). Conducto de sección circular elaborado a partir de resinas de polietileno y aditivos, de superficie interior y exterior lisas sin roscas y sin costura.

4. DISPOSICIONES GENERALES

4.1 Los tubos se deben designar por el tipo de material (por ejemplo PE 80) conforme el nivel aplicable del esfuerzo mínimo requerido (EMR) especificado en la tabla 1, cuando el límite inferior de confianza, σ_{LCL} , para el compuesto está determinado según ISO 9080 y éste σ_{LCL} sea clasificado de acuerdo con ISO 12162 para obtener el EMR.

* Definición tomada de la norma ISO 12162:1995

4.1.1 La validez de la designación del material de los tubos debe ser certificada por el fabricante del compuesto pre-mezclado y/o en el caso que se utilicen compuestos mezclados en fábrica debe ser certificada por el fabricante de los tubos.

4.2 El esfuerzo de diseño σ_s de los tubos se obtiene mediante la aplicación del coeficiente de diseño C no menor de 1,25, al valor del EMR del material.

4.2.1 Es posible aplicar un coeficiente de diseño C mayor, de acuerdo con la norma ISO 12162, dependiendo de las condiciones de operación y de las consideraciones ambientales.

TABLA 1. Designación del material

Designación del material	EMR a 20°C por 50 años (MPa)	Esfuerzo hidrostático de diseño σ_s máximo permitido (MPa)
PE 100	10,0	8,0
PE 80	8,0	6,3
PE 63	6,3	5,0
PE 40	4,0	3,2
PE 32	3,2	2,5

4.2.2 La relación entre EMR y σ_s para algunos coeficientes de diseño diferentes, se describe en la tabla 2.

TABLA 2 Relación entre EMR, σ_s y el coeficiente de diseño C.

Esfuerzo de diseño hidrostático de la tubería σ_s (MPa)	EMR del material (MPa)				
	10	8	6,3	4	3,2
	Coeficiente de Diseño C				
8,0	1,25				
6,3	1,6	1,25			
5,0	2,0	1,6	1,25		
4,0	2,5	2,0	1,6		
3,2	3,2	2,5	2,0	1,25	
2,5	-	3,2	2,5	1,6	1,25

4.3 Densidad e índice de fluidez

4.3.1 El fabricante del tubo debe suministrar la evidencia certificada de la densidad y del índice de fluidez de la (s) resinas(s) o del compuesto premezclado y del tubo.

4.3.2 Las resinas, los compuestos y tubos se clasificaran en las categorías y denominaciones de índice de fluidez y densidades de acuerdo con lo que se indica en las tablas 3 y 4 respectivamente.

4.3.3 El cumplimiento de la disposición anterior será garantizado por el fabricante para cada formulación específica.

4.3.4 El índice de fluidez para una formulación específica siempre debe encasillarse en una de las categorías de la tabla 3, cuando sea ensayado conforme a la norma ISO 1133 o equivalente aplicable, considerando las condiciones de ensayo (190°C, 2 160g)

(Continúa)

TABLA 3. Índices de fluidez

Categoría	Índices de fluidez g/10 min.
1	> 25
2	10 - 25
3	1 - 10
4	0,4 - 1
5	< 0,4

4.3.5 La densidad de la resina utilizada de conformidad con la tabla 4 puede servir como referencia a la denominación del tubo y será determinado conforme a la NTE INEN 1 742 o equivalente aplicable.

TABLA 4. Densidad de las resinas de polietileno

Denominación	Designación	Densidad g/cm ³
Baja densidad	BD	< 0,926
Media densidad	MD	0,926 – 0,940
Alta densidad	AD	≥ 0,940

4.4 Materiales

4.4.1 Composición. Los tubos se deben fabricar con resina de polietileno que contenga solamente los antioxidantes, estabilizadores UV y pigmentos necesarios para cumplir los requisitos de esta norma y que aseguren:

- las propiedades de unión por fusión, cuando aplique,
- su resistencia al ambiente en uso subterráneo o intemperie, y
- la aplicación recomendada por el fabricante.

4.4.2 Color. Los tubos para agua potable deben ser de color azul, mientras que para usos generales, estos deben ser de color negro.

4.4.3 Material reprocesado. Solo se permite el uso de material reprocesado limpio exclusivamente generado durante el proceso de producción del mismo fabricante de los tubos, de acuerdo con esta norma y derivado del mismo tipo de compuesto, siempre y cuando el producto terminado cumpla todos los requisitos exigidos en la presente norma. No se permite el uso de material postconsumo.

4.4.4 Efecto de los tubos sobre la calidad del agua conducida, para consumo humano. Cuando los materiales que entran en contacto o que es posible que estén en contacto con el agua para consumo humano y se usen bajo las condiciones para las cuales están destinados los tubos, no deben constituir un peligro de toxicidad, no deben propiciar el crecimiento microbiano y no deben dar lugar a olores o sabores extraños, turbiedad y color.

4.4.5 Los antioxidantes, estabilizadores UV y otros aditivos utilizados en la fabricación de los tubos de polietileno para la conducción de agua potable deben tener certificación NSF – National Sanitation Foundation o FDA – Food and Drug Administration o certificación equivalente, que justifique su uso en aplicaciones para consumo humano.

4.4.6 Cuando el fabricante de tubos adquiera el compuesto premezclado, debe disponer de un certificado de calidad del fabricante de dicho compuesto, que demuestre conformidad con este requisito.

(Continúa)

4.5 Aspecto superficial.

4.5.1 Homogeneidad. Los tubos deben ser homogéneos a través de su pared y uniformes en color, opacidad y densidad.

4.5.2 La superficie interna y externa de la tubería a simple vista debe ser uniforme y estar exenta de grietas, fisuras, rugosidades, perforaciones o incrustaciones de material extraño.

5. REQUISITOS

5.1 Requisitos específicos

5.1.1 Aditivos

5.1.1.1 Negro de humo. Para tubos negros, el contenido de negro de humo debe ser de $2,25 \% \pm 0,25\%$ en masa, cuando se mida de acuerdo con la NTE INEN 1 740 o con una norma equivalente aplicable.

a) Cuando el tubo es fabricado con compuesto premezclado, el contenido de negro de humo del compuesto podrá ser certificado por el proveedor del compuesto.

5.1.2 Dispersión de los pigmentos en los tubos.

5.1.2.1 La dispersión del negro de humo se debe determinar de acuerdo con la NTE INEN 1 741.

5.1.2.2 La evaluación de la dispersión de los pigmentos azules se debe realizar de acuerdo con el método establecido en la norma ISO 18553, aplicando uno de los siguientes criterios:

- a) igual o menor al grado 3, o
- b) solamente comparables a las fotografías A1, A2, A3 o B

5.1.3 Bromatológicos y organolépticos

5.1.3.1 El material del tubo para agua potable no debe ceder olor, sabor o color al agua conducida a través de éste. Debe cumplir los requisitos señalados en la NTE INEN 1 372.

5.1.4 Dimensionales

5.1.4.1 Las dimensiones de los tubos deben ser medidas de acuerdo con la NTE INEN 499.

5.1.4.2 Diámetros nominales. Los diámetros nominales deben seleccionarse y cumplir con las tolerancias establecidas en la tabla 5.

5.1.4.3 Tolerancia entre el diámetro exterior promedio y el diámetro nominal. La tolerancia máxima admisible (X) entre el diámetro exterior promedio D_m y el diámetro nominal D_N debe ser positiva 0^{+x} y se calculará a partir de $X = D_m - D_N = 0,009 D_N$ redondeado al 0,1 mm más cercano, de valor mínimo 0,3 mm y de valor máximo 10 mm (ver tabla 5).

(Continúa)

TABLA 5. Diámetros nominales y tolerancia del diámetro exterior promedio

Diámetro nominal DN (mm)		Tolerancia máxima admisible (X) (mm)
Agua potable	Usos generales	
-	6	+ 0,3
-	8	+ 0,3
-	10	+ 0,3
-	12	+ 0,3
16	16	+ 0,3
20	20	+ 0,3
25	25	+ 0,3
32	32	+ 0,3
40	40	+ 0,4
50	50	+ 0,5
63	63	+ 0,6
75	75	+ 0,7
90	90	+ 0,8
110	110	+ 1,0
125	125	+ 1,1
140	140	+ 1,3
160	160	+ 1,4
180	180	+ 1,6
200	200	+ 1,8
225	225	+ 2,0
250	250	+ 2,3
280	280	+ 2,5
315	315	+ 2,8
355	355	+ 3,2
400	400	+ 3,6
450	450	+ 4,1
500	500	+ 4,5
560	560	+ 5,0
630	630	+ 5,7
710	-	+ 6,4
800	-	+ 7,2
900	-	+ 8,1
1000	-	+ 9,0
1200	-	+ 10,0

5.1.4.4 Espesor de pared. Los espesores mínimos de pared, de acuerdo con las presiones nominales seleccionadas, que se dan en las tablas 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 y 15, han sido calculados aplicando la siguiente ecuación, tomando en cuenta los criterios de la norma ISO 4065:

$$e = DN / [2(\sigma_s/PN)+1] = DN / (2S+1)$$

En donde:

$$S = \sigma_s/PN$$

e = espesor nominal en mm

σ_s = esfuerzo hidrostático de diseño en MPa

DN = diámetro nominal en mm

PN = presión nominal en MPa

a) Los valores de las tablas consideran un espesor mínimo de 2,3 mm en tubos para agua potable y de 1,0 mm para usos generales.

(Continúa)

5.1.4.5 Tablas de espesores para tubos de polietileno para conducción de agua potable a presión.

TABLA 6. Tubo de PE 100 con esfuerzo hidrostático de diseño σ_s de 8,0 MPa

Diámetro Nominal Exterior (mm)	Serie del tubo (S) ¹⁾					
	S12,5	S10	S8	S6,3	S5	S4
Relación diámetro-espesor normalizada (SDR)						
SDR 26 SDR 21 SDR 17 SDR 13,6 SDR 11 SDR 9						
Presión nominal de trabajo PN ²⁾ , en MPa						
0,63 0,8 1 1,25 1,6 2						
Espesor nominal de pared, en mm						
20	-	-	-	-	2,0	2,3
25	-	-	-	2,0	2,3	2,8
32	-	-	2,0	2,4	2,9	3,6
40	-	2,0	2,4	3,0	3,7	4,5
50	2,0	2,4	3,0	3,7	4,6	5,6
63	2,5	3,0	3,8	4,7	5,8	7,1
75	2,9	3,6	4,5	5,6	6,8	8,4
90	3,5	4,3	5,4	6,7	8,2	10,1
110	4,2	5,3	6,6	8,1	10,0	12,3
125	4,8	6,0	7,4	9,2	11,4	14,0
140	5,4	6,7	8,3	10,3	12,7	15,7
160	6,2	7,7	9,5	11,8	14,6	17,9
180	6,9	8,6	10,7	13,3	16,4	20,1
200	7,7	9,6	11,9	14,7	18,2	22,4
225	8,6	10,8	13,4	16,6	20,5	25,2
250	9,6	11,9	14,8	18,4	22,7	27,9
280	10,7	13,4	16,6	20,6	25,4	31,3
315	12,1	15,0	18,7	23,2	28,6	35,2
355	13,6	16,9	21,1	26,1	32,2	39,7
400	15,3	19,1	23,7	29,4	36,3	44,7
450	17,2	21,5	26,7	33,1	40,9	50,3
500	19,1	23,9	29,7	36,8	45,4	55,8
560	21,4	26,7	33,2	41,2	50,8	62,5
630	24,1	30,0	37,4	46,3	57,2	70,3
710	27,2	33,9	42,1	52,2	64,5	79,3
800	30,6	38,1	47,4	58,8	72,6	89,3
900	34,4	42,9	53,3	66,1	81,7	-
1000	38,2	47,7	59,3	73,5	90,8	-
1200	45,9	57,2	71,1	88,2	-	-

1) La serie de los tubos se deriva de la relación σ_s/PN , donde σ_s es el esfuerzo de diseño a 20°C y PN es la máxima presión de trabajo de los tubos a 20°C

2) La mínima presión nominal considerada para los tubos a utilizarse en conducción de agua potable es 0,63 MPa y con espesor mínimo de 2,0 mm para PE 100 y PE 80 y de 2,3 mm para PE 63, PE 40 y PE 32.

(Continúa)

TABLA 7. Tubos de PE 80 con esfuerzo hidrostático de diseño σ_s de 6,3 MPa

Diámetro	Serie del tubo (S) ¹⁾				
	S 10	S 8	S 6,3	S 5	S 4
Nominal	Relación diámetro-espesor normalizada (SDR)				
Exterior	SDR 21	SDR 17	SDR 13,6	SDR 11	SDR 9
(mm)	Presión nominal de trabajo PN ²⁾ , en MPa				
	0,63	0,8	1	1,25	1,6
	Espesor nominal de pared, en mm				
16	-	-	-	-	2,0
20	-	-	-	2,0	2,3
25	-	-	2,0	2,3	2,8
32	-	2,0	2,4	2,9	3,6
40	2,0	2,4	3,0	3,7	4,5
50	2,4	3,0	3,7	4,6	5,6
63	3,0	3,8	4,7	5,8	7,1
75	3,6	4,5	5,6	6,8	8,4
90	4,3	5,4	6,7	8,2	10,1
110	5,3	6,6	8,1	10,0	12,3
125	6,0	7,4	9,2	11,4	14,0
140	6,7	8,3	10,3	12,7	15,7
160	7,7	9,5	11,8	14,6	17,9
180	8,6	10,7	13,3	16,4	20,1
200	9,6	11,9	14,7	18,2	22,4
225	10,8	13,4	16,6	20,5	25,2
250	11,9	14,8	18,4	22,7	27,9
280	13,4	16,6	20,6	25,4	31,3
315	15,0	18,7	23,2	28,6	35,2
355	16,9	21,1	26,1	32,2	39,7
400	19,1	23,7	29,4	36,3	44,7
450	21,5	26,7	33,1	40,9	50,3
500	23,9	29,7	36,8	45,4	55,8
560	26,7	33,2	41,2	50,8	62,5
630	30,0	37,4	46,3	57,2	70,3
710	33,9	42,1	52,2	64,5	79,3
800	38,1	47,4	58,8	72,6	89,3
900	42,9	53,3	66,1	81,7	-
1000	47,7	59,3	73,5	90,8	-
1200	57,2	71,1	88,2	-	-

1) La serie de los tubos se deriva de la relación σ_s / PN , donde σ_s es el esfuerzo de diseño a 20°C y PN es la máxima presión de trabajo de los tubos a 20°C

2) La mínima presión nominal considerada para los tubos a utilizarse en conducción de agua potable es 0,63 MPa y con espesor mínimo de 2,0 mm para PE 100 y PE 80, y de 2,3 mm para PE 63, PE 40 y PE 32.

(Continúa)

TABLA 8. Tubos de PE 63 con esfuerzo hidrostático de diseño σ_s de 5,0 MPa

Diámetro Nominal	Serie del tubo (S) ¹⁾				
	S 8	S 6,3	S 5	S 4	S 3,2
Exterior (mm)	Relación diámetro-espesor normalizada (SDR)				
	SDR 17	SDR 13,6	SDR 11	SDR 9	SDR 7,4
	Presión nominal de trabajo PN ²⁾ , en MPa				
	0,63	0,8	1	1,25	1,6
	Espesor nominal de pared, en mm				
16	-	-	2,3	2,3	2,3
20	-	2,3	2,3	2,3	2,8
25	2,3	2,3	2,3	2,8	3,5
32	2,3	2,4	2,9	3,6	4,4
40	2,4	3,0	3,7	4,5	5,5
50	3,0	3,7	4,6	5,6	6,9
63	3,8	4,7	5,8	7,1	8,6
75	4,5	5,6	6,8	8,4	10,3
90	5,4	6,7	8,2	10,1	12,3
110	6,6	8,1	10,0	12,3	15,1
125	7,4	9,2	11,4	14,0	17,1
140	8,3	10,3	12,7	15,7	19,2
160	9,5	11,8	14,6	17,9	21,9
180	10,7	13,3	16,4	20,1	24,6
200	11,9	14,7	18,2	22,4	27,4
225	13,4	16,6	20,5	25,2	30,8
250	14,8	18,4	22,7	27,9	34,2
280	16,6	20,6	25,4	31,3	38,3
315	18,7	23,2	28,6	35,2	43,1
355	21,1	26,1	32,2	39,7	48,5
400	23,7	29,4	36,3	44,7	54,7
450	26,7	33,1	40,9	50,3	61,5
500	29,7	36,8	45,4	55,8	-
560	33,2	41,2	50,8	62,5	-
630	37,4	46,3	57,2	70,3	-
710	42,1	52,2	64,5	79,3	-
800	47,4	58,8	72,6	89,3	-
900	53,3	66,1	81,7	-	-
1000	59,3	73,5	90,8	-	-
1200	71,1	82,2	-	-	-

1) La serie de los tubos se deriva de la relación σ_s/PN , donde σ_s es el esfuerzo de diseño a 20°C y PN es la máxima presión de trabajo de los tubos a 20°C

2) La mínima presión nominal considerada para los tubos a utilizarse en conducción de agua potable es 0,63 MPa y con espesor mínimo de 2,0 mm para PE 100 y PE 80, y de 2,3 mm para PE 63, PE 40 y PE 32.

(Continúa)

TABLA 9. Tubos de PE 40 con esfuerzo hidrostático de diseño σ_s de 3,2 MPa

Diámetro	Serie del tubo (S) ¹⁾			
	S 5	S 4	S 3,2	S 2,5
Nominal	Relación diámetro-espesor normalizada (SDR)			
	SDR 11	SDR 9	SDR 7,4	SDR 6
Exterior	Presión nominal de trabajo PN ²⁾ , en MPa			
	0,63	0,8	1	1,25
(mm)	Espesor nominal de pared, en mm			
16		2,3	2,3	2,7
20	2,3	2,3	2,8	3,4
25	2,3	2,8	3,5	4,2
32	2,9	3,6	4,4	5,4
40	3,7	4,5	5,5	6,7
50	4,6	5,6	6,9	8,3
63	5,8	7,1	8,6	10,5
75	6,8	8,4	10,3	12,5
90	8,2	10,1	12,3	15,0
110	10,0	12,3	15,1	18,3

1) La serie de los tubos se deriva de la relación σ_s/PN , donde σ_s es el esfuerzo de diseño a 20°C y PN es la máxima presión de trabajo de los tubos a 20°C

2) La mínima presión nominal considerada para los tubos a utilizarse en conducción de agua potable es 0,63 MPa y con espesor mínimo de 2,0 mm para PE 100 y PE 80, y de 2,3 mm para PE 63, PE 40 y PE 32.

TABLA 10. Tubos de PE 32 con esfuerzo hidrostática de diseño σ_s de 2,5 MPa

Diámetro	Serie del tubo (S) ¹⁾			
	S 4	S 3,2	S 2,5	S 2
Nominal	Relación diámetro-espesor normalizada (SDR)			
	SDR 9	SDR 7,4	SDR 6	SDR 5
Exterior	Presión nominal de trabajo PN ²⁾ , en MPa			
	0,63	0,8	1	1,25
(mm)	Espesor nominal de pared, en mm			
16	2,3	2,3	2,7	3,3
20	2,3	2,8	3,4	4,1
25	2,8	3,5	4,2	5,1
32	3,6	4,4	5,4	6,5
40	4,5	5,5	6,7	8,1
50	5,6	6,9	8,3	10,1
63	7,1	8,6	10,5	12,7
75	8,4	10,3	12,5	15,1
90	10,1	12,3	15,0	18,1
110	12,3	15,1	18,3	22,1

1) La serie de los tubos se deriva de la relación σ_s/PN , donde σ_s es el esfuerzo de diseño a 20°C y PN es la máxima presión de trabajo de los tubos a 20°C

2) La mínima presión nominal considerada para los tubos a utilizarse en conducción de agua potable es 0,63 MPa y con espesor mínimo de 2,0 mm para PE 100 y PE 80, y de 2,3 mm para PE 63, PE 40 y PE 32.

(Continúa)

5.1.4.6 *Tablas de espesores a partir de la fórmula de esfuerzos para tubos de polietileno para usos generales*

a) El fabricante de este tipo de tubos debe entregar garantía escrita especificando el uso, la aplicación y la vida útil del producto.

TABLA 11. Tubos de PE 100 con esfuerzo hidrostático de diseño σ_s , de 8 MPa

Diámetro Nominal Exterior (mm)	Serie del tubo (s) ¹⁾						
	32	20	12,5	10	8	6,3	5
	Relación diámetro-espesor normalizada SDR						
	65	41	26	21	17	13,6	11
	Presión nominal de trabajo PN ²⁾ , en MPa						
	0,25	0,4	0,63	0,8	1	1,25	1,6
Espesor nominal de pared, en mm							
6	-	-	-	-	-	-	1,0
8	-	-	-	-	-	-	1,0
10	-	-	-	-	-	-	1,0
12	-	-	-	-	-	1,0	1,1
16	-	-	-	-	1,0	1,2	1,5
20	-	-	-	1,0	1,2	1,5	1,9
25	-	-	1,0	1,2	1,5	1,9	2,3
32	-	1,0	1,3	1,6	1,9	2,4	2,9
40	1,0	1,0	1,6	2,0	2,4	3,0	3,7
50	1,0	1,3	2,0	2,4	3,0	3,7	4,6
63	1,0	1,6	2,5	3,0	3,8	4,7	5,8
75	1,2	1,9	2,9	3,6	4,5	5,6	6,8
90	1,4	2,2	3,5	4,3	5,4	6,7	8,2
110	1,7	2,7	4,2	5,3	6,6	8,1	10,0
125	2,0	3,1	4,8	6,0	7,4	9,2	11,4
140	2,2	3,5	5,4	6,7	8,3	10,3	12,7
160	2,5	4,0	6,2	7,7	9,5	11,8	14,6
180	2,8	4,4	6,9	8,6	10,7	13,3	16,4
200	3,2	4,9	7,7	9,6	11,9	14,7	18,2
225	3,5	5,5	8,6	10,8	13,4	16,6	20,5
250	3,9	6,2	9,6	12,0	14,9	18,4	22,7
280	4,4	6,9	10,7	13,4	16,6	20,6	25,4
315	4,9	7,7	12,1	15,0	18,7	23,2	28,6
355	5,6	8,7	13,6	17,0	21,1	26,1	32,2
400	6,3	9,8	15,3	19,1	23,7	29,4	36,3
450	7,0	11,0	17,2	21,5	26,7	33,1	40,9
500	7,8	12,3	19,1	23,9	29,7	36,8	45,4
560	8,8	13,7	21,4	26,7	33,2	41,2	50,8
630	9,9	15,4	24,1	30,0	37,4	46,3	57,2

1) La serie de los tubos se deriva de la relación σ_s/PN , donde σ_s es el esfuerzo de diseño a 20°C y PN es la máxima presión de trabajo de los tubos a 20°C

2) La mínima presión nominal considerada para los tubos a utilizarse en usos generales es 0,25 MPa y espesor mínimo 1,0 mm.

(Continúa)

TABLA 12. Tubo de PE 80 con esfuerzo hidrostático de diseño σ_s de 6,3 MPa

Diámetro Nominal Exterior (mm)	Serie del tubo (s) ¹⁾						
	25	16,0	10	8	6,3	5	4
	Relación diámetro-espesor normalizada (SDR)						
	51	33	21	17	13,6	11	9
	Presión nominal de trabajo PN ²⁾ , en MPa						
	0,25	0,4	0,63	0,8	1	1,25	1,6
Espesor nominal de pared, en mm							
6	-	-	-	-	-	-	1,0
8	-	-	-	-	-	-	1,0
10	-	-	-	-	-	1,0	1,2
12	-	-	-	-	1,0	1,1	1,4
16	-	-	-	1,0	1,2	1,5	1,8
20	-	-	1,0	1,2	1,5	1,9	2,3
25	-	1,0	1,2	1,5	1,9	2,3	2,8
32	1,0	1,0	1,6	1,9	2,4	2,9	3,6
40	1,0	1,3	2,0	2,4	3,0	3,7	4,5
50	1,0	1,6	2,4	3,0	3,7	4,6	5,6
63	1,3	2,0	3,0	3,8	4,7	5,8	7,1
75	1,5	2,3	3,6	4,5	5,6	6,8	8,4
90	1,8	2,8	4,3	5,4	6,7	8,2	10,1
110	2,2	3,4	5,3	6,6	8,1	10,0	12,3
125	2,5	3,9	6,0	7,4	9,2	11,4	14,0
140	2,8	4,3	6,7	8,3	10,3	12,7	15,7
160	3,2	4,9	7,7	9,5	11,8	14,6	17,9
180	3,6	5,6	8,6	10,7	13,3	16,4	20,1
200	3,9	6,2	9,6	11,9	14,7	18,2	22,4
225	4,4	6,9	10,8	13,4	16,6	20,5	25,2
250	4,9	7,7	12,0	14,9	18,4	22,7	27,9
280	5,5	8,6	13,4	16,6	20,6	25,4	31,3
315	6,2	9,7	15,0	18,7	23,2	28,6	35,2
355	7,0	10,9	17,0	21,1	26,1	32,2	39,7
400	7,9	12,3	19,1	23,7	29,4	36,3	44,7
450	8,8	13,8	21,5	26,7	33,1	40,9	50,3
500	9,9	15,3	23,9	29,7	36,8	45,4	55,8
560	11,0	17,2	26,7	33,2	41,2	50,8	-
630	12,3	19,3	30,0	37,4	46,3	57,2	-

1) La serie de los tubos se deriva de la relación σ_s / PN , donde σ_s es el esfuerzo de diseño a 20° C y PN es la máxima presión de trabajo de los tubos a 20° C

2) La mínima presión nominal considerada para los tubos a utilizarse en usos generales es 0,25 MPa y un espesor mínimo 1,0 mm

(Continúa)

TABLA 13. Tubo de PE 63 con esfuerzo hidrostático de diseño σ_s de 5 MPa

Diámetro Nominal Exterior (mm)	Serie del tubo (s) ¹⁾						
	20	12,5	8	6,3	5	4	3,2
	Relación diámetro-espesor normalizada (SDR)						
	41	26	17	13,6	11	9	7,4
	Presión nominal de trabajo PN ²⁾ , en MPa						
	0,25	0,4	0,63	0,8	1	1,25	1,6
Espesor nominal de pared, en mm							
6	-	-	-	-	-	-	1,0
8	-	-	-	-	-	1,0	1,1
10	-	-	-	-	1,0	1,2	1,4
12	-	-	-	1,0	1,1	1,4	1,7
16	-	-	1,0	1,2	1,5	1,8	2,2
20	-	1,0	1,2	1,5	1,9	2,3	2,8
25	1,0	1,0	1,5	1,9	2,3	2,8	3,5
32	1,0	1,3	1,9	2,4	2,9	3,6	4,4
40	1,0	1,6	2,4	3,0	3,7	4,5	5,5
50	1,3	2,0	3,0	3,7	4,6	5,6	6,9
63	1,6	2,5	3,8	4,7	5,8	7,1	8,6
75	1,9	2,9	4,5	5,6	6,8	8,4	10,3
90	2,2	3,5	5,4	6,7	8,2	10,1	12,3
110	2,7	4,2	6,6	8,1	10,0	12,3	15,1
125	3,1	4,8	7,4	9,2	11,4	14,0	17,1
140	3,5	5,4	8,3	10,3	12,7	15,7	19,2
160	4,0	6,2	9,5	11,8	14,6	17,9	21,9
180	4,4	6,9	10,7	13,3	16,4	20,1	24,6
200	4,9	7,7	11,9	14,7	18,2	22,4	27,4
225	5,5	8,6	13,4	16,6	20,5	25,2	30,8
250	6,2	9,6	14,9	18,4	22,7	27,9	34,2
280	6,9	10,7	16,6	20,6	25,4	31,3	38,3
315	7,7	12,1	18,7	23,2	28,6	35,2	43,1
355	8,7	13,6	21,1	26,1	32,2	39,7	48,5
400	9,8	15,3	23,7	29,4	36,3	44,7	54,7
450	11,0	17,2	26,7	33,1	40,9	50,3	61,5
500	12,3	19,1	29,7	36,8	45,4	55,8	-
560	13,7	21,4	33,2	41,2	50,8	-	-
630	15,4	24,1	37,4	46,3	57,2	-	-

1) La serie de los tubos se deriva de la relación σ_s / PN , donde σ_s es el esfuerzo de diseño a 20° C y PN es la máxima presión de trabajo de los tubos a 20° C

2) La mínima presión nominal considerada para los tubos a utilizarse en usos generales es 0,25 MPa y un espesor mínimo 1,0 mm

(Continúa)

TABLA 14. Tubo de PE 40 con esfuerzo hidrostático de diseño σ_s de 3,2 MPa

Diámetro Nominal Exterior (mm)	Serie del tubo (s) ¹⁾						
	12,5	8	5	4	3,2	2,5	2
	Relación diámetro-espesor normalizada (SDR)						
	26	17	11	9	7,4	6	5
	Presión nominal de trabajo PN ²⁾ , en MPa						
	0,25	0,4	0,63	0,8	1	1,25	1,6
Espesor nominal de pared, en mm							
6	-	-	-	-	-	1,0	1,2
8	-	-	-	1,0	1,1	1,4	1,6
10	-	-	1,0	1,2	1,4	1,7	2,0
12	-	1,0	1,1	1,4	1,7	2,0	2,5
16	1,0	1,0	1,5	1,8	2,2	2,7	3,3
20	1,0	1,2	1,9	2,3	2,8	3,4	4,1
25	1,0	1,5	2,3	2,8	3,5	4,2	5,1
32	1,3	1,9	2,9	3,6	4,4	5,4	6,5
40	1,6	2,4	3,7	4,5	5,5	6,7	8,1
50	2,0	3,0	4,6	5,6	6,9	8,3	10,1
63	2,5	3,8	5,8	7,1	8,6	10,5	12,7
75	2,9	4,5	6,8	8,4	10,3	12,5	15,1
90	3,5	5,4	8,2	10,1	12,3	15,0	18,1
110	4,2	6,6	10,0	12,3	15,1	18,3	22,1

1) La serie de los tubos se deriva de la relación σ_s / PN , donde σ_s es el esfuerzo de diseño a 20° C y PN es la máxima presión de trabajo de los tubos a 20° C

2) La mínima presión nominal considerada para los tubos a utilizarse en usos generales es 0,25 MPa y un espesor mínimo 1,0 mm

TABLA 15. Tubo de PE 32 con esfuerzo hidrostático de diseño σ_s de 2,5 MPa

Diámetro Nominal Exterior (mm)	Serie del tubo (s) ¹⁾						
	10	6,3	4	3,2	2,5	2	1,6
	Relación diámetro-espesor normalizada (SDR)						
	21	13,6	9	7,4	6	5	4,2
	Presión nominal de trabajo PN ²⁾ , en MPa						
	0,25	0,4	0,63	0,8	1	1,25	1,6
Espesor nominal de pared, en mm							
6	-	-	-	-	1,0	1,2	1,5
8	-	-	1,0	1,1	1,4	1,6	2,0
10	-	1,0	1,2	1,4	1,7	2,0	2,4
12	1,0	1,0	1,4	1,7	2,0	2,5	2,9
16	1,0	1,2	1,8	2,2	2,7	3,3	3,9
20	1,0	1,5	2,3	2,8	3,4	4,1	4,8
25	1,2	1,9	2,8	3,5	4,2	5,1	6,0
32	1,6	2,4	3,6	4,4	5,4	6,5	7,7
40	2,0	3,0	4,5	5,5	6,7	8,1	9,6
50	2,4	3,7	5,6	6,9	8,3	10,1	12,0
63	3,0	4,7	7,1	8,6	10,5	12,7	15,2
75	3,6	5,6	8,4	10,3	12,5	15,1	18,0
90	4,3	6,7	10,1	12,3	15,0	18,1	21,6
110	5,3	8,1	12,3	15,1	18,3	22,1	26,4

1) La serie de los tubos se deriva de la relación σ_s / PN , donde σ_s es el esfuerzo de diseño a 20° C y PN es la máxima presión de trabajo de los tubos a 20° C

2) La mínima presión nominal considerada para los tubos a utilizarse en usos generales es 0,25 MPa y un espesor mínimo 1,0 mm

(Continúa)

5.1.4.7 Tolerancia para espesores mínimos de pared medidos en un punto cualquiera. Los valores de las tolerancias deben ser redondeadas al 0,1 mm más cercano y se calcula de la siguiente forma:

- La tolerancia admisible, entre el espesor de un punto cualquiera e_i y el espesor nominal e será positiva 0^{+y} , esta dada por la expresión $Y = (e_i - e)$,
- En tubos de espesor menor o igual a 4,6 mm la tolerancia en mm, está dada por la expresión $Y = 0,1 e + 0,2$
- En tubos de espesor mayor a 4,6 mm y menor o igual a 16 mm la tolerancia debe ser $Y = 0,15e$.
- Para tubos con espesores mayores de 16 mm la tolerancia debe ser $Y = 0,2 e$.

5.1.4.8 Ovalamiento. El ovalamiento de la sección recta de los tubos en fábrica después de la extrusión pero antes del enrollado debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Para PE 32 y PE 40 la tolerancia del ovalamiento debe ser 0,06 DN con un valor mínimo de 1 mm.
- Para PE 63, PE 80 y PE 100 y diámetros menores o iguales a 75 mm la tolerancia del ovalamiento se debe calcular con la expresión $0,008 DN + 1$ (mm) con un valor mínimo de 1,2 mm.
- Para PE 63, PE 80, y PE 100 y diámetros mayores a 75 mm la tolerancia del ovalamiento debe ser de 0,02 DN.
- Los valores anteriores deben ser redondeados al 0,1 mm más cercano.
- Este requisito no aplica para tubos con espesores inferiores a 2,3 mm.
- Para medir la tolerancia del ovalamiento, la muestra debe tener el tiempo de acondicionamiento necesario y suficiente para que sus dimensiones estén estabilizadas luego del proceso de fabricación.

5.1.4.9 Longitud de los tubos. Las longitudes estándares de los tramos de tubo de polietileno o rollos de tubo de polietileno deben estar de acuerdo con lo señalado en la tabla 16.

TABLA 16. Longitudes estándares para tubos de PE

Diámetro nominal (mm)	Longitud del tubo (m)		Presentación
	Agua potable	Usos generales	
De 6 a 12	-	400 - 600 - 800	Rollos
16 - 63	100 - 200	100 - 200 - 400	
75 - 90	50	50	
110	25	25	
> 110	3-6-9-12		Tramos

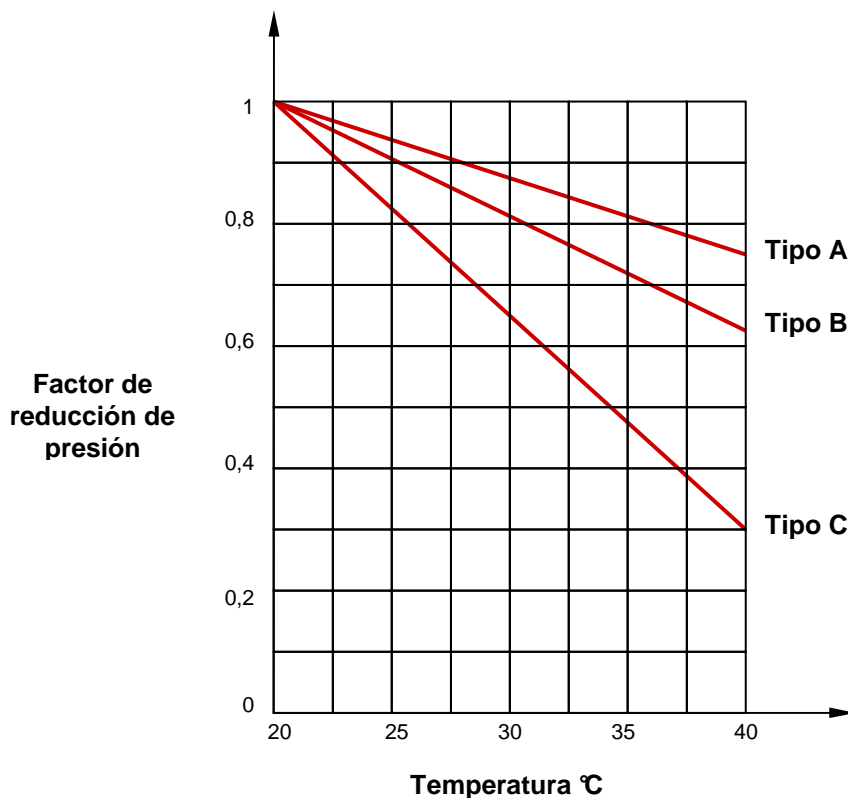
- Podrán fabricarse diferentes longitudes a las establecidas en esta norma previo acuerdo entre fabricante y comprador.
- Para tubos suministrados en rollos, el diámetro interior del rollo debe ser mínimo 20 veces el diámetro nominal del tubo cuando el polietileno es de baja o media densidad y de 24 veces cuando el polietileno es de alta densidad.

(Continúa)

5.1.5 Factores de reducción de presión para sistemas de tuberías de polietileno para uso a temperaturas por encima de 20°C.

5.1.5.1 La figura 1 y la tabla 17 se deben usar para obtener los factores de reducción que se aplican con el fin de obtener la presión de operación máxima permisible para funcionamiento a temperaturas superiores a 20 °C de tubos de PE. Se aplican al suministro de agua y de otros líquidos que no afectan las propiedades a largo plazo del material de PE a temperaturas hasta 40°C para determinar la categoría en la que se encuentra un material (es decir, tipo A, tipo B o tipo C), se siguen las instrucciones de la figura 2.

FIGURA 1. Factor de reducción de presión contra temperatura, aplicable a un tiempo de vida de 50 años.



NOTAS:

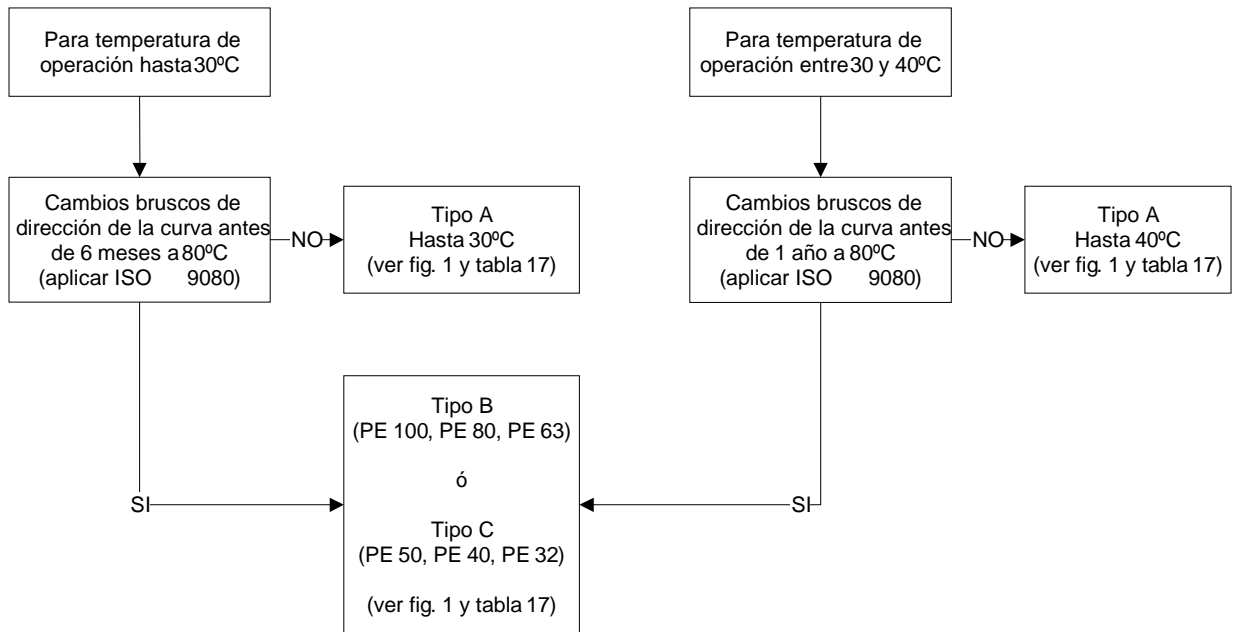
- 1) Los datos usados para la gráfica de la figura 1 y para la tabla 17 se han obtenido usando en el análisis los valores menores (es decir, menos favorables), no los más ajustados, de acuerdo con el documento ISO 9080, sobre rotura por esfuerzo hidrostático para resinas de PE disponibles comercialmente.
- 2) Se pueden aplicar factores más altos y por lo tanto presiones mayores a un material, siempre y cuando el análisis, de acuerdo con el documento ISO 9080, demuestre que es aplicable una menor reducción.
- 3) Como base para la clasificación del material se usa un tiempo de vida de 50 años, de acuerdo con la norma ISO 12162. Para periodos mayores, por ejemplo 100 años, es necesario considerar cada caso, teniendo en cuenta las reglas presentadas en el documento ISO 9080. Véase también la norma ISO 13761.

(Continúa)

TABLA 17. Factores de reducción de presión a temperaturas hasta 40°C, aplicables a un tiempo de vida de 50 años

Material	Factor de reducción de presión a				
	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C
Tipo A	1	0,93	0,87	0,80	0,74
Tipo B	1	0,90	0,81	0,72	0,62
Tipo C	1	0,82	0,65	0,47	0,30

FIGURA 2. Determinación del tipo de material



5.1.6 Mecánicos

5.1.6.1 Presión hidrostática interior sostenida a 1 hora. Cuando los tubos se ensayen de acuerdo con la NTE INEN 503, deben cumplir con los requisitos presentados en la tabla 18.

TABLA 18. Esfuerzo inducido en la pared por la presión hidrostática interior sostenida a 1 h

Temperatura del ensayo	20°C
Tiempo de ensayo	1 hora
Esfuerzo hidrostático de diseño para cálculo del espesor de pared σ_s (MPa)	PE 100 \Rightarrow 8,0 PE 80 \Rightarrow 6,3 PE 63 \Rightarrow 5,0 PE 40 \Rightarrow 3,2 PE 32 \Rightarrow 2,5
Esfuerzo inducido en la pared por la presión hidrostática interior sostenida de ensayo a 1 hora σ_{1h} (MPa)	PE 100 \Rightarrow 14,40 PE 80 \Rightarrow 12,60 PE 63 \Rightarrow 12,00 PE 40 \Rightarrow 8,32 PE 32 \Rightarrow 7,00
Factor para ensayos de presión a 1 hora F $F = \sigma_{1h} / \sigma_s$	PE 100 \Rightarrow 1,8 PE 80 \Rightarrow 2,0 PE 63 \Rightarrow 2,4 PE 40 \Rightarrow 2,6 PE 32 \Rightarrow 2,8
Ejemplo de cálculo para ensayo de presión sostenida a 1 h: PRODUCTO: Tubo PE 100, agua potable 110 mm PN 1,25 MPa PRESIÓN ENSAYO A 1 h = (PN)*(F) = (1,25 MPa)*(1,8) = 2,25 MPa	

(Continúa)

5.1.6.2 Resistencia hidrostática interior sostenida a largo plazo. Cuando el fabricante o el usuario lo requiera los tubos se podrán ensayar de acuerdo con la NTE INEN 503, y deben cumplir con los requisitos presentados en la tabla 19.

TABLA 19. Resistencia hidrostática de los tubos

Material del tubo	Esfuerzo del ensayo σ		
	MPa 100 h a 20°C	MPa 165 h ¹⁾ a 80°C	MPa 1000 h a 80°C
PE 100	12,4	5,5	5,0
PE 80	9,0	4,6	4,0
PE 63	8,0	3,5	3,2
PE 40	7,0	2,5	2,0
PE 32	6,5	2,0	1,5

Ejemplo de cálculo de la presión de ensayo a 100 h a 20 °C:
 PRODUCTO: Tubo PE 100, agua potable 110 mm PN 1,25 MPa, e=8,1 mm
 PRESIÓN ENSAYO A 100 h a 20 °C = $2\sigma / ((DN/e) - 1) = 2 \cdot 12,4 / ((110/8,1) - 1) = 1,97 \text{ MPa}$

1) Se tomarán en cuenta únicamente las fallas por fragilidad del tubo.

a) Los tubos durante la prueba no deben presentar ninguna de las fallas indicadas a continuación:

- a.1) *Pérdida de presión.* Cualquier pérdida continua de presión causada por el transporte del fluido a través de las paredes del tubo.
- a.2) *Hinchamiento.* Cualquier expansión anormal localizada (protuberancia) en un espécimen de tubo mientras está bajo presión hidrostática interna.
- a.3) *Reventamiento.* Rotura de la pared del tubo con disminución inmediata de presión y pérdida continua de fluido.
- a.4) *Filtración.* Pérdida de fluido a través de fisuras o perforaciones microscópicas en la pared del tubo. Por lo general se presenta en las mediciones cercanas a las de la presión de ensayo y se evidencia en forma de gotas o lágrimas.

b) *Reensayo en casos de falla a 80°C*

- b.1) Una fractura por cristalización en menos de 165 h constituye una falla por fragilidad.
- b.2) Si en un ensayo de 165 h una probeta falla en modo dúctil en menos de 165 h, se debe llevar a cabo un reensayo a un esfuerzo menor. El nuevo esfuerzo de ensayo y el nuevo tiempo mínimo a la falla se deben seleccionar de la línea, a través de los puntos de esfuerzo/tiempo presentados en la tabla 20.

TABLA 20. Resistencia hidrostática a 80°C. Requisitos para reensayo

PE 32		PE 40		PE 63		PE 80		PE 100	
Esfuerzo	Tiempo mínimo de falla h	Esfuerzo	Tiempo mínimo de falla H	Esfuerzo	Tiempo mínimo de falla h	Esfuerzo	Tiempo mínimo de falla h	Esfuerzo	Tiempo mínimo de falla h
MPa		MPa		MPa		MPa		MPa	
2,0	165	2,5	165	3,5	165	4,6	165	5,5	165
1,9	227	2,4	230	3,4	285	4,5	219	5,4	233
1,8	319	2,3	323	3,3	538	4,4	283	5,3	332
1,7	456	2,2	463	3,2	1000	4,3	394	5,2	476
1,6	667	2,1	675			4,2	533	5,1	688
1,5	1000	2,0	1000			4,1	727	5,0	1000
						4,0	1000		

(Continúa)

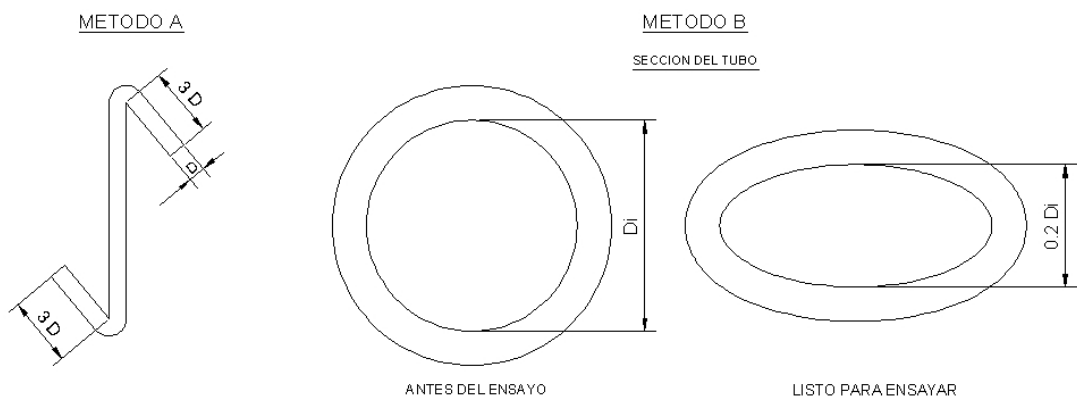
5.1.7 Físicos

5.1.7.1 Estabilidad térmica de tubos fabricados en PE 63, PE 80 y PE 100. El ensayo se realizará de acuerdo con el documento ISO/TR 10837, el tiempo de inducción para los especímenes de ensayo tomados de tubos fabricados de PE 63, PE 80 y PE 100 deben ser como mínimo 20 min cuando se ensayen a 200°C o un período equivalente cuando se ensayen a 210°C, siempre y cuando la equivalencia esté apoyada en una clara correlación entre los resultados obtenidos a 200°C ó 210°C respectivamente. Los especímenes de ensayo se deben tomar de la superficie interior del tubo.

5.1.7.2 Envejecimiento acelerado. Este ensayo se realizará como alternativo al ensayo de estabilidad térmica y puede ser aplicado a todos los tubos, sujetos al estudio de esta norma.

- Se debe realizar el ensayo de envejecimiento tomando una muestra de 3 especímenes (6 zonas deflectadas) a las que se le aplicará un esfuerzo de deflexión extremo hasta conseguir una deformación superficial según se presenta en la figura 3. El doblar para producir el esfuerzo de deflexión puede ser realizado por cualquiera de los dos métodos, indistintamente⁴. Los especímenes deben haber sido acondicionados a temperatura ambiente por lo menos una hora.
- Los especímenes deflectados, deben ser adecuadamente asegurados preferiblemente con materiales plásticos, de tal forma que se mantenga la condición de deformación requerida. En caso de usarse dispositivos metálicos preferiblemente estos no deberían estar en contacto directo con el producto en evaluación.
- Prepare una solución al 10% de un agente activador de superficie del tipo "nonylphenoxy poly(ethyleneoxy) ethanol (tipo Antarox CO-630, Igepal CO-630, Arkopal N 110 o equivalente) y 90% de agua. Inmediatamente antes de la realización del ensayo, coloque estos componentes en un recipiente de vidrio y realice una adecuada mezcla hasta que la solución llegue a una temperatura de 70 +/- 2°C. Para cada ensayo debe usarse solución fresca o recién preparada.
- Coloque los especímenes en el recipiente de vidrio que contiene la solución y mantenga sumergidas las partes deflectadas.
- Coloque el recipiente de vidrio con los especímenes sumergidos en la solución, en un horno a temperatura de 70 +/- 2°C, durante 1 hora.
- Transcurrido este período, se retira del horno el recipiente con los especímenes, se limpian los productos en análisis y se evalúan considerando que no deben presentar rajaduras, grietas o delaminaciones notorias en la zona de concentración de esfuerzo. Si falla 1 de las 6 zonas deflectadas, se repetirá el ensayo con 3 probetas adicionales. En este nuevo ensayo no debe fallar ninguna de las zonas deflectadas. Para el caso del método A, no se considera falla, aquellas pequeñas deformaciones o irregularidades visuales al interior del doblar, derivadas del doblar en sí, independiente de la acción de la solución en la que se sumergen los especímenes.

FIGURA 3



NOTA 4. *Recomendación:* El método A es recomendable para diámetros menores a 32 mm y cuando la densidad lo permita. El método B puede ser aplicado para todos los diámetros.

(Continúa)

5.1.7.3 Reversión longitudinal. El ensayo a la reversión longitudinal debe realizarse de acuerdo a la NTE INEN 1743. Las medidas de la probeta no deben variar en más del 3% en sentido longitudinal.

5.1.7.4 Elongación hasta la ruptura. El ensayo se realizará de acuerdo con la norma ISO 6259-3, y el resultado no debe ser menor de 350%.

5.1.7.5 Compatibilidad de la fusión. Si los tubos fabricados a partir de compuestos designados PE 63, PE 80 ó PE 100 se van a unir por fusión a tope o usando accesorios para electrofusión mezclando diferentes materiales, las uniones deben cumplir los requisitos especificados en la tabla 19 (165 horas a 80° C).

5.1.7.6 Los compuestos designados PE 63, PE 80 ó PE 100 que tienen un índice de fluidez (190 °C/5 kg) dentro del intervalo de 0,2 g/10 min a 1,3 g/10 min se deben considerar compatibles para fusión entre sí.

6. INSPECCION

6.1 Control interno. Se realizará de acuerdo con lo especificado en el sistema de gestión de la calidad del fabricante.

6.2 Control externo. La inspección debe estar de acuerdo con las disposiciones de la NTE INEN 2 016.

7. ROTULADO

7.1 Los tubos deben ser marcados de forma legible, indeleble y continua a intervalos máximos de 3 m.

7.2 El rotulado debe indicar al menos la siguiente información:

- El nombre del fabricante y/o marca registrada
- Las dimensiones (diámetro exterior nominal por espesor nominal de pared) en milímetros
- Agua potable o uso general, según aplique
- Subterráneo o intemperie, según aplique
- La designación del material del tubo (PE 100, PE 80, PE 63, PE 40 o PE 32)
- La presión nominal (PN) en MPa
- La serie del tubo
- El lote de producción
- El número de la presente norma
- La Leyenda: Industria ecuatoriana

(Continúa)

APÉNDICE Z

Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 328	<i>Números preferidos</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 499	<i>Tubería plástica. Determinación de las dimensiones</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 503	<i>Tubería plástica. Determinación de la resistencia a la presión hidrostática interior sostenida</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 333	<i>Tubería plástica. Tubería de cloruro de polivinilo.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 372	<i>Tubos y accesorios plásticos para conducir agua potable. Requisitos bromatológicos y organolépticos.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 740	<i>Tubos de polietileno. Determinación de negro de humo</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 741	<i>Tubos de polietileno. Determinación de la dispersión del negro de humo</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 742	<i>Tubos de polietileno. Determinación de la densidad</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 743	<i>Tubos de polietileno. Determinación de la reversión longitudinal</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 016	<i>Tubería plástica. Tubería PVC rígido. Muestreo.</i>
ISO 4065	<i>Thermoplastics pipes -- Universal wall thickness table.</i>
ISO 6259-3	<i>Thermoplastics pipes -- Determination of tensile properties -- Part 3: Polyolefin pipes</i>
ISO 9080	<i>Plastics piping and ducting systems – Determination of the long-term hydrostatic strength of thermoplastics materials in pipe form by extrapolation.</i>
ISO 1133 (E)	<i>Plastics – Determination of the melt mass-flow rate (MFR) and the melt volume-flow rate (MVR) of thermoplastics.</i>
ISO 12162	<i>Thermoplastics materials for pipes and fittings for pressure applications – Classification and designation – Overall service (design) coefficient.</i>
ISO 13761	<i>Plastics pipes and fittings -- Pressure reduction factors for polyethylene pipeline systems for use at temperatures above 20 degrees C.</i>
ISO 18553	<i>Method for the assessment of the degree of pigment or carbon black dispersion in polyolefin pipes, fittings and compounds.</i>
ISO/TR 10837	<i>Determination of the thermal stability of polyethylene (PE) for use in gas pipes and fittings</i>

Z.2 BASES DE ESTUDIO

ISO 161-1 *Thermoplastics pipes for the conveyance of fluids -- Nominal outside diameters and nominal pressures -- Part 1: Metric series.* International Organization for Standardization. Ginebra. 1996.

ISO 497 *Guide to the choice of series of preferred numbers and of series containing more rounded values of preferred numbers.* International Organization for Standardization. Ginebra. 1973.

ISO 4427 *Polyethylene (PE) pipes for water supply – Specifications.* International Organization for Standardization. Ginebra. 1996.

(Continúa)

ISO 8796 *Polyethylene PE 32 and PE 40 pipes for irrigation laterals -- Susceptibility to environmental stress cracking induced by insert-type fittings -- Test method and requirements*. International Organization for Standardization. Ginebra. 2004.

ISO11922-1 *Thermoplastics pipes for the conveyance of fluids -- Dimensions and tolerances -- Part 1: Metric series*. International Organization for Standardization. Ginebra. 1997

DIN 8074 *Rohre aus Polyethylen (PE) - PE 63, PE 80, PE 100, PE-HD – Maße*. Deutsches Institut für Normung e.V. 1999

NTP-ISO-4427. *Tubos de polietileno (PE) para el abastecimiento de agua. Especificaciones*. Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual - [INDECOPI](#). 2000

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: NTE INEN 1 744
Primera revisión

TÍTULO: TUBOS DE POLIETILENO PARA CONDUCCIÓN DE AGUA A PRESIÓN. REQUISITOS

Código: PL 04.03-408

ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio:	REVISIÓN: Fecha de aprobación anterior del Consejo Directivo 2001-11-09 Oficialización con el Carácter de Obligatoria por Acuerdo Ministerial No. 02 087 del 2002-03-18 publicado en el Registro Oficial No. 555 del 2002-04-15 Fecha de iniciación del estudio:
--	--

Fechas de consulta pública: de _____ a _____

Comité Interno del INEN:
Fecha de iniciación: 2008-12-11
Integrantes del Comité Interno:

Fecha de aprobación: 2008-12-11

NOMBRES:

Ing. Fausto Lara
Ing. Enrique Troya
Ing. Raúl Martínez
Ing. Lucía Cabrera (Secretaria Técnica)

INSTITUCIÓN REPRESENTADA:

AREA TÉCNICA DE NORMALIZACIÓN
DIRECTOR DEL AREA DE VERIFICACIÓN
AREA TÉCNICA DE CERTIFICACIÓN
DELEGADA REGIONAL AZUAY

Subcomité Técnico: TUBOS Y ACCESORIOS
PLASTICOS

Fecha de iniciación: 2007-01-04
Integrantes del Subcomité Técnico:

Fecha de aprobación: 2007-05-31

Ing. Patricia Larco (Presidenta)
Lcda. Lorena Ricaurte

Econ. Beatriz Déleg
Ing. José Román
Ing. Jaime Yáñez
Ing. Jorge Mórtola
Ing. Antonio Vélez
Ing. Julio Terán
Ing. Modesto Criollo
Ing. Eduardo Franco
Ing. Victor Romero
Ing. Fernando Balarezo
Ing. Edwin Guerrero
Ing. Libardo Villaquirán
Ing. Gonzalo Calisto
Ing. Pilar Vera
Ing. Victor Guadalupe
Ing. Lucía Cabrera (Secretaria Técnica)

PLASTICOS RIVAL CIA. Ltda.
ASOCIACION ECUATORIANA DE PLASTICOS,
ASEPLAS
SUBSECRETARIA DEL MICIP EN EL AUSTRO
PLASTICOS RIVAL CIA. Ltda..
AMANCO PLASTIGAMA S.A.
AMANCO PLASTIGAMA S.A.
AMANCO PLASTIGAMA S.A.
AMANCO PLASTIGAMA S.A.
AMANCO PLASTIGAMA S.A.
PLASTIDOR S.A.
ISRARIEGO Cía. Ltda.
HOLVIPLAS
HOLVIPLAS
IQUIASA
EMAAP QUITO
POLIMALLA S.A
ESPOL
INEN CUENCA

Otros trámites:

El Directorio del INEN aprobó este proyecto de norma en sesión de 2009-04-24

Oficializada como: Obligatoria
Registro Oficial No. 646 de 2009-07-31

Por Resolución No. 046-2009 de 2009-06-30

**Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Baquerizo Moreno E8-29 y Av. 6 de Diciembre
Casilla 17-01-3999 - Telfs: (593 2)2 501885 al 2 501891 - Fax: (593 2) 2 567815
Dirección General: E-Mail: direccion@inen.gov.ec
Área Técnica de Normalización: E-Mail: normalizacion@inen.gov.ec
Área Técnica de Certificación: E-Mail: certificacion@inen.gov.ec
Área Técnica de Verificación: E-Mail: verificacion@inen.gov.ec
Área Técnica de Servicios Tecnológicos: E-Mail: inencati@inen.gov.ec
Regional Guayas: E-Mail: inenguayas@inen.gov.ec
Regional Azuay: E-Mail: inencuenca@inen.gov.ec
Regional Chimborazo: E-Mail: inenriobamba@inen.gov.ec
URL: www.inen.gov.ec**