

La Gaceta No. 49, 11/03/2002

N° 30189-S

**EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA
Y EL MINISTRO DE SALUD**

En uso de las facultades que les confieren los artículos 140, incisos 3) y 18) de la Constitución Política; 2, 4, 7, 37, 38, 39, 239, 240, 241, 242, 243, 252, 337, 345 inciso 7°, 347, 349, 355, 364, 369, y 381 y concordantes de la Ley N° 5395 de 30 de octubre de 1973, “Ley General de Salud”; y 6° de la Ley N° 5412 de 8 de noviembre de 1973, “Ley Orgánica del Ministerio de Salud”.

Considerando:

1°—Que la salud de la población es un bien de interés público tutelado por el Estado.

2°—Que toda persona, natural o jurídica queda sujeta a los mandatos de la Ley General de Salud, de sus reglamentos y de las órdenes generales y particulares, ordinarias y de emergencia, que las autoridades de salud dicten en el ejercicio de sus competencias. **Por tanto,**

Decretan:

El siguiente:

**Reglamento Técnico para Plásticos. Tubos
de Poli (Cloruro de Vinilo) (PVC), Clasificados
según la Presión (Serie SDR)**

Artículo 1°—**Objeto.** Este Reglamento se aplica a los tubos de poli(cloruro de vinilo) (PVC) elaborados con base en las relaciones dimensionales estándar para tubos termoplásticos y en las presiones establecidas para el agua (ver el Apéndice). También están incluidos los criterios para la clasificación tanto de los materiales de la tubería plástica de PVC como de los propios tubos plásticos de PVC; un sistema para establecer la nomenclatura correspondiente a los tubos de plástico de PVC así como también, requisitos y métodos de prueba para los materiales, acabados, dimensiones, presiones sostenidas, presión de rotura, aplastamiento y calidad de extrusión. Igualmente se incluyen diferentes métodos empleados para el rotulado.

Los valores establecidos en unidades SI (Sistema Internacional) se deben considerar como los correspondientes a al reglamento, mientras que los indicados entre paréntesis sólo tienen carácter informativo (Sistema Inglés).

La siguiente advertencia únicamente está relacionada con el método de prueba de la sección 8. No es el propósito de este reglamento advertir sobre todos los riesgos, en caso de que los haya, asociados con su empleo. Es responsabilidad del usuario establecer prácticas apropiadas de salud y seguridad, así como determinar la aplicabilidad de las restricciones de los reglamentos pertinentes antes de proceder a su aplicación. En la nota 7 se presenta una advertencia de carácter específico.

Nota 1. Los tubos de plástico CPVC (SDR-PR), que estaban anteriormente contemplados en este documento, ahora forma parte de la norma ASTM F 442.

Nota 2. Los requisitos de las pruebas de presión de rotura y de presión sostenida, así como las presiones nominales del Apéndice, se calculan a partir de los valores de esfuerzo obtenidos en pruebas realizadas en tubos de hasta 100 mm (4 pulg). Sin embargo, pruebas realizadas en tubos de diámetros tan grandes como 600 mm (24 pulg) han demostrado que estos valores de esfuerzo son válidos para tubos de diámetros mayores.

Nota 3. Los tubos de PVC elaborados de acuerdo con este reglamento, a menudo se encuentran acampanados con el propósito de emplearlos como tubería en línea. En la norma ASTM D 2672 se presentan detalles de las uniones con campana para unir con cemento solvente mientras que en las ASTM D3139 y ASTM D3212, se dan detalles de las uniones elastoméricas acampanadas.

Artículo 2°—Terminología.

2.1 Definiciones

2.1.1 *Generalidades.* A menos que se establezca lo contrario, las definiciones concuerdan con las que se establecen en las normas ASTM D 883 y F 412 y las abreviaciones concuerdan con las de la norma ASTM D 1600. La abreviación para el plástico de poli(cloruro de vinilo) es PVC.

2.2 Términos específicos empleados en este reglamento.

2.2.1 *Esfuerzo hidrostático de diseño.* Es el esfuerzo máximo esperado en dirección tangencial en la pared de un tubo (ocasionado por la presión hidrostática interna del agua) que puede aplicarse

continuamente al tubo con un alto grado de certeza de que no tendrá lugar la falla del tubo.

2.2.2 *Presión de trabajo (PR)*. Valor máximo de la presión que el agua puede ejercer continuamente sobre las paredes del tubo, con un alto grado de seguridad de que no se van a presentar fallas.

2.2.3 *Psi*. Se traduce como lb/pulg²

2.2.4 *Relación entre el esfuerzo hidrostático de diseño, la presión de trabajo y la relación dimensional estándar*. La siguiente expresión, comúnmente denominada ecuación ISO1, se emplea en este reglamento para determinar tal relación:

$$2 S / P = R - 1 \quad \text{ó} \quad 2 S / P = (D_o / t) - 1$$

Donde:

S = esfuerzo hidrostático de diseño, en Mpa (psi).

P = presión de trabajo, en MPa (psi).

Do = diámetro externo promedio, en mm (pulg)

t = espesor mínimo de pared, en mm (pulg)

R = relación dimensional estándar para los tubos termosplásticos (D o/t para tubos de PVC), también conocida como SDR.

2.2.5 *Relación dimensional estándar para tubos termoplásticos (SDR)*.

Es la relación que se obtiene al dividir el diámetro del tubo por el espesor de pared. En el caso de los tubos de PVC se calcula dividiendo el diámetro exterior promedio del tubo, en milímetros o en pulgadas, por el espesor mínimo de pared en milímetros o en pulgadas respectivamente. Si el espesor de pared empleado en esta fórmula es inferior a 1,52 mm (0,060 pulg) se debe incrementar en forma arbitraria hasta 1,52 mm (0,060 pulg). El valor SDR se debe redondear hasta el 0,5 más próximo.

2.2.6 *Código estándar para la designación del material termoplástico del tubo*. El código para la designación del material del tubo consta de la abreviación PVC correspondiente al tipo de plástico, seguida del tipo y grado ASTM en números arábigos y del esfuerzo de diseño en unidades de cientos de psi². En caso de que el código correspondiente al esfuerzo de diseño contenga menos

de dos cifras, se debe colocar un cero antes de dicho número. En estas condiciones el código completo del material consta de tres letras y cuatro cifras para los materiales del tubo de plástico PVC.

Artículo 3°—Clasificación.

- 3.1 **Generalidades.** Este reglamento contempla los tubos de PVC elaborados y rotulados de acuerdo con una de las seis designaciones de Tipo/Grado/Esfuerzo de Diseño (ver el apéndice X1.2) correspondientes a diez relaciones dimensionales estándar.
- 3.2 **Relaciones dimensionales estándar para la tubería termoplástica (SDR).** Este reglamento contempla los tubos de PVC en diez relaciones dimensionales estándar, a saber 9, 11, 13.5, 17, 21, 26, 32.5, 41, 51 y 64 las cuales son uniformes para todos los diámetros nominales de los tubos para cada material y presión de trabajo. Estas relaciones se denominan SDR9, SDR11, SDR13.5, SDR21, SDR17, SDR26, SDR32.5, SDR41, SDR51 Y SDR64 respectivamente. La presión de trabajo es uniforme para todos los diámetros nominales de tubos para un material de PVC y SDR dados. (Ver la tabla X1. 1).
- 3.3 **Esfuerzos hidrostáticos de diseño.** Este Reglamento contempla tubos elaborados con plásticos de PVC definidos mediante cuatro valores de los esfuerzos hidrostáticos de diseño desarrollados con base en pruebas a largo plazo. (Ver el apéndice).
- 1 Ver la norma ISO 161-1 Thermoplastic Pipes for the Transport of Fluids. Nominal outside diameters and nominal pressures - Part 1 - Metric Series.
- 2 Se utiliza en este caso las unidades del Sistema Inglés para no contravenir el código estándar establecido para esta tubería.

Artículo 4°—Materiales.

- 4.1 **Generalidades.** Los plásticos de PVC empleados en la elaboración de tubos que cumplan los requisitos de este reglamento, se clasifican por medio de dos criterios: (1) pruebas de resistencia a corto plazo y (2) pruebas de resistencia a largo plazo.

Nota 4. La idoneidad del tubo PVC destinada al transporte de agua potable debe ser evaluada y certificada por una entidad reconocida internacionalmente, según constancia de la Oficina Nacional de Normas y Unidades de Medida. La evaluación debe estar de acuerdo con los criterios establecidos en la Norma

NSF (National Sanitation Foundation) Standard 14. El sello o marca de esta certificación se puede colocar sobre el tubo, pero el fabricante siempre debe tener la certificación correspondiente.

- 4.2 **Materiales básicos.** Este reglamento contempla los tubos elaborados en plástico de PVC que tienen las propiedades físico-químicas indicadas en la norma ASTM D 1784.
- 4.3 **Compuestos.** Los compuestos de PVC empleados para estos tubos deben ser iguales o superiores a una de las siguientes clases descritas en la norma ASTM D 1784: PVC 12454-B, 12454-C, ó 14333-D.
- 4.4 **Material recuperado.** Se permite el uso de material recuperado, limpio, proveniente de la elaboración de tubos de la misma fábrica, siempre y cuando el tubo producido satisfaga los requisitos establecidos en este reglamento.

Artículo 5°—**Requisitos.**

5.1 **Dimensiones y tolerancias**

5.1.1 *Diámetros exteriores.* Los diámetros exteriores y las tolerancias deben ser las indicadas en la Tabla 1 cuando se miden de acuerdo con la ASTM D 2122. Las tolerancias correspondientes al ovalamiento deben aplicarse solamente al tubo antes de que sea despachado.

TABLA 1
Tubería IPS PVC – diámetros exteriores y tolerancias

Diámetro nominal del tubo	Diámetro exterior promedio,	Para el diámetro exterior promedio	Tolerancias mm (pulg)			
			Para máximo y mínimo (Ovalamiento)			
mm (pulg)	mm (pulg)		SDR 64	SDR 51	SDR 41	SDR 17
3 (1/8)	10,29 (0,405)	±0,10 (0,004)	±0,38 (0,015)	±0,20 (0,008)	SDR 32,5	SDR 13,5
6 (1/4)	13,72 (0,540)	±0,10 (0,004)	±0,38 (0,015)	±0,20 (0,008)	SDR 26	SDR 11
9 (3/8)	17,14 (0,675)	±0,10 (0,004)	±0,38 (0,015)	±0,20 (0,008)	SDR 21	SDR 9

12	(1/2)	21,34	(0,840)	±0,10 (0,004)	±0,38 (0,015)	±0,20 (0,008)
19	(3/4)	26,67	(1,050)	±0,10 (0,004)	±0,38 (0,015)	±0,25 (0,010)
25	(1)	33,40	(1,315)	±0,13 (0,005)	±0,38 (0,015)	±0,25 (0,010)
30	(1 1/4)	42,16	(1,660)	±0,13 (0,005)	±0,38 (0,015)	±0,30 (0,012)
38	(1 1/2)	48,26	(1,900)	±0,15 (0,006)	±0,76 (0,030)	±0,30 (0,012)
50	(2)	60,32	(2,375)	±0,15 (0,006)	±0,76 (0,030)	±0,30 (0,012)
60	(2 1/2)	73,02	(2,875)	±0,18 (0,007)	±0,76 (0,030)	±0,38 (0,015)
75	(3)	88,90	(3,500)	±0,20 (0,008)	±0,76 (0,030)	±0,38 (0,015)
90	(3 1/2)	101,60	(4,000)	±0,20 (0,008)	±1,27 (0,050)	±0,38 (0,015)
100	(4)	114,30	(4,500)	±0,23 (0,009)	±1,27 (0,050)	±0,38 (0,015)
125	(5)	141,30	(5,563)	±0,25 (0,10)	±1,27 (0,050)	±0,76 (0,030)
150	(6)	168,28	(6,625)	±0,28 (0,011)	±1,27 (0,050)	±0,89 (0,035)
200	(8)	219,08	(8,625)	±0,38 (0,015)	±1,90 (0,075)	±1,14 (0,45)
250	(10)	273,05	(10,750)	±0,38 (0,015)	±1,90 (0,075)	±1,27 (0,050)
300	(12)	323,85	(12,750)	±0,38 (0,015)	±1,90 (0,075)	±1,52 (0,060)
350	(14)	355,60	(14,000)	±0,38 (0,015)	±2,54 (0,100)	±1,90 (0,075)
400	(16)	406,40	(16,000)	±0,48 (0,019)	±4,06 (0,160)	±2,03 (0,080)
450	(18)	457,20	(18,000)	±0,48 (0,019)	±4,57 (0,180)	±2,29 (0,090)
500	(20)	508,00	(20,000)	±0,58 (0,023)	±5,08 (0,200)	±2,54 (0,100)
600	(24)	609,60	(24,000)	±0,79 (0,031)	±6,10 (0,240)	±3,05 (0,120)
750	(30)	762,00	(30,000)	±1,04 (0,041)	±7,62 (0,300)	±3,81 (0,150)
900	(36)	914,40	(36,000)	±1,27 (0,050)	±9,14 (0,360)	±4,57 (0,180)

5.1.2 Espesor de pared. El espesor de pared y las tolerancias deben ser las que se indican en la Tabla 2 cuando se miden de acuerdo con la ASTM D 2122.

TABLA 2
Espesor de pared y tolerancias para los tubos
Plásticos de PVC con Diámetros Exteriores IPS

Diámetro nominal del tubo	Espesor de pared A, mm B									
	SDR 64		SDR 51		SDR 41		SDR 32,5		SDR 26	
Mm	Mín	Tol	Mín	Tol	Mín	Tol	Mín	Tol	Mín	Tol
3
6
9
12
19
25	1,52	+ 0,51

30	...	...	...	...	...	...	1,52	+ 0,51	1,63	+ 0,51
38	...	...	...	...	...	...	1,52	+ 0,51	1,85	+ 0,51
							
50	...	...	...	...	1,52	+ 0,51	1,85	+ 0,51	2,31	+ 0,51
60	...	...	...	...	1,78	+ 0,51	2,24	+ 0,51	2,79	+ 0,51
75	...	...	1,75	+ 0,51	2,16	+ 0,51	2,74	+ 0,51	3,43	+ 0,51
90	...	...	1,98	+ 0,51	2,49	+ 0,51	3,12	+ 0,51	3,91	+ 0,51
100	1,8	+ 0,51	2,24	+ 0,51	2,79	+ 0,51	3,51	+ 0,51	4,39	+ 0,51
125	2,1	+ 0,51	2,77	+ 0,51	3,45	+ 0,51	4,34	+ 0,53	5,44	+ 0,69
150	2,4	+ 0,51	3,3	+ 0,51	4,11	+ 0,51	5,18	+ 0,61	6,48	+ 0,79
200	3,3	+ 0,51	4,29	+ 0,51	5,33	+ 0,64	6,73	+ 0,81	8,43	+ 1,02
250	4,7	+ 0,51	5,36	+ 0,64	6,65	+ 0,79	8,41	+ 1,02	10,49	+ 1,27
300	5,5	+ 0,61	6,35	+ 0,79	7,9	+ 0,94	9,96	+ 1,19	12,45	+ 1,50
350	...	...	6,99	+ 1,84	8,66	+1,22	10,92	+ 1,32	13,67	+ 1,63
400	...	...	7,98	+ 1,97	9,91	+ 1,40	12,50	+ 1,50	15,62	+ 1,88
450	...	...	8,97	+ 1,07	11,15	+ 1,55	14,07	+ 1,68	17,58	+ 62,11
500	...	...	9,96	+ 1,19	12,4	+ 1,73	15,62	+ 1,88	19,53	+ 2,34
600	...	...	11,96	+ 1,45	14,86	+ 2,08	18,75	+ 2,24	23,44	+ 2,82
750	...	...	14,94	+ 1,80	18,59	+ 2,59	23,44	+ 2,82	29,31	+ 3,51
900	...	...	17,93	+ 2,15	22,30	+ 3,12	28,14	+ 3,38	35,18	+ 4,21

TABLA 2

**Espesor de pared y tolerancias para los tubos
Plásticos de PVC con Diámetros Exteriores IPS**

Diámetro nominal del tubo	Espesor de pared A, mm B									
	SDR 21		SDR 17		SDR 13.5		SDR 11		SDR 9	
	Mm	Mín Tol	Mín Tol	Mín Tol	Mín Tol	Mín Tol	Mín Tol	Mín Tol	Mín Tol	Mín Tol
3	...	...	...	...	1,52	+ 0,51	1,52	+ 0,51	1,52	+ 0,51
6	...	...	...	...	1,52	+ 0,51	1,52	+ 0,51	1,52	+ 0,51
9	...	...	...	...	1,52	+ 0,51	1,55	+ 0,51	1,52	+ 0,51
12	...	...	...	...	1,57	+ 0,51	1,93	+ 0,51	2,36	+ 0,51
19	1,52	+ 0,51	1,57	+ 0,51	1,98	+ 0,51	2,41	+ 0,51	2,97	+ 0,51
25	1,60	+ 0,51	1,96	+ 0,51	2,46	+ 0,51	3,05	+ 0,51	3,71	+ 0,51
30	2,01	+ 0,51	2,49	+ 0,51	3,12	+ 0,51	3,84	+ 0,51	4,67	+ 0,53
38	2,29	+ 0,51	2,84	+ 0,51	3,58	+ 0,51	4,39	+ 0,53	5,36	+ 0,64

50	2,87	+ 0,51	3,56	+ 0,51	4,47	+ 0,51	5,48	+ 0,66	6,70	+ 0,80
60	3,48	+ 0,51	4,29	+ 0,51	5,41	+ 0,66	6,64	+ 0,80	8,11	+ 0,97
75	4,24	+ 0,51	5,23	+ 0,64	6,58	+ 0,79	8,08	+ 0,97	9,88	+ 1,19
90	4,83	+ 0,58	5,97	+ 0,71	7,52	+ 0,91	9,24	+ 1,11	11,29	+ 1,35
100	5,44	+ 0,66	6,73	+ 0,81	8,46	+ 1,02	10,39	+ 1,25	2,70	+ 1,52
125	6,73	+ 0,81	8,31	+ 0,99	10,46	+ 1,24	12,85	+ 1,54	15,90	+ 1,88
150	8,03	+ 0,97	9,91	+ 1,19	12,47	+ 1,50	15,30	+ 1,84	18,70	+ 2,24
200	10,41	+ 1,24	12,90	+ 1,55	16,23	+ 1,25	19,92	+ 2,39	24,34	+ 2,92
250	12,98	+ 1,55	16,05	+ 1,93	20,23	+ 2,43	24,82	+ 2,98	30,34	+ 3,64
300	15,39	+ 1,85	19,05	+ 2,29	23,99	+ 2,88	29,44	+ 3,53	35,98	+ 4,32
350	16,92	+ 2,03	20,90	+ 2,51	26,34	+ 3,16	32,33	+ 3,88	39,51	+ 4,74
400	19,35	+ 2,31	23,90	+ 2,87	30,10	+ 3,61	36,95	+ 4,43	45,16	+ 5,42
450	21,77	+ 2,62	26,90	+ 3,23	...	...	...	...	...	...
500	24,18	+ 2,90	29,88	+ 3,58	...	...	...	...	...	...
600	29,03	+ 3,48	35,86	+ 4,29	...	...	...	...	...	...
750	36,27	+ 4,34	44,83	+ 5,38	...	...	...	...	...	...
900	43,54	+ 5,21	53,80	+ 6,45	...	...	...	...	...	...

A El espesor mínimo es el menor espesor de pared del tubo en cualquier sección transversal. El espesor máximo de pared permitido, en cualquier sección transversal es el espesor mínimo de pared más la tolerancia establecida. Todas las tolerancias se encuentran en el lado positivo del requerimiento mínimo.

B 1 pulg = 25,4 mm (exacto).

5.2 **Presión sostenida (Prueba tipo).** El tubo no deberá presentar fallas, abultamientos, reventaduras o filtraciones tal como se establece en la norma ASTM D 1598, a la presión de prueba que se establece en la Tabla 3, cuando se realiza la prueba de acuerdo con los criterios de la sección 8.4.

TABLA 3

**Condiciones de prueba de presión sostenida
para agua a 23 °C (73°F) para tubos plásticos de PVC**

Presión A requerida para la prueba

	PVC 1120			
SDR	PVC 1220	PVC 2116	PVC 2112	PVC 2110

PVC 2120

	MPa	psi	MPa	psi	MPa	psi	MPa	Psi
9	7,25	1050	5,80	840	4,83	700	3,98	575
11	5,80	840	4,64	672	3,88	560	3,18	460
13,5	4,62	670	3,72	540	3,10	450	2,55	370
17	3,65	530	2,90	420	2,41	350	2,00	290
21	2,90	420	2,34	340	1,93	280	1,59	230
26	2,34	340	1,86	270	1,52	220	1,24	180
32,5	1,86	270	1,45	210	1,24	180	1,03	150
41	1,45	210	1,17	170	0,97	140	0,83	120
51	1,14	168	0,93	134	0,77	112	1,04	92
64	0,90	130	0,76	110	0,62	90	0,48	70

A Los esfuerzos en la fibra empleados para generar estas presiones de prueba son los siguientes:

	MPa	psi
PVC 11,20, PVC 1220, PVC 2120	29,0	4200
PVC 2116	23,2	3360
PVC 2112	19,3	2800
PVC 2110	15,9	2300

Se han hecho algunas modificaciones menores con el propósito de mantener uniformes las presiones de prueba para simplificar el procedimiento.

5.2.1 *Prueba de regresión acelerada.* A elección del fabricante, la prueba de regresión acelerada se puede emplear como sustituto tanto de la prueba de presión de rotura como de la prueba de presión sostenida. Dicha prueba debe realizarse de acuerdo con los criterios establecidos en la sección 7.4.1. El tubo debe alcanzar un valor proyectado para el diseño hidrostático a las 100 000 horas, no menor que el valor de la categoría base de diseño hidrostático (ver la tabla para “Categorías de la base de diseño Hidrostático” de la ASTM D 2837) para el material PVC empleado en su fabricación. (Ejemplo: Un tubo de PVC 1120 debe tener una proyección mínima a 100 000 horas de 26,41 MPa (3 830 psi) y un límite inferior de confianza LCL del 85%).

5.3 **Presión de rotura.** La presión mínima de rotura para los tubos plásticos de PVC debe ser la que se establece en la Tabla 4, determinada de acuerdo con la sección 8.5.

TABLA 4

**Requisitos sobre la presión de rotura para el agua
a 23 °C (73° F) para tubos de plástico de PVC**

Presión mínima de rotura A

SDR	PVC 1120		PVC 2116	
	MPa	psi	MPa	Psi
9	11,03	1600	8,63	1250
11	8,82	1280	6,90	1000
13,5	6,89	1000	5,52	800
17	5,52	800	4,34	630
21	4,34	630	3,45	500
26	3,45	500	2,76	400
32,5	2,76	400	2,17	315
41	2,17	315	1,72	250
51	1,76	256	1,38	200
64	1,38	200	1,10	160

A Los esfuerzos en la fibra empleados para generar estas presiones de ensayo son los siguientes:

	MPa	Psi
PVC 1120, PVC 1220, PVC 2120	44,1	6400
PVC 2116, PVC 2112, PVC 2110	34,5	5000

5.4 **Aplastamiento.** No debe haber evidencia de hendiduras, agrietamientos o rotura cuando se someta el tubo a la prueba indicada en la sección 8.6.

5.5 **Calidad de extrusión.** El tubo no debe presentar descascaramiento ni se debe desintegrar cuando se someta a la prueba de acuerdo con lo establecido en la norma ASTM D 2152.

5.6 **Resistencia al impacto.** Cuando se realiza la prueba de acuerdo con los criterios expuestos en la sección 7.7, la resistencia mínima al impacto para el tubo plástico de PVC debe ser la indicada en la Tabla 5.

Nota 5. La prueba de resistencia al impacto está destinada solamente a servir como prueba de control de calidad y no como una prueba de servicio simulado. Se ha encontrado que esta prueba, para diámetros nominales superiores a 300 milímetros (12 pulg), no es significativo en cuanto al control de calidad se refiere.

TABLA 5

Resistencia al impacto a 23 °C (73 °F) para tubo de PVC

Diámetro		Resistencia al impacto		Diámetro		Resistencia al impacto	
		todos los SDR				todos los SDR	
mm	(pulg)	J	(pie.lbf)	mm	(pulg)	J	(pie.lbf)
3	(1/8)	10	(13,6)	60	(2 1/2)	40	(54,2)
6	(1/4)	10	(13,6)	75	(3)	60	(81,3)
9	(3/8)	10	(13,6)	90	(3 1/2)	70	(94,9)
12	(1/2)	10	(13,6)	100	(4)	90	(122,0)
19	(3/4)	15	(20,3)	125	(5)	100	(135,6)
25	(1)	20	(27,1)	150	(6)	120	(162,7)
30	(1 1/4)	20	(27,1)	200	(8)	160	(216,9)
38	(1 1/2)	30	(40,7)	250	(10)	160	(216,9)
50	(2)	30	40,7	300	(12)	160	(216,9)

Artículo 6°—Acabado, terminación y apariencia.

6.1 El tubo debe ser totalmente homogéneo y a simple vista estar libre de fisuras, perforaciones, incrustaciones de material extraño u otros defectos. El tubo debe ser tan uniforme como sea comercialmente posible en cuanto a color, opacidad, densidad y otras propiedades físicas.

Nota 6. El color y la transparencia u opacidad deben encontrarse especificados en el contrato o en la orden de compra correspondiente.

Artículo 7°—Métodos de prueba.

7.1 **Preparación.** En los casos en los cuales la preparación sea una exigencia, se preparan los especímenes de prueba a 23 °C ± 2 °C (73,4 °F ± 3,6 °F) y humedad relativa de 50% ± 5% durante un período no menor que 40 horas con anterioridad a la prueba, de acuerdo con el procedimiento A de la ASTM D 618.

- 7.2 **Condiciones de prueba.** A menos que se especifique otra cosa en los métodos de prueba o en este reglamento, la prueba debe realizarse en condiciones atmosféricas estándar de laboratorio de $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ ($73,4\text{ °F} \pm 3,6\text{ °F}$) y una humedad relativa de $50\% \pm 5\%$.
- 7.3 **Muestreo.** La selección de la muestra o muestras de tubos se debe llevar a cabo previo acuerdo entre el comprador y el proveedor. En caso de que no exista un acuerdo previo, cualquier muestra seleccionada por parte del laboratorio que lleva a cabo la prueba, debe tener características apropiadas.
- 7.4 **Prueba de presión sostenida.** Se seleccionan al azar, los especímenes de prueba. Se someten a prueba en forma individual seis de ellos, con agua, a las condiciones de presión interna establecidas en la Tabla 3. Cada espécimen debe tener una longitud de por lo menos diez veces su diámetro nominal, pero no menos de 250 milímetros (10 pulg) ni más de 1 000 mm (36 pulg). Se mantienen los especímenes a las presiones indicadas por un período de 1 000 horas. Se sostiene la presión dentro de $\pm 70\text{ KPa}$ ($\pm 10\text{ psi}$). Se acondicionan los especímenes a la temperatura de prueba de 23 °C ($73,4\text{ °F}$) con un margen de $\pm 2\text{ °C}$ ($\pm 3,6\text{ °F}$). Se mantiene la temperatura de prueba a un valor de $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ ($73,4\text{ °F} \pm 3,6\text{ °F}$). Se lleva a cabo la prueba de acuerdo con la norma ASTM D 1598, con excepción de que se mantiene la presión a los valores que se establecen en la Tabla 3 durante un período de 1000 h. La falla de dos de los especímenes sometidos a prueba constituye la falla con respecto a la prueba. La falla de uno de los seis especímenes probados ocasiona una prueba adicional de seis nuevos especímenes. La falla de uno de estos seis especímenes a cualquier temperatura constituye la falla con respecto a la prueba. La falla del tubo está definida tal como se establece en la norma ASTM D 1598.
- 7.4.1 *Prueba de regresión acelerada.* Se lleva a cabo la prueba de acuerdo con los procedimientos de la norma ASTM D 1598, con la excepción de que se pueden emplear accesorios de extremos fijos. Se debe someter a prueba un mínimo de seis muestras a presiones seleccionadas para generar los siguientes intervalos:
- 0,010 h hasta 0,099 h (36 s hasta 6 min)

0,10	h	hasta 0,999 h (6 min hasta 1 h)
1,00	h	hasta 9,999 h
10,0	h	hasta 99,999 h
100	h	hasta 100 + h
0		hasta 100 + h (punto aleatorio).

Si es necesario, con el propósito de mejorar la proyección o el LCL, se pueden adicionar otros puntos. No se debe excluir ningún punto a menos que se detecte un defecto obvio en el área de falla de la muestra de prueba. Los resultados deben clasificarse mediante el empleo de la extrapolación con mínimos cuadrados descrita en la ASTM D 2837.

Nota 7. Advertencia: Ya que se espera que la rotura del espécimen de prueba se lleve a cabo mediante una fractura brusca en una prueba de regresión de esfuerzo elevado, se debe emplear (durante la prueba) un equipo protegido con una barrera de defensa adecuada además de equipo de protección personal.

- 7.5 **Presión de rotura.** Se determina la presión mínima de rotura por lo menos con cinco especímenes, de acuerdo con lo establecido en la norma ASTM D 1599, considerando las longitudes establecidas en la sección 8.4. El tiempo de prueba de cada espécimen no debe ser inferior a los 60 s.

Nota 8. Para alcanzar la presión de rotura en especímenes de gran tamaño, pueden ser necesarios períodos de tiempo superiores a 60 s. Es más difícil pasar la prueba cuando se emplean períodos mayores de presurización.

- 7.6 **Aplastamiento.** Se aplastan tres especímenes de tubo de 50 mm (2 pulg) de longitud, entre dos placas paralelas con una presión adecuada hasta que la distancia entre las placas sea el 40% del diámetro exterior del tubo. La velocidad de carga debe ser uniforme y de tales características que la compresión se complete entre 2 y 5 minutos. Una vez retirada la carga, se deben examinar los especímenes en busca de hendiduras, fisuras o roturas.

- 7.7 **Resistencia al impacto.** Se determina la resistencia al impacto de acuerdo con la sección correspondiente de la ASTM D 2444. Se realiza la prueba a $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ ($73,4\text{ °F} \pm 3,6\text{ °F}$) utilizando una bala tipo B y una

superficie plana de soporte. Se emplea una bala con un peso de 9 kg (20 lb).

7.7.1 *Especímenes de prueba.* Los especímenes de tubo empleados en la prueba de impacto deben cortarse hasta las longitudes establecidas en la ASTM D 2444.

7.7.2 *Requisitos de prueba (6 mm a 300 mm).* En el caso de tubos con diámetros entre 6 mm (1/4 pulg) hasta 300 mm (12 pulg), se deben someter a prueba diez especímenes. Si nueve o más especímenes pasan se debe aceptar todo el lote. Si dos o más especímenes fallan, todo el lote se debe rechazar.

Artículo 8°—**Prueba adicional y rechazo.**

8.1 Si los resultados de una prueba no satisfacen los requisitos de este reglamento, la prueba se debe realizar nuevamente previo acuerdo entre el comprador y el proveedor. No debe existir ninguna decisión que disminuya los requisitos mínimos de este reglamento mediante la omisión de pruebas que sean parte de la misma, sustitución o modificación de un método de prueba o el cambio en las especificaciones límites. Al realizar la nueva prueba se deben satisfacer los requisitos de este reglamento y se deben respetar los métodos de prueba diseñados. Si en la realización de una nueva prueba, se presenta falla, todo el lote representado por la muestra se debe rechazar.

Artículo 9°—**Rotulado.**

9.1 El rotulado de los tubos debe incluir los siguientes datos, espaciados a intervalos no superiores a 1,5 m (5 pies) a lo largo del tubo:

9.1.1 Diámetro nominal del tubo (por ejemplo: 50 mm (2 pulg)).

9.1.2 El sistema empleado en la denominación del diámetro exterior (IPS ó PIP) para los diámetros superiores a 350 mm (14 pulg) por ejemplo: IPS 350 mm (14 pulg) ó PIP 500 mm (21 pulg).

9.1.3 Tipo de material plástico del tubo de acuerdo con el código de designación que se indica en la sección 3.2.5 (por ejemplo PVC 1120).

9.1.4 La relación dimensional estándar del tubo termoplástico, de acuerdo con el código de designación de la sección 3.2.4 (por ejemplo SDR 21), o la presión máxima de agua a 23 °C (73 °F)

indicada como un número seguida por las letras MPa (por ejemplo, 1.4 MPa (200 psi) con excepción de que cuando sea destinada para aplicaciones a presión, se debe indicar el uso y el valor de la presión de trabajo (por ejemplo, POTABLE 1.4 MPa (200 psi). Cuando la presión de trabajo indicada es inferior a la calculada de acuerdo con la sección 3.2.3 (ver el anexo), el SDR se debe incluir también en el código de rotulado.

9.1.5 Referencia a este reglamento o a la norma ASTM D 2241.

9.1.6 Nombre del fabricante (o marca de fábrica) e identificación del lote de producción y fecha de fabricación.

Artículo 10.—Garantía de cumplimiento.

10.1 Al rotular el producto, el fabricante afirma que el producto se fabricó, inspeccionó, muestreó y sometió a prueba de acuerdo con este reglamento y que el producto cumple con los requisitos correspondientes.

Artículo 11.—Vigencia. Rige a partir de su publicación.

ANEXO

(INFORMACIÓN DE CARÁCTER OBLIGATORIO)

A1. Tubos especiales de PVC clasificados de acuerdo con la presión (Que tengan diámetros diferentes al IPS).

A1.1 La aparición de tubos de PVC de gran tamaño, superiores a 300mm (12 pulg) de diámetro, ha facilitado su uso en una gran variedad de aplicaciones, tanto presurizadas como no presurizadas. Los tubos de diámetros exteriores IPS y las relaciones de dimensión estándar que se incluyeron en la edición original de esta norma, suministraron el formato usual con base en el cual se establecieron los tubos de diámetro entre 350 mm (14 pulg) y 900 mm (36 pulg).

Estos son los tubos mostrados en la parte principal de este reglamento. Otros tubos de PVC de gran diámetro con diferentes diámetros exteriores y relaciones dimensionales, han satisfecho la necesidad de tubos clasificados de acuerdo con la presión. Dichos tubos se encuentran relacionados en este anexo. Pueden someterse a prueba con el propósito de verificar que satisfacen los requisitos de calidad de este reglamento mediante el empleo de los valores

mínimos de prueba indicados, además de otras pruebas de control de calidad establecidas en este reglamento.

TABLA A1.1

**Diámetros exteriores PIP y tolerancias
para tubos plásticos de PVC
(SDR 51,41, 32.5,26 Y DR 35)**

Diámetro nominal del tubo promedio		Diámetro exterior promedio		Tolerancias			
				Para el diámetro exterior		Para ovalamiento máximo y mínimo	
mm	(pulg)	mm	(pulg)	mm	(pulg)	mm	(pulg)
375	(15)	388,62	(15,300)	± 0,41	± (0,016)	± 3,73	± (0,147)
450	(18)	475,00	(18,701)	± 0,51	± (0,020)	± 4,57	± (0,180)
525	(21)	559,99	(22,047)	± 0,64	± (0,025)	± 5,33	± (0,210)
600	(24)	629,99	(24,803)	± 0,81	± (0,032)	± 6,10	± (0,240)
675	(27)	710,00	(27,953)	± 0,96	± (0,038)	± 6,86	± (0,270)

TABLA A1.2.1

Espesor de pared y tolerancias para los tubos plásticos de PVC con diámetros exteriores PIP A

Diámetro nominal del tubo		Espesor de pared, mmB									
		SDR 51		SDR 41		SDR 35		SDR 32,5		SDR 26		SDR 21
mm	pulg	Mín	Tol	Mín	Tol	Mín	Tol	Mín	Tol	Mín	Tol
375	15	0,300	+0,042	0,373	+0,052	0,437	+0,052	0,471	+0,056	0,588	+0,070
	0,728		+0,087								
450	18	0,366	+0,051	0,456	+0,064	0,534	+0,064	0,575	+0,069	0,719	+0,086
	...										
525	21	0,432	+0,060	0,538	+0,075	0,630	+0,076	0,678	+0,081	0,848	+0,102
	...										
600	24	0,486	+0,068	0,605	+0,085	0,709	+0,085	0,763	+0,092	0,954	+0,115
	...										
675	27	0,548	+0,077	0,682	+0,095	0,799	+0,096	0,860	+0,103	1,075	+0,129
	...										

A El espesor mínimo es el menor espesor de pared del tubo en cualquier sección transversal. El espesor máximo de pared permitido en cualquier sección transversal, es el espesor mínimo de pared más la tolerancia establecida. Todas las tolerancias se encuentran en el lado positivo del requerimiento mínimo.

B 25,4 mm = 1 pulg (exacto)

TABLA A1.2.2

**Espesor de pared y tolerancias para los tubos
plásticos de PVC con diámetros exteriores PIP A**

Diámetro nominal del tubo		Espesor de pared, mmB									
		SDR 51		SDR 41		SDR 35		SDR 32,5		SDR 26		SDR 21
mm	pulg	Mín	Tol	Mín	Tol	Mín	Tol	Mín	Tol	Mín	Tol
375	15	7,62	+ 1,07	9,47	+ 1,32	11,10	+ 1,32	11,96	+ 1,42	14,94	+ 1,78
	18,49	+ 2,21									
450	18	9,30	+ 1,30	11,58	+ 1,69	13,56	+ 1,63	14,61	+ 1,75	18,26	+ 2,18
									
525	21	10,97	+ 1,52	13,67	+ 1,91	16,00	+ 1,93	17,22	+ 2,06	21,54	+ 2,59
									
600	24	12,34	+ 1,73	15,37	+ 2,16	18,01	+ 2,16	19,38	+ 2,34	24,23	+ 2,92
									
675	27	13,92	+ 1,96	17,32	+ 2,41	20,29	+ 2,44	21,84	+ 2,62	27,31	+ 3,28
									

A El espesor mínimo es el menor espesor de pared del tubo en cualquier sección transversal. El espesor máximo de pared permitido en cualquier sección transversal, es el espesor mínimo de pared más la tolerancia establecida. Todas las tolerancias se encuentran en el lado positivo del requerimiento mínimo.

B 25,4 mm = 1 pulg (exacto)

TABLA A1.3

**Condiciones de prueba de presión sostenida para agua
a (23 °C) 73,4 °F para tubos de plástico de PVC A**

Presión requerida para la prueba

SDR	PVC 1120	
	Mpa	psi
35	1,70	247,0
51	1,16	168,0

A El esfuerzo de fibra empleado para elaborar esta tabla fue de 29 MPa (4 200 psi)

TABLA A1.4

Requisitos de presión de rotura para el agua

a 23°C (73.4 °F) para tubos de plástico PVC A

Presión requerida para el ensayo

SDR	PVS 1120	
	Mpa	psi
35	2,62	380
51	1,79	260

A El esfuerzo de fibra empleado para elaborar esta tabla fue de 44,1 MPa (6400 psi)

TABLA A1.5

Condiciones de presión de trabajo del agua a 23 °C (73°F)

para tubos plásticos de PVC no roscados

PVC 1120, PVC 1220, PVC 2120

SDR	MPa	Psi
	35	0,81	118
51	0,55	80

Dado en la Presidencia de la República.—San José, a los diecinueve días del mes de febrero del dos mil dos.

MIGUEL ÁNGEL RODRÍGUEZ ECHEVERRÍA.—El Ministro de Salud, Dr. Rogelio Pardo Evans.—1 vez.—(Solicitud N° 00465).—C-308750.—(D30189-14611).

APÉNDICE

(Información de carácter no obligatorio)

X1. Origen de los esfuerzos hidrostáticos de diseño

X1.1 Los esfuerzos hidrostáticos de diseño recomendados por el Instituto de Tubos de Plástico (Plastic Pipe Institute - PPI) se emplean para clasificar tubos de plástico de PVC en función de la presión. Estos esfuerzos hidrostáticos de diseño son 14 MPa (2000 psi), 11,0 MPa (1600 psi), 8,6 MPa (1250 psi), y 6,9 MPa (1000 psi) para agua a 23°C (73,4 °F). Estos esfuerzos hidrostáticos de diseño se aplican solamente a los tubos que satisfacen todos los requisitos de este reglamento.

X1.2 Se incluyen seis materiales para tubos de PVC basados en los requisitos de la ASTM D 1784 y en los esfuerzos hidrostáticos de diseño recomendados por el PPI. Estos materiales son:

X1.2.1 Tipo I, Grado 1 (12454-B), con un esfuerzo hidrostático de diseño de 14 MPa (2000 psi), designado como PVC 1120.

X1.2.2 Tipo I, Grado 2 (12454-C), con un esfuerzo hidrostático de diseño de 14 MPa (2000 psi), designado como PVC 1220.

X1.2.3 Tipo II, Grado 1 (14333-D), con un esfuerzo hidrostático de diseño de 14 MPa (2000 psi), designado como PVC 2120.

X1.2.4 Tipo II, Grado 1 (14333-D), con un esfuerzo hidrostático de diseño de 11 MPa (1600 psi), designado como PVC 2116.

X1.2.5 Tipo II, Grado 1 (14333-D), con un esfuerzo hidrostático de diseño de 8.6 MPa (1250 psi), designado como PVC 2112.

X1.2.6 Tipo II, Grado 1 (14333-D), con un esfuerzo hidrostático de diseño de 7 MPa (1000 psi), designado como PVC 2110.

X1.3 El método estándar para obtener los valores de la base hidrostática de los materiales de tubos termoplásticos se establece en la ASTM D 2837.

Se puede obtener información adicional relacionada con los criterios empleados en la selección de estos esfuerzos hidrostáticos de diseño del PPI, una división de The Society of the Plastics Industry, 355 Lexington Ave., New York, NY 10017. Estos esfuerzos hidrostáticos de diseño puede que no sean adecuados para los materiales que presentan una notable desviación con relación a la línea recta en el gráfico de logaritmo de esfuerzo versus logaritmo de tiempo de falla. Todos los datos disponibles a la fecha sobre los materiales de los tubos de PVC

elaborados en los Estados Unidos, presentan una gráfica con una línea recta en estas condiciones.

X1.4 Los tubos se clasifican, para su empleo con agua a una temperatura de 23°C (73 °F), según la máxima presión interna indicada en la tabla X1.1. A elección del fabricante puede ser recomendable considerar presiones de trabajo inferiores a las calculadas según la sección 3.2.3, en cuyo caso el SDR se debe incluir en el rotulado.

La experiencia de la industria indica que los tubos plásticos de PVC que satisfacen los requisitos de este reglamento, ofrecen un servicio satisfactorio bajo condiciones normales de operación, durante un período prolongado de tiempo, a estas presiones de trabajo. Las exigencias de la presión sostenida de la sección 6.2 se relacionan con estas condiciones máximas por medio de pendientes en la curva esfuerzo-tiempo de estos materiales en la forma de los tubos.

X1.5 Los esfuerzos hidrostáticos de diseño recomendados por el PPI se basan en pruebas realizadas en tubos cuyos diámetros están comprendidos entre 12,5 mm (½ pulg) y 63 mm (2 ½ pulg).

TABLA X1.1

Relaciones dimensionales estándar para tubos termoplásticos

(SDR) y presiones de trabajo de agua (P) a 23 °C (73 °F)

para tubos de plástico de PVC no roscados A

Presiones de trabajo de materiales para tubos de PVC B

SDR	PVC 1120							
	PVC 1220		PVC 2116		PVC 2112		PVC 2110	
	MPa	psi	MPa	psi	MPa	Psi	MPa	
psi								
9	3,50	500	2,75	400	2,14	313	1,75	
250								
11	2,80	400	2,20	320	1,72	250	1,40	
200								

13,5	2,17	315	1,72	250	1,38	200	1,10
160							
17	1,72	250	1,38	200	1,10	160	0,86
125							
21	1,38	200	1,10	160	0,86	125	0,69
100							
26	1,10	160	0,86	125	0,69	100	0,55
80							
32,5	0,86	125	0,69	100	0,55	80	0,38
55							
35	0,79	115	0,62	90	0,48	70	0,41
60							
41	0,69	100	0,55	80	0,43	63	0,34
50							
51	0,56	80	0,41	60	0,34	50	0,28
40							
64	0,43	60	0,34	50	NPR	C NPR	C NPR

NPR C

A Estos valores de presiones de trabajo no se aplican a tubos roscados

B Ver las secciones 3.2.5 y 4.2 con relación al código de designación

C NPR = No se encuentran clasificados en función de la presión

Presión de trabajo Relación dimensional estándar para materiales de tubos PVC

MPa	psi				
3,50	500	9	...	...	...
2,80	400	11	9	...	...
2,17	315	13,5	...	...	...
1,72	250	17	13,5	...	...
1,38	200	21	17	13,5	...
1,10	160	26	21	17	13,5
0,86	125	32,5	26	21	17
0,69	100	41	32,5	26	21
0,55	80	51	41	32,5	26
0,43	63	64	...	41	32,5

0,34 50 ... 64 ... 41

American Standard For Testing Materials. Standard Specification for Poly (Vinyl Chloride) (PVC) Pressure-Rated Pipe (SDR Series).

Philadelphia. 1989, 7p. (ASTM D2241).