

BOLETÍN: NORMAS QUE RIGEN DESEMPEÑO DE TUBERÍAS PLÁSTICAS



1 Introducción.

En este boletín se presenta un resumen de las normas internacionales que rigen la evaluación, clasificación y uso de los plásticos - con un interés especial en los polietilenos - para la fabricación de tuberías. La revisión fue específicamente orientada hacia la normativa ISO, mediante la inclusión de las normas principales que definen los procedimientos de ensayos, análisis estadísticos y nomenclatura de clasificación de los materiales plásticos para fabricación de tuberías, así como la inclusión de algunas de las normas auxiliares, cuya relevancia en la aplicación de la norma principal obliga a dedicar espacio para su explicación.

A partir de la revisión de la normativa ISO, se identificaron las normas fundamentales para la evaluación de los materiales plásticos dedicados a la fabricación de tuberías y las normas específicamente dedicadas a las tuberías de polietileno, a saber:

- **ISO 12162:** Materiales termoplásticos para tuberías y conexiones para aplicaciones con presión - Clasificación y designación - Coeficiente Global de diseño.
- **ISO 9080:** Tuberías termoplásticas para el transporte de fluidos. Métodos de extrapolación de los datos de esfuerzo hidrostático de ruptura para determinar la resistencia hidrostática de largo plazo de materiales termoplásticos para tuberías.
- **ISO 1167:** Tuberías termoplásticas para el transporte de fluidos - Resistencia a la presión interna - Método de ensayo.
- **ISO 4427:** Tuberías de polietileno para suministro de agua - Especificaciones.
- **ISO 4437:** Tuberías enterradas de polietileno para el suministro de combustibles gaseosos - Serie métrica - Especificaciones.
- **ISO 13477:** Tuberías termoplásticas para el transporte de fluidos - Determinación de la resistencia a la propagación rápida de grietas (RCP, Rapid Crack Propagation) - Ensayos de pequeña escala en estado estacionario (ensayo S4).
- **ISO 10837:** Determinación de la estabilidad térmica del polietileno (PE) para uso en tuberías de gas y conexiones.

- **ISO 11420:** Método para la evaluación del grado de dispersión de negro de humo en tuberías, conexiones y compuestos hechos con poliolefinas.
- **ISO 13478:** Tuberías termoplásticas para el transporte de fluidos - Determinación de la resistencia a la propagación rápida de grietas (RCP) - Ensayos a escala completa (FST, Full-Scale Test).
- **ISO 13479:** Tuberías de poliolefinas para el transporte de fluidos - Determinación de la resistencia a la propagación de grietas - Método de ensayo para crecimiento lento de grietas en tuberías ranuradas (ensayo de ranura).
- **ISO 13949:** Método para la evaluación del grado de dispersión de pigmentos en tuberías, conexiones y compuestos hechos con poliolefinas.

2 Principios Generales y normas que rigen el desempeño de tuberías plásticas.

La viabilidad del uso de una tubería presurizada de plástico está determinada, en primera instancia, por el desempeño bajo esfuerzo del material de construcción, tomando en cuenta las condiciones previstas de servicio (por ejemplo, alta temperatura, niveles de presión, etc.).

2.1 Norma ISO 12162

Esta es la norma que regula la clasificación y designación de los materiales termoplásticos empleados en la fabricación de tuberías y conexiones para aplicaciones de presión. Esta norma también provee un método para calcular el esfuerzo de diseño.

La clasificación, designación de material y el método de cálculo están basados en la resistencia a la presión interna con agua a 20°C por un período de 50 años, derivado mediante una extrapolación usando el método especificado en la norma **ISO 9080**.

2.1.1 Normas de referencia

ISO 3: Números preferidos - Series de números preferidos.

BOLETÍN: NORMAS QUE RIGEN DESEMPEÑO DE TUBERÍAS PLÁSTICAS



ISO 497: Guía para la selección de series de números preferidos y de series que contienen más valores redondeados de números preferidos.

ISO 1043-1: Plásticos - Símbolos - Parte 1: Polímeros básicos y sus características especiales.

ISO 9080: Tuberías termoplásticas para el transporte de fluidos - Métodos de extrapolación de los datos de ruptura por esfuerzo hidrostático para determinar la resistencia hidrostática a largo plazo de los materiales para tuberías.

2.1.2 Definiciones:

a) Resistencia a largo plazo a 20°C por 50 años, σ_{LTHS} :

Cantidad, con dimensiones de esfuerzo en MPa, que puede considerarse como una propiedad del material y que representa el límite inferior de confianza del 50% para la resistencia a largo plazo. σ_{LTHS} es igual a la resistencia media o la resistencia media predicha a 20°C por 50 años con presión interna con agua.

b) Límite inferior de confianza a 20°C por 50 años, σ_{LCL} :

Cantidad, con dimensiones de esfuerzo en MPa, que puede considerarse una propiedad del material y que representa el límite inferior del intervalo de confianza al 97,5% de esfuerzo promedio a largo plazo a 20°C por 50 años con presión interna con agua.

c) Mínima resistencia requerida (MRS):

Valor de σ_{LCL} redondeado al valor menor más cercano de la serie R10 o la serie R20, en conformidad con las normas ISO 3 e ISO 497, dependiendo del valor de σ_{LCL} .

d) Coeficiente (de diseño) global de servicio, C :

Coeficiente global con valor mayor a 1, que considera las condiciones de servicio, así como las propiedades de los componentes de un sistema de tuberías, además de aquellas representadas en el límite inferior de confianza.

e) Esfuerzo de diseño, σ_s :

Esfuerzo permitido para una determinada aplicación. Es derivado mediante la división del MRS por el coeficiente global de servicio C , luego redondeando al valor cercano más bajo en la serie R20.

$$\sigma_s = \frac{[MRS]}{C}$$

2.2 Uso del método SEM (Standard Extrapolation Method). Norma ISO 9080:

El método de extrapolación estándar (el cual llamaremos SEM para mantener la nomenclatura de la norma), es usado para satisfacer dos requerimientos básicos:

- Para estimar el esfuerzo anular promedio que el material de tubería en consideración es capaz de soportar por 50 años a una temperatura ambiente de 20°C usando agua como ambiente de pruebas (σ_{LTHS}).
- Para estimar el valor del esfuerzo anular promedio a tiempos de vida más cortos, altas temperaturas o ambas condiciones combinadas.

El resultado final del método SEM para un material específico es el valor de σ_{LTHS} y/o el valor de σ_{LCL} (límite inferior del intervalo de confianza para σ_{LTHS}). El valor de la resistencia máxima requerida (MRS) se obtiene a partir del valor de σ_{LCL} . El método SEM no establece el procedimiento para hallar el esfuerzo admisible de diseño, ni especifica los factores de seguridad a emplear.

Los modelos usados por el SEM se dividen en tipo I y tipo II. Los tipos I son los modelos de pendiente constante, mientras que los tipos II son de cambio discontinuo, de pendientes constantes.

2.2.1 Modelos tipo I

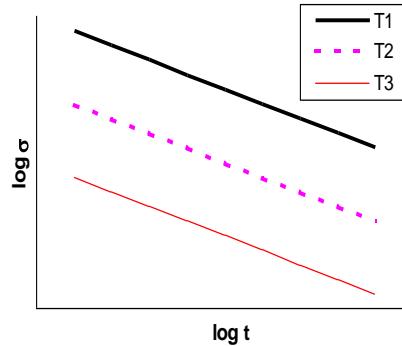


Figura 1. Representación esquemática del modelo Q1 de tres parámetros con pendiente constante.

BOLETÍN: NORMAS QUE RIGEN DESEMPEÑO DE TUBERÍAS PLÁSTICAS



La ecuación del modelo QI consta de tres parámetros A, B y C, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$\log t = -A - \frac{B}{T} \log \sigma + \frac{C}{T}$$

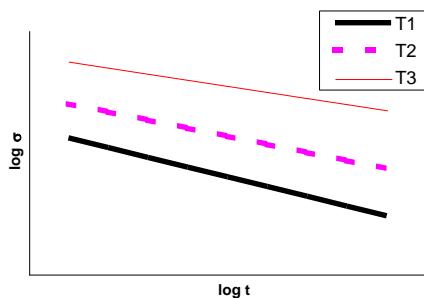


Figura 2. Representación esquemática del modelo RI de cuatro parámetros con pendiente constante.

2.2.2 Modelos tipo II

La ecuación del modelo RI consta de cuatro parámetros A, B, C y D, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$\log t = -A - \frac{B}{T} \log \sigma + \frac{C}{T} + D \log \sigma$$

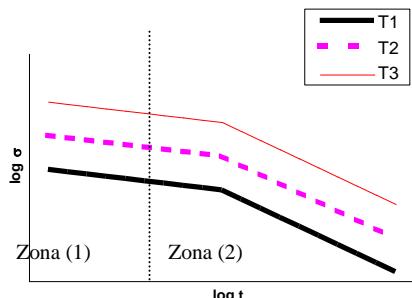


Figura 3. Representación esquemática del modelo QII de seis parámetros con cambio discontinuo de pendiente constante

La ecuación del modelo QII consta de seis parámetros A₁, B₁, C₁, A₂, B₂ y C₂, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$\log t = -A_1 - \frac{B_1}{T} \log \sigma + \frac{C_1}{T}$$

para la zona (1)

$$\log t = -A_2 - \frac{B_2}{T} \log \sigma + \frac{C_2}{T}$$

para la zona (2).

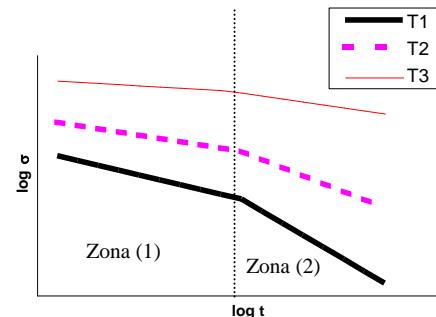


Figura 4. Representación esquemática del modelo RII de ocho parámetros con cambio discontinuo de pendiente constante

La ecuación del modelo RII consta de ocho parámetros A₁, B₁, C₁, D₁, A₂, B₂, C₂ y D₂ de acuerdo con la siguiente expresión:

$$\log t = -A_1 - \frac{B_1}{T} \log \sigma + \frac{C_1}{T} + D_1 \log \sigma$$

para la zona (1)

$$\log t = -A_2 - \frac{B_2}{T} \log \sigma + \frac{C_2}{T} + D_2 \log \sigma$$

para la zona (2)

Los datos de esfuerzo de ruptura deben ser determinados usando la norma **ISO 1167**, excepto en los casos en los que exista conflicto con el método SEM.

El líquido que ejerce la presión interna en la tubería puede ser agua o cualquier otro líquido que no ataque químicamente al material de la tubería o induzca la degradación del mismo. El ambiente externo de la tubería puede ser aire, agua o cualquier otro líquido con las restricciones previamente expuestas.

BOLETÍN: NORMAS QUE RIGEN DESEMPEÑO DE TUBERÍAS PLÁSTICAS



Las temperaturas interna y externa deben mantenerse dentro de $\pm 1^{\circ}\text{C}$ del valor de temperatura fijada para la prueba.

Las medidas del tubo (diámetro externo y espesor de pared) deben ser tomadas de acuerdo con lo establecido en la norma **ISO 3126**.

2.2.3 Distribución de los niveles de presión

Para cada valor de temperatura seleccionado, se tiene un mínimo de 25 puntos de falla esfuerzo-tiempo, de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 1. Distribución de niveles de presión para las pruebas hidrostáticas

Horas	Datos de falla
10-100	Por lo menos 8
100-1000	Por lo menos 8
Más de 1000	Por lo menos 9
Más de 7000	Por lo menos 4
Más de 9000	Por lo menos 1

2.2.4 Selección de los métodos de recolección de datos y análisis.

La norma **ISO 9080** presenta dos métodos para obtener el esfuerzo hidrostático a largo plazo, (σ_{LTHS}). Estos métodos son denominados Método I y Método II.

El método I es el más completo para determinar las características de ruptura bajo presión. Este método requiere la toma de datos a varias temperaturas y por lapsos de tiempo de un año o más y es aplicable tanto si se presenta un cambio de pendiente en la curva como si no ocurre. El riesgo de que el comportamiento real se desvíe de la predicción del método de extrapolación es mínimo, aunque no es cero. **El método I es el apropiado para determinar las características de ruptura de nuevos materiales.**

El método II requiere un rango de valores experimentales menor al método I en el número de niveles de temperatura evaluados y los datos no deben mostrar ningún signo de cambio de pendiente. Este método es más conveniente para la evaluación de nuevas variedades de materiales muy conocidos, en los cuales el polímero no ha sido

alterado (por ejemplo, un material previamente evaluado al que se le ha modificado la proporción de alguno de sus aditivos).

2.2.5 Descripción del Método I

Se obtienen los datos, de acuerdo con el procedimiento y las condiciones descritas anteriormente, para un mínimo de tres temperaturas $T_1, T_2, T_3, \dots, T_N$, donde $T_1 < T_2 < T_3 < T_N$, con las siguientes condiciones adicionales:

- Cada par de temperaturas adyacentes debe estar separado por, al menos, 10K.
- La temperatura más alta, T_{MAX} , no debe superar el valor de temperatura de transición vítreo menos 20K en materiales amorfos o predominantemente amorfos, o el valor de la temperatura de fusión menos 15K en materiales cristalinos o semi-cristalinos.
- La máxima temperatura de prueba, T_{MAX} , debe ser seleccionada teniendo en cuenta la máxima temperatura a la cual el material puede ser usado, así como la máxima temperatura posible de prueba.

2.2.6 Detección del cambio de pendiente; validación de los datos y el modelo.

La norma ISO 9080 emplea una prueba matemática a la regresión lineal, para determinar la presencia de un cambio de pendiente en la curva. Se aplica la regresión lineal a los datos recopilados para cada una de las temperaturas por separado; se determina la pendiente de la línea de regresión para cada temperatura y el esfuerzo para el cual el 50% y el 2,5% de falla es predicho después de 50 años (es decir, los valores de σ_{LTHS} y σ_{LCL}).

Si a una o más temperaturas la pendiente de regresión es positiva, se considera que los datos a esa temperatura son inadecuados.

Se aplica el método descrito en la norma para la determinación del cambio de pendiente. Si se confirma la presencia del cambio de pendiente, se debe usar uno de los modelos tipo II. Si no se detecta la presencia de un cambio de pendiente, se debe usar uno de los modelos tipo I. Una vez seleccionado el tipo de modelo, la selección del modelo adecuado (Q o R) depende de la prueba

BOLETÍN: NORMAS QUE RIGEN DESEMPEÑO DE TUBERÍAS PLÁSTICAS



estadística de carencia de ajuste*, de la cual se obtiene el valor estadístico F y se escoge el modelo que proporcione el menor valor. Si el valor de F es mayor que 20 para ambos casos, se considera que el modelo es inadecuado.

2.2.7 Descripción del Método II

Se obtienen los datos de acuerdo con el procedimiento y las condiciones descritas anteriormente, a dos temperaturas T_1 y T_2 , donde T_2 debe ser al menos 40K mayor que T_1 y el número de observaciones y la distribución de presiones deben hacerse de acuerdo con la tabla 1. El resto del procedimiento es similar al método I.

2.3 Norma ISO 1167

Esta norma especifica el método para la determinación de la resistencia de tuberías termoplásticas a la presión interna de agua a temperatura constante. Los ensayos que se realizan para determinar la clasificación de las tuberías de PE y sus procedimientos están establecidos en dicha norma.

La norma tiene un anexo informativo, en el cual se especifican los **tiempos de falla recomendados** para cada nivel de presión (o esfuerzo anular). Los tiempos de falla de las tuberías no deberán ser menores que el mínimo tiempo especificado en la tabla. Sin embargo, la Tabla 2 tiene una nota marginal que explica que "si un material con un valor MRS determinado de acuerdo con la norma ISO 9080 mediante la serie requerida de ensayos no cumple con los tiempos mínimos de prueba especificados, los tiempos de prueba pueden ser modificados y, para los materiales con un MRS dado y que físicamente no cumplen con los requerimientos especificados para 80°C, se puede usar un valor de esfuerzo menor, de acuerdo con la Tabla 3. La norma ISO 1167 contiene el procedimiento detallado para la ejecución de las pruebas hidrostáticas e indica una serie de pruebas de corta y media duración (hasta 42 días) que, si bien permiten establecer de forma preliminar si el material tiene las características de resistencia hidrostática deseadas en un material para tuberías, **no pueden ser usadas para una clasificación definitiva del material.**

Tabla 2. Tiempos de falla recomendados para tuberías de PE

Material	Esfuerzo de la prueba (MPa)		
	100 h a 20°C	165 h a 80°C	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

2.4 Norma ISO 13479. Determinación de la resistencia a la propagación de grietas - Método de prueba para crecimiento lento de grietas en tubos ranurados (ensayo con ranura).

En este ensayo, tuberías de una longitud determinada con cuatro ranuras longitudinales maquinadas son sometidas a una presión hidrostática constante mientras se sumergen en un tanque de agua a 80°C. El tiempo de falla es registrado. Los equipos y procedimientos empleados para la prueba hidrostática son los estipulados en la norma ISO 1167. La ranura se fabrica mediante el uso de una fresadora con un mandril horizontal rígidamente fijado a un soporte, para asegurar que el tubo esté fijo y así lograr una ranura recta. La cuchilla debe tener un ángulo de 60° en "V", de acuerdo con la norma ISO 6108 y la velocidad de corte es de $0,010 \pm 0,002$ (mm/rev)/diente. Por ejemplo, una cuchilla con 20 dientes rotando a 700 rpm, moviéndose a una velocidad de 150 mm/min, tiene una velocidad de corte de $150/(20 \times 700) = 0,011$ (mm/rev)/diente.

con

$$p = \frac{10\sigma}{S}$$

ó

$$p = \frac{20\sigma}{(SDR - 1)}$$

con

σ : esfuerzo hidrostático (equivalente al esfuerzo anular), en MPa

* Traducción de lack-of-fit

BOLETÍN: NORMAS QUE RIGEN DESEMPEÑO DE TUBERÍAS PLÁSTICAS



S: serie del tubo.

SDR: Cociente estándar de dimensiones: $\frac{d_n}{e_n}$

La norma recomienda un mínimo de tres ensayos, en los cuales no debería ocurrir falla dentro del tiempo mínimo establecido de 165 h, es decir, 7 días.

Existe la posibilidad de realizar un ensayo de crecimiento lento de grietas con probetas extraídas de tubos, mediante un procedimiento descrito por Tränkner*, en el cual las probetas de dimensiones específicas son sometidas a un esfuerzo constante, siguiendo un principio similar al del ensayo PENT, de acuerdo con la norma ASTM F 1473.

2.5 Norma ISO 13477. Determinación de la resistencia a la propagación rápida de grietas (RPC) - Prueba en estado estacionario a pequeña escala (Ensayo S4).

El principio de este ensayo consiste en someter un tramo de tubería, presurizada y mantenida a una temperatura controlada, a un impacto cerca de uno de los extremos, con el objeto de iniciar una grieta longitudinal de rápido crecimiento. El equipo necesario para realizar la prueba es descrito en la norma; consta de una jaula de contención, para restringir la expansión radial durante la fractura mientras permite la expansión durante la etapa de presurización interna, una zona de medición, unas aletas internas como zona de apoyo interno, para evitar la deformación de la pared del tubo durante el impacto y el equipo de iniciación de la grieta, el cual es básicamente una cuchilla de impacto con unas dimensiones y características específicas.

Los objetivos del ensayo son:

- Obtener el valor de la presión crítica (o esfuerzo anular crítico), en el cual se produce la propagación rápida de la grieta.
- Obtener la temperatura crítica de propagación de grieta. La temperatura crítica está definida como la temperatura

más baja que produce la detención de la grieta. Una temperatura ligeramente más baja que la temperatura crítica producirá la propagación rápida de la grieta.

2.6 Norma ISO 13478. Determinación de la resistencia a la propagación rápida de grietas (RPC) - Prueba a gran escala (FST).

El principio de este ensayo es el mismo del ensayo de la norma ISO 13477. Un tramo de tubería de material termoplástico, mantenida con una presión interna y a una temperatura específica, es sometido a un impacto diseñado para iniciar la formación de una grieta. A diferencia de la norma 13477, la norma ISO 13478 prevé la utilización de un equipo de mayor tamaño para tuberías de un mínimo de 14 metros de largo. Los objetivos, al igual que en el caso de la norma 13477, son:

- Obtener el valor de la presión crítica (o esfuerzo anular crítico), en el cual se produce la propagación rápida de la grieta.
- Obtener la temperatura crítica de propagación de grieta. La temperatura crítica está definida como la temperatura más baja que produce la detención de la grieta. Una temperatura ligeramente más baja que la temperatura crítica producirá la propagación rápida de la grieta.

3 Resumen.

La norma ISO 12162 establece los criterios para clasificación de los materiales plásticos para fabricación de tuberías, de acuerdo con los valores de MRS determinados siguiendo el procedimiento de la norma ISO 9080. El procedimiento para la determinación del MRS requiere el montaje de por lo menos 25 pruebas hidrostáticas que van desde una duración de unas pocas horas hasta más de 9000 horas, es decir, más de un año. La norma ISO 1167 contiene el procedimiento detallado para la ejecución de las pruebas hidrostáticas, e indica una serie de pruebas de corta y media duración (hasta 42 días) que, si bien permiten establecer de forma preliminar si el material tiene las características de resistencia hidrostática deseadas en un material para tuberías, no pueden ser usadas para una clasificación definitiva del material.

* Tränkner, Tomas, "Slow Crack Growth Test as Ranking Method, Studsvik Polymer AB, publicado en la página web de Bodycote, www.bodycotepolymer.com

BOLETÍN: NORMAS QUE RIGEN DESEMPEÑO DE TUBERÍAS PLÁSTICAS



4 Referencias

1. International Standard ISO 13949. Method for the assessment of the degree of pigment dispersion in polyolefin pipes, pipes and compounds.
2. International Standard ISO 13479. Polyolefin pipes for the conveyance of fluids - Determination of the resistance to crack propagation - Test method for slow crack growth on notched pipes (notch test)
3. International Standard ISO 13478. Thermoplastic pipes for the conveyance of fluids - Determination of the resistance to rapid crack propagation (RCP) - Full scale test (FST)
4. International Standard ISO 13477. Thermoplastic pipes for the conveyance of fluids - Determination of the resistance to rapid crack propagation (RCP) - Small-scale steady-state test (S4 test)
5. International Standard ISO 12162. Thermoplastic materials for pipes and fittings for pressure applications - Classification and designation - Overall service (design) coefficient.
6. International Standard ISO 4437. Buried polyethylene (PE) pipes for the supply of gaseous fuels - Metric series - Specifications
7. International Standard ISO 4427. Polyethylene (PE) pipes for water supply - Specifications.
8. International Standard ISO 11420. Method for the assessment of the degree of carbon black dispersion in polyolefin pipes, fittings and compounds.
9. International Standard ISO 1167. Thermoplastic pipes for the conveyance of fluids - Resistance to internal pressure - Test method.
10. International Standard ISO 10837. Determination of the thermal stability of polyethylene (PE) for use in gas pipes and fittings.
11. International Standard ISO/TR 9080. Thermoplastic pipes for the transport of fluids - Methods of extrapolation of hydrostatic stress rupture data to determine the long-term hydrostatic strength of thermoplastics pipe materials.
12. Tränkner, T. Slow crack growth test as a ranking method, Studsvik Polymer AB, Sweeden.
13. Ifwarson, M, Leijstrom, H, What controls the lifetime of plastic pipes and how can the lifetime be extrapolated. Studsvik Polymer AB, Sweeden.
14. ASTM Standard test method for Obtaining Hydrostatic Design Basis for Thermoplastic Pipe Materials. Annual Book of ASTM Standards, 1992.
15. Solvay Polymers, ASTM vs. ISO Methodology for Pressure Design of Polyethylene Piping Materials.

BOLETÍN: NORMAS QUE RIGEN DESEMPEÑO DE TUBERÍAS PLÁSTICAS



TABLA 3. RESISTENCIA HIDROSTÁTICA A 80° - REQUERIMIENTOS DE REPETICIÓN DE PRUEBAS.

PE 32		PE 40		PE 63		PE 80		PE 100	
Esfuerzo MPa	Mínimo tiempo de falla h	Esfuerzo MPa	Mínimo tiempo de falla h	Esfuerzo MPa	Mínimo tiempo de falla h	Esfuerzo MPa	Mínimo tiempo de falla h	Esfuerzo MPa	Mínimo tiempo de falla h
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		

Este boletín ha sido elaborado por la Gerencia de Mercadeo de Polinter con el apoyo de los especialistas de Investigación y Desarrollo, C.A. (INDESCA). El mismo está dirigido a todos los clientes usuarios de las resinas Venelene ® y confiamos en que la información contenida en el mismo sea de su máximo provecho y utilidad.

En caso de que desee hacernos llegar cualquier comentario o sugerencia le agradecemos nos escriba a la siguiente dirección electrónica: info@polinter.com.ve o a través de nuestro agente comercial: Corporación Americana de Resinas (CORAMER), con sucursales en Venezuela y Colombia (<http://www.coramer.com>)

La información descrita en este documento es, según nuestro mejor conocimiento, precisa y veraz. Sin embargo, debido a que los usos particulares y condiciones de transformación están enteramente fuera de nuestro control, el ajuste de los parámetros que permiten alcanzar el máximo desempeño de nuestros productos para una aplicación específica, es potestad y responsabilidad del usuario.

Para obtener información más detallada de los aspectos de seguridad relativos al manejo y disposición de nuestros productos, le invitamos a consultar las hojas de seguridad (MSDS) de los Polietilenos Venelene ®.