

¿CÓMO SE CALCULA LA PRESIÓN NOMINAL DE LA TUBERÍA DE CPVC?



CORZAN[®]
INDUSTRIAL SYSTEMS

La información contenida en este documento es confiable con base en la información actual; sin embargo, el anunciante no hace representaciones, promesas ni garantías, explícitas o implícitas, incluyendo cualquier garantía de comerciabilidad o idoneidad para un propósito particular, o con respecto a la integridad, precisión o puntualidad de cualquier información. Comunícate con tu fabricante de tuberías y/o accesorios para conocer las recomendaciones actuales.

Introducción a las clasificaciones de presión

Para ser utilizado en sistemas de tuberías a presión, cada material debe demostrar empíricamente su capacidad de soportar la presión. Esto garantiza que las plantas e instalaciones integren tuberías que puedan resistir las demandas de resistencia a largo plazo de sus aplicaciones.

Las organizaciones ASTM, ISO y la Junta de Diseño Hidrostático del Instituto de Tuberías Plásticas han desarrollado una serie de métodos de prueba para verificar la resistencia hidrostática a largo plazo (LTHS) de los compuestos termoplásticos (p.ej., policloruro de vinilo clorado CPVC). Estos métodos incorporan factores de diseño que garantizan que la resistencia adecuada del material se reserve para otros factores además de la presión, como el estrés relacionado con la instalación, la variabilidad de lote a lote y la exposición química.

Calcular la clasificación de presión no es tan fácil como aumentar la presión en una tubería hasta que se rompa. Las pruebas de resistencia a la tracción a corto plazo no son buenos indicadores de la resistencia a largo plazo de un termoplástico, como lo son con los metales. Por esta razón, la LTHS de las tuberías de plástico se determina mediante el análisis de los datos de prueba de estrés versus el tiempo hasta la ruptura (es decir, por estrés). Estos datos cubren un período de prueba de no menos de 10,000 horas y se derivan de pruebas de presión sostenida de tuberías elaboradas con el material en cuestión.

¿Cómo se calcula la presión nominal de la tubería de CPVC?

Metodología estándar de prueba de termoplásticos

Existen dos métodos principales para determinar la resistencia hidrostática a largo plazo de un material de tubería. La norma ASTM D2837, “Método de Prueba Estándar para Obtener la Base de Diseño Hidrostático para Materiales de Tubería Termoplástica o la Base de Diseño de Presión para Productos de Tubería Termoplástica”, es la más utilizada en Estados Unidos. La otra norma es la ISO 9080, sobre la que puedes [leer más en este enlace](#).

El método ASTM comprende los siguientes pasos:

- Define el valor de estrés hidrostático a largo plazo (LTHS) del material.
- Utiliza su valor LTHS para identificar el diseño hidrostático (HDB) del material de categoría básica.
- Multiplica el HDB por un factor de diseño para obtener el estrés del diseño hidrostático del material, o el máximo estrés permitido.

Veamos cómo se calculan estos valores de acuerdo con este estándar.

***Nota importante:** la norma ASTM D2837 no define una clasificación de presión para la tubería en sí, sino la resistencia hidrostática a largo plazo del material termoplástico. Al final de esta publicación, hemos incluido la fórmula que se usa para encontrar la clasificación de presión de una tubería.*

¿Cómo se calcula la presión nominal de la tubería de CPVC?

¿Cómo calcular la fuerza hidrostática a largo plazo?

Como se mencionó anteriormente, la LTHS se determina mediante el análisis de los datos de prueba de estrés versus el tiempo hasta la ruptura (es decir, por tensión).

Para determinar el valor LTHS del CPVC, las muestras de tubería hechas del material se prueban en distintos niveles de estrés. Se eligen los niveles de tensión que harán que la tubería se rompa en periodos de tiempo distribuidos en un rango de 10 horas a más de 10,000 horas. Para la clasificación de presión a 180°F (82.2 °C), los tiempos de prueba requieren un PPI que exceda las 16,000 horas.

Los datos de prueba de estrés versus el tiempo hasta la ruptura se trazan en una escala logarítmica donde deben formar una línea recta que se puede ajustar mediante un análisis de regresión lineal. Luego, la línea se extrapola para determinar el nivel de estrés que daría como resultado un tiempo de ruptura de 100,000 horas. Cuando los datos son de hecho lineales en una escala logarítmica, una práctica generalmente aceptada es extrapolar una unidad logarítmica más allá del punto de datos más largo (p.ej., 1,000 horas se pueden extrapolar a 10,000; o 10,000 horas se pueden extrapolar a 100,000).

En la mayoría de los casos, el nivel de estrés extrapolado a las 100,000 horas se utiliza como valor de resistencia hidrostática a largo plazo (LTHS) del material. En algunas ocasiones, los resultados de la validación de datos estadísticos (discutidos a continuación) pueden requerir que el nivel de estrés extrapolado a 50 años se use como el valor LTHS del material.

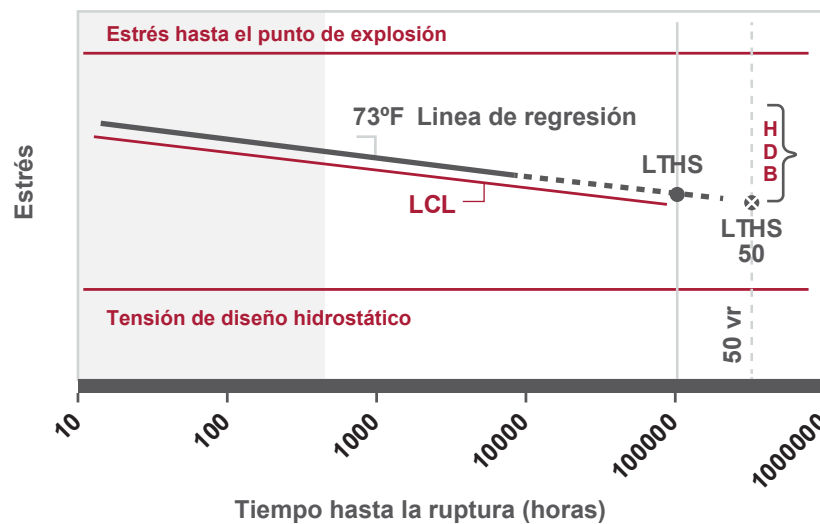
¿Cómo se calcula la presión nominal de la tubería de CPVC?

Validación de datos

Para garantizar que la resistencia de 100,000 horas sea apropiada y confiable, los datos son verificados desde dos perspectivas:

- **Calcular el límite de seguridad inferior (LCL) de dos lados:** El límite de seguridad inferior de la línea de regresión se determina mediante un análisis estadístico. Si la fuerza de 100,000 horas calculada con el límite inferior de seguridad no está dentro del 15% del valor de la LTHS calculada a partir de la línea de regresión, los datos se consideran inservibles.
- **Calcular la resistencia por un periodo de 50 años:** La línea de regresión también se extrapola para calcular un valor de resistencia de 50 años. Si este valor es inferior al 80 % del valor de resistencia de 100,000 horas, se utiliza el valor de 50 años para determinar la base de diseño hidrostático. Esto ayuda a tener en cuenta los materiales con pendientes de regresión más pronunciadas.

LÍNEA DE REGRESIÓN TÍPICA DE 73°F Y GRÁFICO DE EXTRAPOLACIÓN



¿Cómo se calcula la presión nominal de la tubería de CPVC?

Para los materiales de tubería, como el polietileno (PE), que pueden experimentar fallas por oxidación, se requiere una validación adicional para garantizar que el valor de resistencia de 10,000 horas se pueda extrapolar confiablemente a 100,000 horas. Esto no es necesario para el CPVC.

Una vez que el valor LTHS ha sido determinado por análisis de regresión y validación estadística, la base de diseño hidrostático (HDB) de los materiales se determina categorizando el valor LTHS como se define en ASTM D2837.

BASES DE DISEÑO HIDROSTÁTICO CATEGORÍAS DE ASTM D2837

RANGO DE VALORES DE LTHS CALCULADOS		BASES DE DISEÑO HIDROSTÁTICO	
psiM	Pa	psiM	Pa
190 to < 240	1.31 to < 1.65	200	1.38
240 to < 300	1.65 to < 2.07	250	1.72
300 to < 380	2.07 to < 2.62	315	2.17
380 to < 480	2.62 to < 3.31	400	2.76
480 to < 600	3.31 to < 4.14	500	3.45
600 to < 760	4.14 to < 5.24	630	4.34
760 to < 960	5.24 to < 6.62	800	5.52
960 to < 1200	6.62 to < 8.274	1000	6.89
1200 to < 1530	8.27 to < 10.55	1250	8.62
1530 to < 1920	10.55 to < 13.24	1600	11.03
1920 to < 2400	13.24 to < 16.55	2000	13.79
2400 to < 3020	16.55 to < 20.82	2500	17.24
3020 to < 3830	20.82 to < 26.41	3150	21.72
3830 to < 4800	26.41 to < 33.09	4000	27.58

¿Cómo se calcula la presión nominal de la tubería de CPVC?

Uso del factor de diseño para calcular el estrés de diseño hidrostático

La categoría de base de diseño hidrostático (HDB) es una medida del rendimiento de resistencia máxima del material, pero en las aplicaciones industriales del mundo real es importante considerar el hecho de que el estrés interno no será la única variable que puede afectar el rendimiento a largo plazo.

Por esta razón, la Junta de Diseño Hidrostático decidió por consenso que el valor HDB de un material debe multiplicarse por un factor de diseño para determinar el estrés de presión máximo permitido del material, o el estrés de diseño hidrostático (HDS). Este factor de diseño se basa en dos grupos de variables:

- 1. Variables de fabricación y prueba, específicamente:** variaciones normales en material, fabricación, dimensiones, buenas técnicas de manejo y procesos de evaluación.
- 2. Variables de aplicación y uso, específicamente:** instalación, ambiente, temperatura, riesgo involucrado, expectativa de vida deseada y grado de fiabilidad seleccionado.

Para las aplicaciones de agua, se determinó que se debe aplicar un factor de diseño de 0.5 a las tuberías de CPVC para tener en cuenta estas variables. Para los procesos químicos, un ingeniero puede decidir aplicar un factor de diseño inferior a 0.5 en función de las demandas del proceso.

¿Cómo se calcula la presión nominal de la tubería de CPVC?

Clasificación de presión de la tubería

Para definir la clasificación de presión de una tubería, también es necesario tener en cuenta el diámetro de la tubería y el grosor de la pared. El método para definir la clasificación de presión de una tubería se explica en ASTM F441.

La HDS de un material de tubería se conecta a la siguiente ecuación para calcular la clasificación de presión de una tubería:

$$S = P (D-t) / (2t)$$

Donde:

S = Tensión

P = Presión

D = Diámetro exterior promedio

t = Grosor de pared mínimo

Por ejemplo...

Tubería de 4" Corzan® tipo 4120-05 cédula 80 a 73°F

(26.6 a 22.7 °C) $2000 \text{ [psi]} = P * (4,5 \text{ [in]} - 0,337 \text{ [in]}) / (2 * 0,337 \text{ [in]})$

$P = 324 \text{ [psi]} \approx 320 \text{ [psi]}$ a 73 °F (22.7 °C)

Tubería de 4" Corzan® tipo 4120-05 cédula 80 a 180°F

(26.6 a 82.2 °C) $500 \text{ [psi]} = P * (4.5 \text{ [in]} - 0.337 \text{ [in]}) / (2 * 0.337 \text{ [in]})$

$P = 81 \text{ [psi]} \approx 80 \text{ [psi]}$ a 180 °F (82.2 °C)

El valor derivado de esta fórmula es la clasificación de presión que verás impresa en el costado de una tubería. Se basa en el rendimiento de la tubería a 73 °F (22.7 °C) y 180 °F (82.2 °C) en una aplicación de agua.

¿Cómo se calcula la presión nominal de la tubería de CPVC?

Trabajar con otras temperaturas

Las clasificaciones de presión para las tuberías de CPVC se han determinado empíricamente de acuerdo con los métodos descritos con anterioridad a 73 °F (22.7 °C) y 180 °F (82.2 °C). Cuando se opera a otras temperaturas, el ingeniero de diseño del sistema debe aplicar los factores de reducción proporcionados en ASTM F441. Los factores de reducción de temperatura para la tubería se obtienen interpolando las clasificaciones a 73 °F (22.7 °C) y 180 °F (82.2 °C). No hay factores de "mejora" para trabajar a temperaturas inferiores a 73 °F (22.7 °C). En esa situación, se debe usar la clasificación de 73 °F (22.7 °C).

Ten en cuenta: este factor de reducción se suma al factor de diseño (0.5), que ya se ha tenido en cuenta.

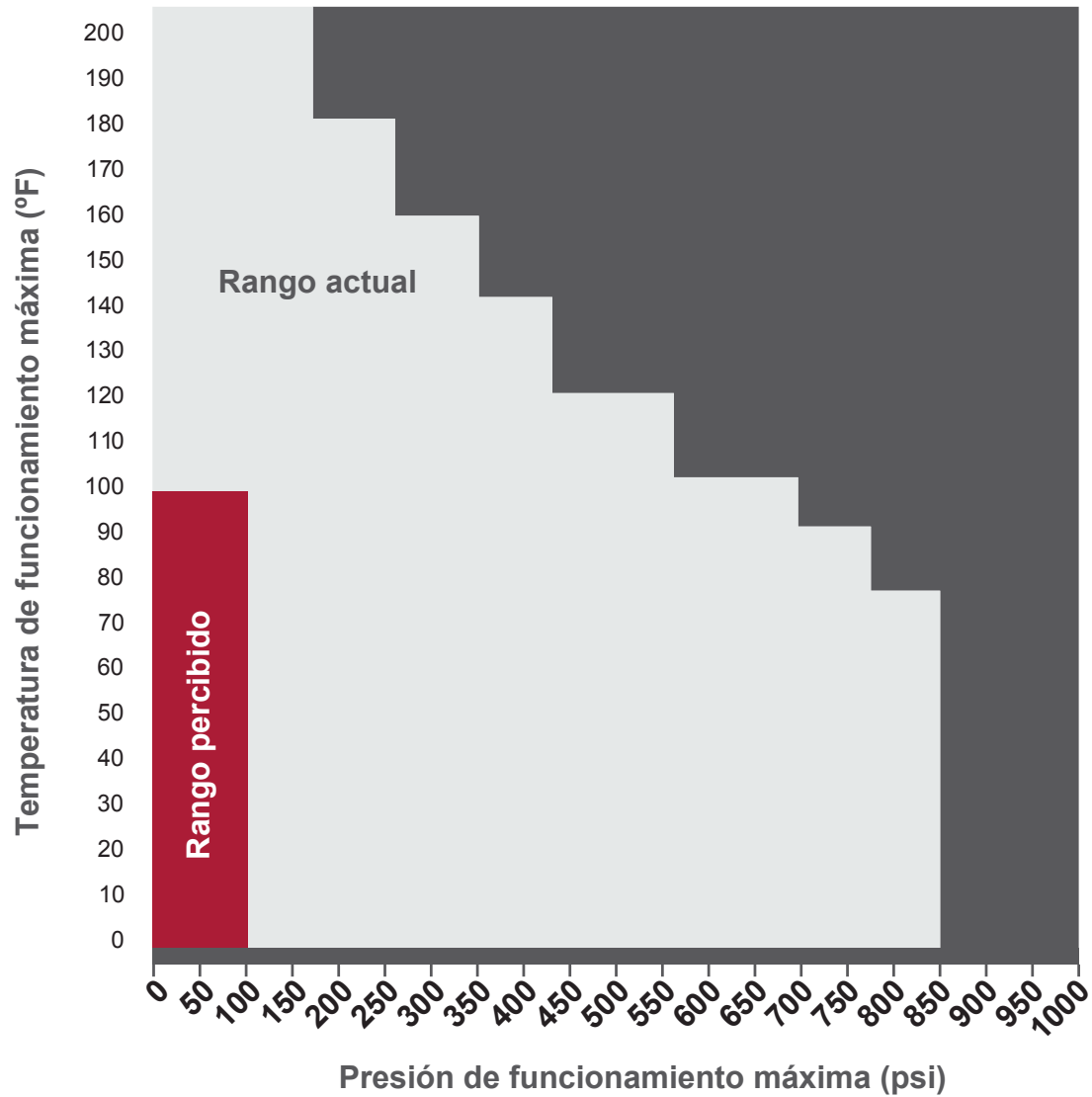
TEMPERATURA FACTORES DE REDUCCIÓN

TEMPERATURA DE TRABAJO		FACTOR DE REDUCCIÓN DE TUBERÍA	
°F	°C	CPVC 4120-05	CPVC 4120-06
73-80	23.0-26.7	1.00	1.00
90	32.2	0.91	0.91
100	37.8	0.82	0.83
120	48.9	0.65	0.70
140	60.0	0.50	0.57
160	71.1	0.40	0.44
180	82.2	0.25	0.41
200	93.3	0.20	*

* Consulte con fabricantes de productos o componentes específicos para factores de reducción de temperatura por encima de 180 °F (82.2 °C).

¿Cómo se calcula la presión nominal de la tubería de CPVC?

RANGO UTILIZABLE REAL DE CORZAN® VS. RANGO UTILIZABLE PERCIBIDO



¿Cómo se calcula la presión nominal de la tubería de CPVC?

Usa la discreción

Finalmente, la clasificación de presión de una tubería es una guía y los ingenieros de planta deben evaluar completamente las demandas de su sistema de tuberías antes de elegir un material.

Específicamente, considera la temperatura máxima de funcionamiento, la diferencia de temperatura, las presiones externas, los productos químicos, el estrés externo y la exposición a los rayos UV. Dependiendo de tu aplicación, aplica tu propia calificación de factor de diseño para proteger aún más tu sistema contra rupturas.

Para más información

Si tienes preguntas o estás interesado en cómo tener en cuenta la clasificación de presión en tu diseño industrial, comunícate con nuestro equipo de expertos en productos e ingeniería. Siempre estamos disponibles para chatear.

¿Cómo se calcula la presión nominal de la tubería de CPVC?

¿CÓMO SE CALCULA LA PRESIÓN NOMINAL DE LA TUBERÍA DE CPVC?



CONOCE MÁS SOBRE EL CPVC
PARA APLICACIONES INDUSTRIALES

www.corzan.com

La información contenida en este documento es confiable con base en la información actual; sin embargo, el anunciante no hace representaciones, promesas ni garantías, explícitas o implícitas, incluyendo cualquier garantía de comerciabilidad o idoneidad para un propósito particular, o con respecto a la integridad, precisión o puntualidad de cualquier información. Comunícate con tu fabricante de tuberías y/o accesorios para conocer las recomendaciones actuales.