

# Seis consejos para aplicaciones de mirillas críticas

Las aplicaciones de mirillas requieren diversos niveles de consideración durante la fase de diseño. En todas las aplicaciones, las mirillas estarán sometidas a fuerzas que involucren presión, temperatura, choque térmico, cáustica, abrasión o impacto. Es fundamental asegurar que el enfoque de diseño de cada aplicación tenga en cuenta estas condiciones.

Los riesgos son reales. Cuando una mirilla falla, puede ser extremadamente peligroso. Cuando una mirilla falla catastróficamente, puede causar lesiones graves al operario e incluso la muerte.

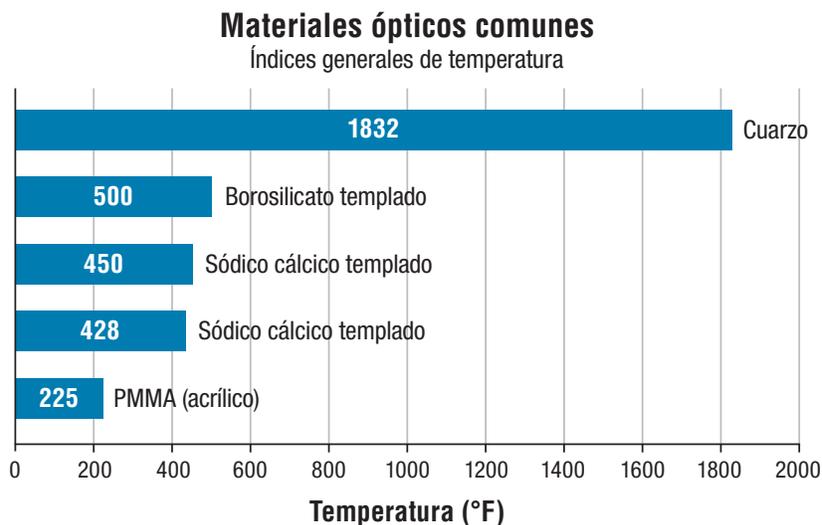
Además, una falla catastrófica de las mirillas puede crear costosos tiempos de inactividad. En un sistema hecho principalmente de metal, los puntos débiles son generalmente las juntas de sellado y el vidrio. Normalmente, la falla de una mirilla en un equipo o dentro de un sistema de tuberías detendrá todo el proceso hasta que el equipo pueda repararse o reemplazarse. Además, esta falla puede conducir a la eliminación de los materiales del proceso. En el caso de un proceso farmacéutico, la pérdida del producto podría costar millones de dólares.

Las fuerzas extremas, ya sean internas o externas, pueden tener un impacto perjudicial en la visibilidad y la resistencia de los componentes de vidrio. Incluso las grietas, rayones o abrasiones menores del vidrio pueden ser una fuente de debilidad dentro del vidrio, lo que muy probablemente derivará en una falla.

Las mirillas son productos de alta ingeniería. Este informe técnico brinda asesoramiento experto sobre cómo seleccionar una mirilla capaz de satisfacer las necesidades de su aplicación crítica particular. Se abordan seis condiciones y cómo diseñarlas.

## Temperatura

La temperatura dentro de un sistema de proceso tendrá un efecto en la mirilla. Se deben considerar todos los extremos posibles dentro de los cuales la mirilla debe ser capaz de funcionar. Según el rango de temperatura, ciertos tipos de vidrio tendrán un mejor rendimiento que otros. A temperaturas inferiores a los 300 °F (149 °C), se puede utilizar el vidrio sódico cálcico estándar. Para aplicaciones que impliquen temperaturas de hasta 500 °F (260 °C), se puede utilizar vidrio de borosilicato. A temperaturas superiores a los 500 °F (260 °C), como en aplicaciones de vapor a alta temperatura, se recomienda el uso de vidrio de cuarzo o zafiro. El siguiente gráfico enumera los rangos de temperatura recomendados para la mayoría de los tipos de vidrio mencionados.



## Choque térmico

El choque térmico puede provocar grietas como resultado de un cambio rápido de la temperatura. Algunos tipos de vidrio son particularmente vulnerables a esta forma de falla, debido a su baja resistencia, baja conductividad térmica y altos coeficientes de expansión térmica. Cuando el agua fría entra en contacto con una mirilla en un recipiente calentado durante el lavado, se incluye entre las situaciones en las que puede producirse un choque térmico. Otra posibilidad de que se produzca un choque térmico se da desde el interior del recipiente. Esto puede ocurrir durante el arranque cuando se introducen materiales calientes o fríos, o durante las operaciones de limpieza in situ (CIP, por sus siglas en inglés) o esterilización in situ (SIP, por sus siglas en inglés). Durante estas situaciones, los materiales se introducen a una temperatura muy diferente a la de la mirilla. El contacto inicial puede provocar un cambio rápido de temperatura en el vidrio, lo cual puede provocar una falla. Otro peligro de choque térmico puede ocurrir durante el autoclave. Si el choque térmico es un posible riesgo dentro del sistema de proceso, se debe especificar, como mínimo, el vidrio de borosilicato. El vidrio de borosilicato tiene un coeficiente térmico de expansión considerablemente más bajo que el vidrio sódico cálcico, lo que hace que el vidrio de borosilicato sea más tolerante a los cambios bruscos de temperatura. El cuarzo fundido tiene una capacidad aún mayor para ambientes de temperaturas más extremas.

El siguiente cálculo se utiliza para determinar el parámetro de choque térmico o la resistencia de un material determinado al choque térmico.

$$R_T = \frac{k\sigma_T(1-\nu)}{\alpha E}$$

donde:  $k$  es conductividad térmica

$\sigma_T$  es la máxima tensión que el material puede resistir

$\alpha$  es el coeficiente de expansión térmica

$E$  es el módulo de Young y

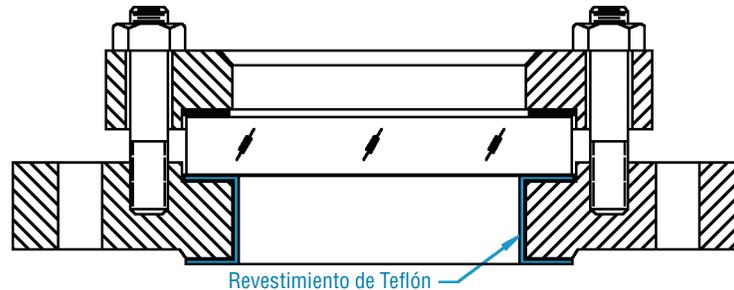
$\nu$  es la proporción de Poisson.

## Corrosión

El vidrio de calidad de laboratorio es una formulación de minerales y químicos que es inerte a casi todos los materiales, con excepción del ácido fluorhídrico, ácido fosfórico caliente y álcalis calientes. Ciertos materiales del proceso son cáusticos o ácidos y pueden corroer el vidrio. El resultado es una vista nublada con integridad debilitada que requiere que se reemplace la mirilla. El ácido fluorhídrico tiene el efecto más grave, en el que incluso unas pocas partes por millón provocarán un ataque al vidrio. Es necesario considerar cuidadosamente las sustancias químicas presentes en un proceso de limpieza para garantizar que el material de vidrio no se vea afectado. Para obtener más detalles sobre las características físicas del vidrio de borosilicato, se puede consultar la norma ASTM E438 “Especificación estándar para vidrios utilizados en aparatos de laboratorio” como material de referencia. La vida útil de una mirilla en estos casos puede extenderse con protectores montados en el lado del proceso del vidrio. Hechos de material de mica, FEP o Kel-F, estos protectores no son tan transparentes como el vidrio, por lo que hay un compromiso en la visibilidad.

La corrosión también es un factor con el metal utilizado en una ventanilla de mirilla. La mayoría de los diseñadores de sistemas saben qué tipo de acero inoxidable debe usarse para manipular su medio de proceso cáustico o ácido y especificarán este acero a su proveedor de mirillas. En algunos casos, una mirilla puede montarse de manera tal que el anillo metálico no entre en contacto con el fluido del proceso y, por lo tanto, se puede utilizar acero de menor costo.

En esta vista en corte de una mirilla atornillada montada en un recipiente, solo el vidrio y el teflón están expuestos al medio de proceso. En lugar del Hastelloy costoso, se puede utilizar acero al carbono de menor costo en el anillo de la mirilla.



## Abrasión

La abrasión o desgaste físico del material de la superficie del vidrio puede ocurrir con fluidos que contienen partículas granulares en suspensión o con partículas transportadas en los gases del proceso. Esta erosión del vidrio puede limitar la visibilidad y afectar su resistencia. Al diseñar para un entorno abrasivo, es crítico preparar un programa de mantenimiento rutinario para evaluar los materiales de vidrio. La inspección del material de vidrio puede lograrse visualmente o utilizando equipos ultrasónicos, que es una forma no destructiva de analizar el espesor de la pared y determinar si los abrasivos han reducido el espesor del material de vidrio. También es útil en estas condiciones montar un protector en el lado del proceso de la ventanilla para extender la vida útil de una mirilla.

## Presión

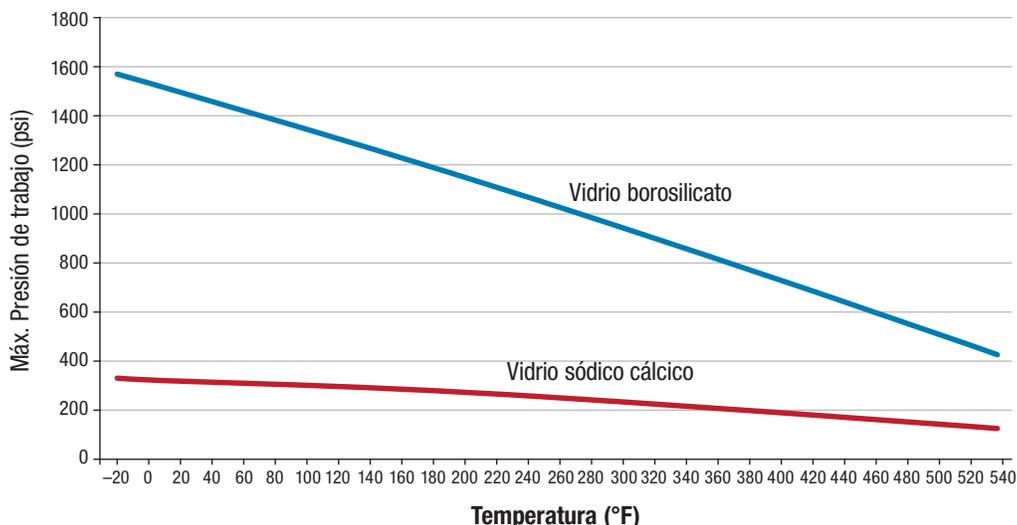
La presión puede especificarse como *trabajo*, *diseño*, *prueba*, o *estallido*. *La presión de trabajo* es la presión máxima permitida dentro de un entorno presurizado operativo. *La presión de diseño* es la presión máxima que el sistema fue diseñado para retener, incluido un factor de seguridad normalmente especificado por ASME. *La presión de prueba* es el valor normalmente especificado por un usuario final para ir más allá de la presión de diseño del recipiente para asegurar que los componentes no solo cumplirán con los criterios de diseño, sino que también incorporarán un nivel de seguridad que lo supere. *La presión de estallido* es la cantidad de presión a la que un componente fallará. Normalmente, esta prueba se realiza solo en ambientes altamente críticos para la seguridad, como las instalaciones nucleares. Alcanzar la *presión de estallido* es una prueba costosa ya que requiere que el fabricante destruya el componente.

Los materiales de vidrio seleccionados, el diámetro sin soporte y el espesor del vidrio cumplen una función en la determinación de las capacidades de presión de un ensamblaje para mirilla.

Hay dos tipos de mirillas: un disco de vidrio convencional y un disco de vidrio fusionado a un anillo metálico durante la fabricación. El vidrio convencional normalmente falla como resultado de ser sometido a una tensión significativa. Con las ventanillas de mirillas fundidas, la fuerza de compresión del anillo metálico excede la fuerza de tensión (es decir, la presión) y, como resultado, la mirilla no fallará. El anillo metálico aprieta el vidrio y lo mantiene en compresión radial.

Las ventanillas de mirillas fundidas ofrecen altos índices de presión y altos márgenes de seguridad. Las mirillas fundidas más fuertes están hechas de acero inoxidable dúplex y vidrio de borosilicato, esta combinación crea la compresión más alta.

**Comparación de presión o temperatura**  
Borosilicato contra sódico cálcico



Este gráfico muestra la temperatura de funcionamiento de una mirilla de borosilicato fundida y una mirilla sódica cálcica fundida a diferentes temperaturas. (De "Compression vs. Fusion in Sight Glass Construction" de Karl Schuller, Herberts Industrieglas GmbH. Utilizado con permiso).

**Impacto**

Algunas aplicaciones implican objetos que impactan en la mirilla. Un ejemplo es una mezcladora de alimentos en la que los trozos duros de materia pueden golpear el vidrio. Otro ejemplo sería una llave inglesa lanzada por un trabajador que golpea la mirilla. Si bien estos eventos rara vez son suficientes como para causar fallas inmediatas, pueden crear rayones o hendiduras que pueden proporcionar un punto para que la fuerza de tensión se concentre. Siempre se recomienda que las mirillas rayadas sean reemplazadas inmediatamente. Las mirillas fundidas ofrecen la mayor protección contra estas situaciones. Consulte los detalles de una ventanilla de mirilla de estilo fundida en la sección "Presión" de este informe técnico.

**Comparación de mirillas para aplicaciones críticas**

	Aplicación de temperatura	Resistencia a choques térmicos	Resistencia a la corrosión	Resistencia a la abrasión	Capacidad de presión	Impacto Resistencia
Disco de vidrio Sódico cálcico	Hasta 300 °F (149 °C)	Mala	Mala	Mala	Moderada	Mala
Mirilla fundida sódica cálcica	Hasta 300 °F (149 °C)	Moderada	Mala	Mala	Buena	Buena
Disco de vidrio borosilicato	Hasta 500 °F (260 °C)	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena
Mirilla fundida de borosilicato	Hasta 500 °F (260 °C)	Buena	Buena	Buena	Excelente	Excelente
Disco de cuarzo	Por encima de los 500 °F (260 °C)	Excelente	Excelente	Excelente	Buena	Moderada