

VIDRIO TEMPLADO

Cada año, un gran número de personas sufre accidentes, a veces de gravedad, causados por la rotura de vidrios. La mayor parte de ellos se producen por impacto humano contra superficies vidriadas verticales en puertas, paños laterales que son confundidos con accesos, vidriados lindantes con áreas resbaladizas y vidriados a baja altura respecto del piso.

En la práctica, gran parte de las consecuencias de dichos accidentes pueden ser evitadas o minimizadas empleando cristal templado de seguridad en áreas consideradas de riesgo a impacto humano.

1. INTRODUCCIÓN

Como todos saben, el vidrio recocido es muy resistente a la compresión pura, pero relativamente débil a la tracción. La rotura de un vidrio se puede originar por un excesivo esfuerzo de tracción sobre la superficie de sus bordes, una sobretensión en las microfisuras de Griffith, por otros daños.

El primer descubrimiento acerca de una forma más resistente de vidrio fueron las denominadas "Gotas del príncipe Ruperto", las que se obtenían enfriando rápidamente gotas de vidrio en estado de fusión. Las mismas carecían de utilidad pero podían soportar impactos de martillo que un vidrio común jamás resistiría.

Al enfriar una hoja de vidrio, su superficie se enfría velozmente mientras que la zona interior se contrae más que la superficie y su enfriamiento se produce más lentamente.

Es por dicho motivo que un vidrio térmicamente templado presenta tensiones inducidas por dicho diferencial de contracción, observándose compresión en la superficie y las correspondientes tensiones de tracción en el centro del vidrio.

El objetivo es proveer un vidrio que sea más resistente a las sollicitaciones de tracción ya sean éstas de origen mecánico o térmico.

Como conclusión, las propiedades de un vidrio térmicamente templado se basan fundamentalmente en su mayor capacidad para resistir esfuerzos de tracción que un vidrio recocido nunca podría soportar, así como un ΔT° en relación al vidrio antes mencionado.

2. VIDRIO TEMPLADO

2.1 Tensión admisible

El vidrio templado se produce a partir de un vidrio recocido Float o Texturado, el cual ha sido calentado uniformemente a una temperatura superior a los 620 °C y enfriado rápidamente soplando aire frío sobre sus caras.

Como resultado de ello el vidrio templado presenta un estado de tensiones inducidas, con una tensión de compresión del orden de 80 a 150 N/mm². Para que un vidrio templado pueda ser considerado como un vidrio de seguridad, debe presentar una tensión superficial de compresión no menor a 100 N/mm².

2.2 Resistencia

Un vidrio templado tiene una resistencia mecánica cuatro veces mayor a la de un vidrio recocido. No obstante ello, no siempre es posible aprovechar dicha propiedad pues el vidrio templado tiene el mismo módulo de elasticidad de Young que un vidrio sin procesar.

El dimensionamiento de un vidrio templado a menudo es definido por sus limitaciones a la flexión más que por su resistencia.

La resistencia de un vidrio templado es suficiente para permitir su empleo en una serie de aplicaciones estructurales o semiestructurales.

Posee una resistencia y confiabilidad adecuada para ser utilizado con agujeros o entrantes, lo que posibilita su montaje y unión con herrajes abulonados, siempre y cuando los mismos hayan sido correctamente diseñados para tal propósito y se instalen empleando la tecnología adecuada de montaje para cada aplicación particular.

2.3 Propiedades térmicas

El vidrio templado resiste cambios bruscos de temperatura y tensiones térmicas seis veces mayores que un vidrio sin templar. Su temperatura máxima de trabajo es del orden de 250 °C; superada dicha temperatura es posible que las tensiones que le fueron incorporadas por el proceso de templado vayan disminuyendo gradualmente.

2.4 Características de rotura

Debido a las elevadas tensiones a las que ha sido sometido, una vez que se inicia la rotura de un vidrio templado, ésta se propaga rápidamente dada la liberación de energía que se produce.

Como consecuencia de ello el vidrio se desintegra en pequeños fragmentos que no causan heridas cortantes o lacerantes serias, como las que causarían los bordes filosos de pequeños trozos de vidrio recocido.

Es necesario estar seguro que el vidrio templado ha sido suficientemente tensionado para producir la forma de fragmentación requerida por un vidrio de seguridad.

VIDRIO TEMPLADO

Esta es la razón por la que un vidrio templado roto es considerado como un vidrio de seguridad y es empleado en áreas de riesgo sujetas a la posibilidad de impacto humano.

Dichas situaciones están definidas en las normas IRAM 12559 y 12596 y en otras similares de otros países tales como las Normas B.S., DIN, ANSI, ABNT, entre otras.

Es necesario estar seguro que el vidrio templado ha sido suficientemente tensionado para producir la forma de fragmentación requerida por un vidrio de seguridad.

El patrón de rotura producida bajo condiciones controladas puede ser empleado para definir la calidad de un vidrio templado. En una muestra cuadrada de 50mm de lado, deberán contarse 40 fragmentos como mínimo.

Otra forma de observación práctica consiste en verificar que el tamaño máximo de cada fragmento no supere cinco veces el espesor del vidrio. Ambos criterios son indicios de una buena calidad de vidrio templado (Norma IRAM 12556).

2.5 Rotura Espontánea

Una de las formas características de rotura de un vidrio templado es la que se ha dado en llamar “rotura espontánea”. Esta es la rotura de un vidrio templado causada por una razón no inmediatamente evidente.

Las causas habituales de rotura son: daños en los bordes del vidrio, daños por impacto, y eventualmente la presencia de materias extrañas en el vidrio.

En realidad el vidrio templado es mucho menos susceptible a la “rotura espontánea” que cualquier otro tipo de vidrio. Pero debido a que su rotura produce un ruido sordo que puede estar acompañado por desprendimiento y caída de fragmentos, ésta es mucho más evidente.

2.6 Causas de rotura

Las causas de “rotura espontánea” de un vidrio pueden ser diversas. Cuando uno observa un paño de vidrio templado fracturado y no encuentra ninguna razón evidente para haber causado su rotura, comienza a imaginar probables o posibles causas incluyendo las que pudieron haber ocurrido en el pasado.

Las siguientes son cuatro posibles causas que pueden producir una inexplicable “rotura espontánea” de un vidrio templado y que deben ser tomadas en cuenta para su análisis:

- Impacto de un proyectil duro que golpeó el vidrio en forma frontal u oblicua.
- Fatiga estética originada por una carga constante.
- Acción de una carga creciente sobre un vidrio.
- Presencia de impurezas en el vidrio.

Cuando la rotura se produce por impacto es muy difícil analizar la forma de propagación de la fractura pues el golpe del objeto usualmente produce el desprendimiento de fragmentos, lo que hace prácticamente imposible encontrar la causa de la rotura. Si se encuentra el objeto que causó el impacto, éste es necesario para el estudio, aunque casi siempre y por diversas razones es difícil de hallar.

Un vidrio templado puede perder resistencia debido a fatiga estática, pero no con el mismo grado que un vidrio recocido sometido a una carga permanente. El vidrio recocido pierde aproximadamente un 50 por ciento de su capacidad de carga instantánea si es sometido continuamente durante un año a dicho régimen, mientras que un vidrio templado sólo pierde alrededor de un 20 por ciento de su resistencia en el mismo periodo. No obstante, si el vidrio templado recibe daños causados por impacto de objetos con punta o rayas profundas (causadas durante la instalación: por uso rudo y abusivo, limpieza inadecuada, etc.) que penetran entre un 20 y un 33 por ciento en su espesor, pueden llegar a la zona de tracción del templado. En esta zona, el continuo esfuerzo combinado con la acción del vapor de agua presente en la atmósfera, pueden quizás generar un punto de inicio de fractura que podría llegar a causar su “rotura espontánea” mucho tiempo después.

Las roturas debidas a la presencia de impurezas es una causa a la que a veces se atribuye la “rotura espontánea” de un vidrio templado. La misma, que fuera descubierta durante los años 60, ya no es considerada como una causa principal de “rotura espontánea” dado el extraordinario avance tecnológico experimentado por la industria del vidrio y el desarrollo del proceso Float. Un buen diseño, una correcta instalación, control de calidad y un adecuado mantenimiento y limpieza, son las acciones prácticas más efectivas para minimizar las probabilidades de “rotura espontánea” de un vidrio templado, que siempre obedecen a una causa objetiva, aunque éstas no puedan ser evitadas con una seguridad del 100 %.

2.7 Distorsión y alabeo

El calentamiento del vidrio produce un ablandamiento tal que permite producir deformaciones por gravedad u otras causas tornándolo ópticamente menos perfecto que el vidrio recocido a partir del cual fue procesado.

El proceso de templado también puede causar algún grado de alabeo en el vidrio, pero debido al notable desarrollo de los procesos de templado, la magnitud de alabeo se mantiene dentro de las tolerancias mínimas, aunque inevitables. Los vidrios templados con proceso horizontal, presentan un menor grado de alabeo que los templados con proceso vertical. La distorsión de un vidrio templado puede ser causada por marcas de pinzas, estiramiento o por acción de rodillos. Cualquier distorsión será siempre más evidente cuando es observada por reflexión y se tornará aún más notoria cuando se emplea cristal reflectante o vidrios pintados.

VIDRIO TEMPLADO

3. PROCESOS DE FABRICACIÓN

Existen dos métodos para procesar vidrio térmicamente templado: templado vertical y templado horizontal.

3.1 Templado vertical

En este proceso el vidrio es templado en posición vertical, suspendido mediante pinzas que dejan marcas características sobre uno de sus bordes conocidas como “marcas de pinzas”.

3.2 Templado horizontal

También denominado proceso de templado “sin marcas de pinzas”, el vidrio es procesado en posición horizontal sobre rodillos.

4. VIDRIOS TEMPLADOS PARA ARQUITECTURA

4.1 Vidrios transparentes

- **Vidrio incoloro**

Manufacturado a partir de cristal Float incoloro.

- **Vidrio color**

Manufacturado a partir de cristal Float coloreado en su masa. Los colores usualmente disponibles son: bronce, gris y verde.

- **Vidrio reflectivo:**

Manufacturado a partir de cristal Float reflectivo, apto para templar. Disponible con recubrimiento reflectivo plateado aplicado sobre cristal coloreado en su masa gris, bronce o verde.

4.2 Vidrios translúcidos

- **Incoloro**

Manufacturado a partir de vidrio texturado incoloro cuyo diseño sea apto para templar.

- **Coloreado en su masa**

Manufacturado a partir de vidrio texturado coloreado en su masa y cuyo diseño sea apto para.

- **Esmerilado**

Opacado mediante pinturas cerámicas translúcidas o por ataque con ácidos o arenado.

4.3 Vidrios serigrafiados

Manufacturado con Float incoloro o de color, una de las caras del vidrio presenta un dibujo o diseño que se imprime con tintas cerámicas, en uno o más colores, mediante técnicas serigráficas.

Variando el porcentaje de área cubierta con serigrafía, varían las propiedades de transmisión de luz y calor solar radiante.

4.4 templados laminados

Manufacturado con Float incoloro o de color, es un vidrio compuesto por dos hojas de cristal templado, íntimamente unidas entre sí con una lamina de PVB (polivinil de butiral) incoloro o de color.

El cristal templado laminado, reúne en un solo producto casi todas las ventajas de ambos tipos de vidrio de seguridad. Su empleo está indicado para neutralizar la rotura de vidrios laminados de seguridad sometidos a tensiones térmicas excesivas y, empleando cristales de fuerte espesor, para construir balaustradas estructurales de vidrio.

En forma de laminado múltiple a base de tres vidrios más, es indicado para materializar barreras transparentes antidesmanes y neutralizar actos de vandalismo.

5. CAMPO DE APLICACIÓN

5.1 Normas IRAM

Las siguientes son las principales normas argentinas relativas al uso seguro del vidrio y a los vidrios de seguridad, templados y laminados para la construcción.

- IRAM 12595 Práctica recomendada de seguridad para áreas vidriadas susceptibles de impacto humano.
- IRAM 12556 Vidrios planos de seguridad para la construcción.
- IRAM 12565 Método de cálculo del espesor conveniente.
- IRAM 12559 Método de determinación de la resistencia al impacto.
- IRAM 12572 Método de ensayo de fragmentación.
- IRAM 12596 Práctica recomendada para el empleo de los vidrios de seguridad en la construcción.