

VIDRIO TEMPLADO

La principal limitación que posee el vidrio como material de construcción es su conocida fragilidad. El proceso de templado incrementa su resistencia mecánica y térmica convirtiendo al vidrio templado en un vidrio de seguridad.

Si bien el vidrio es un material muy resistente a la compresión pura, su escasa resistencia a la tracción es la causa principal de rotura de paneles de vidrio.

Para mejorar la resistencia estructural y al impacto de un vidrio, se recurre al proceso de templado, que consiste en calentarlo uniformemente hasta una temperatura superior a los 650°C (punto de ablandamiento) y luego enfriarlo bruscamente, soplando aire frío a presión controlada sobre sus caras. La superficie del vidrio se enfría más rápidamente, mientras que la zona interior continúa dilatándose. Como consecuencia de este diferencial de contracción, el vidrio templado concentra zonas de energía, presentando un equilibrio inestable de tensiones (compresión en sus superficies y tracción en el interior), que le brindan una mayor capacidad para resistir esfuerzos de tracción, ya sean de origen mecánico o térmico.

Para tener una dimensión de este incremento en la resistencia debemos saber que el módulo de rotura para un vidrio común es de 350 a 550 Kg/cm², en un vidrio templado es de 1850 a 2100 Kg/cm², que equivale de 4 a 5 veces la resistencia de un vidrio normal. La resistencia al choque térmico (diferencia de temperatura entre las dos caras de un panel de vidrio que produce la rotura de éste) pasa de 60 °C a 240 °C., por lo que es recomendado en puertas de hornos de cocina y lámparas a la intemperie.

La resistencia intrínseca del vidrio templado lo hace apto para aplicaciones estructurales o semiestructurales calculadas previamente considerando el montaje o su unión mediante herrajes específicos que garantizan su anclaje en barrenos y recortes realizados al vidrio, conformando sistemas de acristalamiento autosoportables. Todas las manufacturas, ya sean cortes de dimensiones, canteados o taladros deberán ser realizadas previamente al templado, ya que, cualquier trabajo de mecanizado que se realice sobre el vidrio ya templado, produciría la rotura del mismo.

SEGURIDAD

El vidrio templado está considerado como un vidrio de seguridad para la construcción, y su uso es recomendado en diversas áreas susceptibles de impacto humano.

Esto se debe a que, en caso de rotura del paño, se rompe también el equilibrio de tensiones al que fue sometido durante el proceso de temple, produciendo una liberación de energía que propaga el quiebre rápidamente por todo el paño. Por lo

tanto, el vidrio se desintegra en pequeños fragmentos de aristas redondeadas, que no causan heridas cortantes o lacerantes de consideración. Este patrón de rotura es el que define la calidad de un vidrio templado. Cuanto más pequeños sean los fragmentos, mayor es su calidad.

Un vidrio templado de buena calidad debe cumplir los requerimientos indicados en la Norma Oficial Mexicana NOM-146-SCFI-2001.



Un cristal templado de 8 mm de espesor resiste el impacto de una bola de acero de 500 gr. de peso, dejada caer de una altura de 2 metros sin velocidad inicial, estando el vidrio templado apoyado en dos listones separados un metro. La misma bola, dejada caer desde 30 cms. de altura, rompe un vidrio pulido del mismo espesor.

ROTURA ESPONTANEA

La rotura espontánea del vidrio, consiste en la desintegración de un vidrio en miles de trozos pequeños sin causa aparente. Esta situación se da en muy raras ocasiones, motivada por pequeñas oclusiones de sulfuro de níquel contenido en el vidrio que eventualmente pueden originar tensiones al interior provocando la rotura.

El proceso de ablandamiento previo al templado del vidrio puede producir distorsiones ópticas y algún grado de alabeo (flecha) en el producto final. La misma Norma Oficial Mexicana NOM-146-SCFI-2001 marca los parámetros máximos para el alabeo del vidrio templado.

PROCESO DE FABRICACIÓN

Un horno para templado de vidrios se compone básicamente de dos partes:

- Una cámara de calentamiento, generalmente por resistencias eléctricas, donde el vidrio permanece hasta alcanzar su temperatura de ablandamiento.

- Una cámara de enfriamiento, consistente en sopladores conectados a ventiladores de alta potencia, con regulación de la presión de aire en función del tipo de vidrio y del espesor de la pieza a templar (a mayor espesor, menor presión).

De acuerdo al sistema de tracción y movimiento del vidrio, los hornos de templado se clasifican en:

- **Verticales o de pinzas**

El vidrio se desplaza en posición vertical, suspendido mediante pinzas, a lo largo de un riel. Estas pinzas sujetan al vidrio por uno de sus bordes, y al alcanzar el punto de ablandamiento producen en el mismo una pequeña depresión irreversible, conocida como “marca de pinza” o “impronta”. Estas pequeñas deformaciones impiden que los vidrios templados con este sistema puedan ser posteriormente laminados y han dejado en desuso este tipo de hornos.

- **Horizontales**

En este proceso, más moderno que el anterior, el vidrio se desplaza horizontalmente sobre rodillos cerámicos o de silicio.



De acuerdo al sistema de funcionamiento, estos hornos pueden ser:

- **Continuos:** la cámara de calentamiento tiene una longitud tal que el vidrio, desplazándose a una velocidad constante, al llegar al final de la misma alcanza la temperatura de ablandamiento.
- **Oscilantes:** la cámara es mucha más corta, y el vidrio se mantiene dentro de la misma realizando cortos movimientos hacia adelante y hacia atrás hasta alcanzar su temperatura de trabajo.

De acuerdo a la fuente de calor, estos hornos pueden ser:

- **Hornos eléctricos:** calientan el vidrio principalmente mediante la radiación emitida por resistencias eléctricas.
- **Hornos de convección forzada:** en este tipo de hornos el calor generado por quemadores (generalmente de gas) es impulsado mediante ventiladores hacia el vidrio.
- **Hornos mixtos:** son hornos eléctricos que producen cierta agitación del aire interior mediante sistemas de soplado de aire comprimido.

Para vidrios reflectivos o de baja emisividad (Low-e) deben de usarse hornos horizontales provistos de sistemas de calentamiento por convección.

APLICACIONES HABITUALES

Muchas son las aplicaciones del vidrio templado con el objeto de proveer de seguridad a los inmuebles y personas.

La gran resistencia del vidrio templado a los esfuerzos mecánicos y sus consiguientes posibilidades estructurales favorecieron su implementación generalizada en los escaparates de tiendas y comercios durante los pasados 40 años. La posibilidad de sujetar paños vidriados de grandes dimensiones con pequeños herrajes metálicos ha seducido durante décadas a los proyectistas de arquitectura que han multiplicado sus aplicaciones.

El muro cortina, como superficie de vidrio ininterrumpida, puede concebirse y edificarse de muchas maneras. El vidrio puede estar total o parcialmente enmarcado, o bien pegado sobre la estructura portante mediante silicona estructural.

La concepción del vidrio suspendido, se ha convertido en un elemento posible de la expresividad en arquitectura, cediendo todo el protagonismo de la estructura o la fachada a la transparencia o a la reflexión del vidrio.



Se emplea con frecuencia en: equipamiento de oficinas, puertas internas y externas, ventanas, tapas de muebles, mesas, escaleras, divisiones de interior, revestimiento de paredes y cerramiento de balcones. En los últimos años, las obras arquitectónicas de cierta envergadura contemplan los grandes frentes o fachadas vidriados flexibles o suspendidos, que requieren herrajes específicos.

También su condición de vidrio de seguridad para áreas susceptibles de impacto humano ha permitido el desarrollo de sistemas cancelas o mamparas de baño, ya sean fijas, corredizas, plegadizas, frontales o en esquinero. Para estos usos es posible templar vidrios translúcidos o esmerilados (impresos tipo Stipolite o Martelé).

Su gran resistencia a los cambios bruscos de temperatura permite su uso en lugares con exposición a altas temperaturas, como visores y tapas de hornos.

HERRAJES Y ACCESORIOS

En la actualidad, el desarrollo y diseño de herrajes apunta hacia los sistemas de fijación puntual, donde el vidrio es tomado a través de perforaciones realizadas en sus esquinas por rótulas o “arañas” (spiders) metálicos que, a su vez, se fijan a columnas estructurales o costillas de vidrio templado ubicadas por detrás. Estas rótulas permiten el libre movimiento del vidrio, absorbiendo la presión y succión del viento y las deformaciones de la estructura.



En este tipo de aplicaciones, el comportamiento mecánico del vidrio es importante, siendo necesario adaptar su capacidad de respuesta.

Además, el entorno de los acristalamientos, los principios de transmisión de esfuerzos y las zonas de trabajo entre los diversos materiales constitutivos del sistema global, deben estudiarse minuciosamente, teniendo en cuenta dos principios funcionales fundamentales:

- Determinar con precisión las condiciones de apoyo.
- Evaluar las capacidades cinemáticas (movimientos entre los elementos constitutivos).

Un universo cada día más amplio de herrajes de acero, permite realizar infinitas combinaciones de paños fijos y móviles, pivotantes, corredizos, plegadizos, basculantes y giratorios, con movimientos manuales o automatizados, que transforman el cristal templado en la forma más transparente y económica de resolver el frente de un local comercial, una fachada integral o de una casa de habitación.

Para las aplicaciones de cristal templado en barandales o barandillas cada día más proyectadas para su uso en terrazas, los fabricantes de herrajes, han desarrollado sistemas integrales para su aplicación en aluminio o acero inoxidable, diseñados para responder a las necesidades de seguridad requeridas para su proyecto.



Los cancelos de baño de vidrio templado cada día más proyectados por los profesionales arquitectos por su condición de transparencia, limpieza y concepto minimalista cuentan con una amplia gama de diseños de herrajes y acabados anticorrosivos que permiten su aplicación sin apenas limitaciones.

USOS ESPECIALES

Vidrio termoendurecido

Se trata de un proceso similar al de temple, pero con menor enfriamiento y presión. El resultado es un vidrio menos resistente que el templado (aproximadamente la mitad, pero el doble de resistente que un vidrio sin tratar), pero que presenta un patrón de rotura mucho más grande y menor nivel de deformación. Su uso es muy recomendado en paños que estén expuestos muy directamente a la radiación solar, sobre todo si son coloreados en su masa o reflectivos.

Vidrio templado laminado

El vidrio laminado consiste en la unión de dos o más hojas de vidrio a través de la interposición de una o más láminas de polivinil butiral (PVB), compactado por medio de distintos procesos de calor y presión, que minimiza las posibilidades de desprendimiento del vidrio en caso de rotura, evitando así riesgos físicos a las personas y materiales en su entorno de riesgo por rotura.

Variando la naturaleza, número y espesor de sus componentes (láminas de vidrio y PVB) se obtienen conjuntos de características diferentes, pudiendo variar su

resistencia para proporcionar desde una seguridad física hasta una protección antibala, e incluso lograr composiciones de color personalizadas.

El producto, una vez acabado, puede recibir cualquier manufactura (corte, taladros, etc.), lo que le convierte en una solución que cubre un amplio abanico de necesidades, tanto decorativas como arquitectónicas.

El vidrio templado y posteriormente laminado con PVB, resulta un producto con altísima resistencia al impacto, a los esfuerzos de flexión y a las sollicitaciones de origen térmico. En general se utiliza vidrio termo-endurecido, ya que por su bajo nivel de ondulaciones se lamina más fácilmente, y su patrón de rotura más grande le da mayor adherencia al PVB. Su uso es muy difundido en techos y balaustradas de vidrio estructural empotrado.

Los vidrios laminados de seguridad suponen una excelente barrera de protección que conserva a su vez la perfecta transparencia del vidrio, aislamiento acústico y ofrecen ser un buen recurso antivandalismo.



Esmaltado

Antes de someterlo al proceso de templado, el vidrio puede ser tratado con esmaltes cerámicos vitrificables, que luego de dicho proceso quedarán incorporados definitivamente a la masa del cristal. Según como se realice este tratamiento, el producto final puede ser:

· Vidrio templado opaco

Una de las caras del vidrio está completamente revestida con esmalte, dando como resultado un cristal opaco del color del mismo, utilizado como revestimiento. Es muy común su utilización como revestimiento de antepechos en sistemas de muro cortina o piel de vidrio, debido a que la cercanía de una viga de hormigón o muro impide la disipación de calor, sobrecargando la temperatura del paño.

· Vidrio serigrafiado

A una de las caras del vidrio se le aplica, por estampado serigráfico, un motivo a uno o varios colores. Este motivo, puede ser un diseño repetitivo o una trama de puntos o líneas, que además de dar al vidrio una imagen estética única, permiten controlar la incidencia de la luz solar y la privacidad. También pueden estamparse motivos unitarios, letras, logotipos, etc.

Doble vidrio con cámara aislante

Formado por dos o más laminas, separadas entre sí por una cámara de aire o algún otro gas deshidratado. La separación entre las láminas la proporciona un perfil de aluminio hueco en cuyo interior se introduce el producto deshidratante. El conjunto permanece totalmente estanco gracias a un sellado que actúa de barrera contra la humedad. El segundo sellante asegura la adherencia entre las dos láminas y la integridad del conjunto. El conjunto presenta un bajo coeficiente de transmisión, lo cual disminuye mucho las pérdidas de calor con respecto los Vidrios monolíticos. Por otra parte, la superficie interior del acristalamiento doble permanece siempre a una temperatura próxima a la de la habitación, aumentando así la sensación de confort para las personas que permanezcan junto a la ventana y disminuyendo también el riesgo de condensaciones superficiales en régimen de invierno.

Como cualquier otro tipo de vidrio plano, el templado puede ser utilizado en compuestos con cámara de aire. Es muy común su utilización como cara exterior de DVCA para techos, por su alta resistencia al impacto, combinado con un vidrio laminado como cara interior.

En zonas de huracanes se recomienda la instalación en ventanas de vidrios templados en sistemas de doble acristalamiento con cámara intermedia para elevar las condiciones de resistencia y seguridad sin perder condiciones de aislamiento térmico o acústico.

También en los sistemas de fijación puntual pueden colocarse paneles de DVCA con ambas caras templadas. En esos casos se utilizan separadores especialmente diseñados para garantizar el espesor de la cámara y la estanqueidad en los agujeros.

COMO RECONOCER UN VIDRIO TEMPLADO

Los vidrios templados deben ir serigrafiados con un sello cerámico que autentifica su fabricación conforme a la norma oficial mexicana (NOM-146-SCFI-2001) e identifica al fabricante como un acto de responsabilidad y una garantía de calidad.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-146-SCFI-2001, PRODUCTOS DE VIDRIO-VIDRIO DE SEGURIDAD USADO EN LA CONSTRUCCION-ESPECIFICACIONES Y METODOS DE PRUEBA.

Con fecha 26 de mayo de 2000, el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad al Usuario, Información Comercial y Prácticas de Comercio aprobó la publicación del Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-146-SCFI-2000, Productos de vidrio-Vidrio de seguridad usado en la construcción-Especificaciones y métodos de prueba, lo cual se realizó en el Diario Oficial de la Federación el 30 de octubre de 2000.

Con fecha 23 de febrero de 2001, el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad al Usuario, Información Comercial y Prácticas de Comercio aprobó por unanimidad la norma referida.

“La Ley Federal sobre Metrología y Normalización establece que las normas oficiales mexicanas se constituyen como el instrumento idóneo para la protección de los intereses del consumidor y la seguridad de los usuarios, se expide la siguiente: Norma Oficial Mexicana NOM-146-SCFI-2001, Productos de vidrio-Vidrio de seguridad usado en la construcción-Especificaciones y métodos de prueba.”

1. Objetivo y campo de aplicación

1.1 Objetivo

Esta Norma Oficial Mexicana establece las especificaciones mínimas de seguridad y/o contención, que, como producto terminado, debe cumplir permanentemente el vidrio usado en la construcción, sus instalaciones y acabados, para reducir los riesgos de lesiones a las personas que tengan contacto con él, ocasionadas al romperse el vidrio por un impacto humano, por objetos proyectados hacia él, o alguna otra fuente externa, así como la protección contra acciones de fuerza, en eventos accidentales y naturales o por actos de agresión y vandálicos.

1.2 Campo de aplicación

Esta Norma Oficial Mexicana es aplicable al vidrio de seguridad y/o contención que se comercializa dentro del territorio de los Estados Unidos Mexicanos.

Para saber mas de la acerca de la Norma Oficial Mexicana NOM-146-SCFI-2001 puede usted visitar el sitio Web de la ASOCIACIÓN DE FABRICANTES DE VIDRIO DE SEGURIDAD, A.C.

<http://www.afvs.com.mx/index1.htm>