

NORMA TÉCNICA E.040

VIDRIO

ÍNDICE

CAPÍTULO 1 GENERALIDADES	07
1.1 Objetivo y campo de aplicación.....	07
1.2 Vidrio.....	07
1.3 Vidrio de seguridad.....	07
CAPÍTULO 2 CLASIFICACIÓN DEL VIDRIO.....	08
2.1 Vidrios primarios.....	08
2.2 Productos secundarios.....	10
CAPÍTULO 3 FACTORES A CONSIDERAR PARA MEDIR LAS PROPIEDADES DE LOS VIDRIOS.....	14
3.1 Aislamiento térmico.....	14
3.2 Aislamiento acústico.....	14
3.3 Coeficiente de sombra.....	14
3.4 Energía infrarroja.....	15
3.5 Energía solar.....	15
3.6 Energía ultravioleta.....	15
3.7 Ganancia de calor relativa.....	15
3.8 Luz visible.....	15
3.9 Luz visible transmitida.....	15
3.10 Reflejo total solar.....	15
3.11 Reflejo visible exterior.....	16
3.12 Reflejo visible interior.....	16
3.13 Rendimiento de protección	16
3.14 Transmisión de energía solar.....	17
3.15 Valor “U”.....	17
CAPÍTULO 4 ESPESORES Y TOLERANCIAS PARA EL VIDRIO.....	18
CAPÍTULO 5 DISEÑO.....	19
5.1 Generalidades.....	19
5.2 Conceptos y criterios para seleccionar vidrios y sistemas de aplicación en obras de arquitectura.....	19
5.3 Vidrios de seguridad en locación de riesgos	24

5.4	Sistemas de sujeción del vidrio.....	28
5.5	Dimensiones máximas recomendadas para la aplicación de vidrio flotado.....	33
CAPÍTULO 6 INSTALACIÓN.....		35
6.1.	Instalación de vidrios primarios.....	35
6.2.	Instalación de vidrios secundarios (procesados).....	35

CAPITULO 1

GENERALIDADES

1.1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Establecer las Normas de aplicación del Vidrio utilizado en la construcción, a fin de proporcionar el mayor grado de seguridad para el usuario, o terceras personas que indirectamente puedan ser afectadas por fallas del material o factores externos.

Esta Norma considera los diversos sistemas de acristalamiento existentes, en concordancia con el material y características de la estructura portante, (entre vanos, suspendida, fachadas flotantes, etc.), y la calidad, (primario o procesado) y dimensiones de las planchas de vidrio, según sus características; condiciones sísmicas, climatológicas y altura de la respectiva edificación, en el área geográfica de su aplicación.

Esta Norma será de aplicación obligatoria en todo el territorio nacional, complementariamente a las normas de edificación vigentes, para el otorgamiento de la licencia de construcción.

Los cálculos, planos de diseño, detalles y especificaciones técnicas deberán llevar la firma del profesional responsable (Arquitecto o Ingeniero Colegiado), quien es el único autorizado a realizar modificaciones a los mismos.

Todas las etapas del proyecto, construcción e inspección de la obra deberán ser realizadas por un profesional y técnico calificado.

1.2 VIDRIO

Es una sustancia sólida, sobrefundida, amorfa, dura, frágil, que es complejo químico de silicatos sólidos y de cal que corresponde a la fórmula: SiO_2 (Na₂O) m (CaO) n.

El silicato SiO_2 que constituye el elemento ácido proviene de la arena silicia, limpia y seca.

Los óxidos básicos provienen:

- Para el Na₂ O; del carbonato o del sulfato de sodio
- Para el CaO y MgO; de la caliza natural (carbonato de calcio) y de la dolomita.

1.3 VIDRIO DE SEGURIDAD

Es el vidrio fabricado, tratado, combinado y/o complementado con otros materiales, de forma tal que aumente su resistencia a la rotura y que se reduzca el riesgo de lesiones a las personas, en comparación con el vidrio común.

CAPITULO 2

CLASIFICACIÓN DEL VIDRIO

2.1 VIDRIOS PRIMARIOS

Son los que se obtienen directamente del horno de fundición.

2.1.1 Por su proceso de fabricación

2.1.1.1 Vidrio estirado

Proceso por la cual una máquina estiradora levanta de la superficie del vidrio fundido del horno la masa viscosa, que se transforma en una lámina, mediante un enfriamiento progresivo y controlado en la chimenea de recocido. El espesor del vidrio depende de la velocidad de estiramiento y de la temperatura de la masa en fusión.

2.1.1.1.1 Vidrio estirado vertical

Hay dos métodos de fabricación, según el modo de estiramiento:

- El procedimiento Fourcault utiliza para recoger la hoja un colector de refractario (debiteuse).
- El procedimiento Pittsburgh levanta la hoja de vidrio a partir de un baño libre (drawbar).

2.1.1.1.2 Vidrio estirado horizontal

Este procedimiento presenta la particularidad de doblar la hoja de vidrio hasta la horizontal después del pulido a fuego y antes de entrar en el horno horizontal de recocido.

2.1.1.2 Vidrio pulido

El vidrio en fusión sale del horno y es prensado entre dos cilindros. Después de atravesar el horno de recocido, donde la lámina va enfriándose lentamente de manera controlada, la cinta pasa en el "twin" que es una máquina que desbasta simultáneamente las dos caras del vidrio.

El vidrio desbastado obtenido a la salida del "twin" tiene sus dos caras planas y paralelas. El vidrio pasa luego debajo de las pulidoras que le dan su transparencia.

2.1.1.3 Vidrio rolado

Es el vidrio que no permite el registro ni la visibilidad de un lado a otro. Se consideran dentro de este rubro a los vidrios que distorsionan a los objetos que se aprecian a través del elemento. (como es el caso de los vidrios grabados).

2.1.1.3.1 Vidrio grabado

En el proceso del vidrio rolado, uno de los rodillos o ambos pueden tener dibujos o grabados, lo que permite obtener el vidrio grabado o impreso. El vidrio grabado o también llamado catedral, trasmite la luz en forma difusa e impide la visión clara, brindando según el dibujo, diferentes grados de translucidez e intimidad.

2.1.1.3.2 Vidrio alambrado

Vidrio translúcido, al cual se ha incorporado durante su fabricación una malla de alambre de acero, que, en caso de rotura, actúa como soporte temporáneo del paño de vidrio, evitando la caída de fragmentos de vidrio roto. Una de las propiedades más significativas del vidrio armado, es que permite retardar la propagación del fuego en aberturas.

2.1.1.3.3 Vidrio decorativo

Se produce este tipo de material por el mismo proceso pero en pequeñas cantidades. También se le denominan “vitrales” o vidrios para uso artístico.

2.1.1.4 Vidrio flotado (ASTM C-1036)

Consiste en hacer pasar una lámina de vidrio fundido, alimentada por rebalse del horno de cuba, sobre un baño de estaño metálico fundido. La lámina sale de la cámara de flotado y prosigue en forma horizontal dentro del horno de recocido hasta su salida al corte. El vidrio plano flotado tiene superficies planas, paralelas y “pulidas al fuego”, aunque no son idénticas: una está en contacto con el metal fundido y la otra con la atmósfera, pero en la práctica son indistinguibles a simple vista.

2.1.1.4.1 Vidrio reflejante pyrolítico

Es aquel vidrio flotado al cual se le ha agregado dentro de su masa una capa de metal u óxido metálico, la cual permite luego aplicarle procesos secundarios a la plancha de vidrio, como el templado, laminado, curvado, etc.

2.1.1.5 Baldosa de vidrio

La fusión se efectúa en crisoles de tierra refractada. Estos vidrios son transportados por medio de un monorriel y vertidos entre dos rodillos laminadores. Después del laminado la hoja de vidrio en bruto es introducida en el túnel calorifugado donde es recocida, luego es cortada según los tamaños del pedido y pasa entre los elementos de desbaste y pulido.

2.1.2 Por su visibilidad

2.1.2.1 Vidrio transparente

Se define al vidrio que permite el registro y la visibilidad de un lado a otro.

2.1.2.2 Vidrio translúcido

Es aquel que no permite el registro ni la visibilidad de un lado a otro. Se consideran dentro de este rubro a los vidrios que distorsionan a los objetos que se aprecian a través del elemento. (como es el caso de los vidrios grabados).

2.1.3 Por su coloración

2.1.3.1 Vidrio incoloro

Es aquel que permite una transmisión de visibilidad entre un 75% y 92% dependiendo del espesor.

2.1.3.2 Vidrio coloreado en su masa

Es aquel que permite una transmisión de visibilidad entre un 14% y 83% dependiendo del color y del espesor. Los vidrios de color de alta performance deben sus excelentes propiedades de control solar a la selectividad del color empleado en su composición que permite obtener un excelente grado de control solar sin recurrir a la aplicación de revestimientos reflectivos.

2.2 PRODUCTOS SECUNDARIOS

Estos vidrios son el resultado de una segunda elaboración por parte de una industria transformadora, que utiliza como materia prima el vidrio producido por alguna industria primaria.

2.2.1 Vidrio templado (ANSI Z-97.1)

Es un vidrio de seguridad, se produce a partir de un vidrio flotado el cual es sometido a un tratamiento térmico, que consiste en calentarlo uniformemente hasta temperaturas mayores a los 650°C y enfriarlos rápidamente con chorros de aire sobre sus caras, en hornos diseñados para este proceso. Este proceso le otorga una resistencia mecánica a la flexión (tensión) equivalente de 4 a 5 veces más que el vidrio primario, resiste cambios bruscos de temperatura y tensiones térmicas 6 veces mayores que un vidrio sin templar. Si se rompiera el vidrio templado se fragmenta en innumerables pedazos granulares pequeños y de bordes romos, que no causan daños al usuario.

2.2.2 Vidrio laminado (ASTM C-1172)

Es un vidrio de seguridad, esta compuesto por dos o más capas de vidrio flotado primario u otras combinaciones, unidas íntimamente por interposición de láminas de Polivinil Butiral (PVB), las que poseen notables propiedades de adherencia, elasticidad, resistencia a la penetración y al desgarro. Posee propiedades de protección contra los rayos ultra violeta (UV). En caso de rotura, los trozos de vidrio quedarán adheridos al PVB, evitando la posibilidad de producir daños al usuario. Según requerimientos estéticos y funcionales pueden hacerse combinaciones de los cristales y diferentes espesores de PVB para obtener la performance acústica, térmica y transmisión de luz visible para cada situación en particular.

2.2.3 Vidrio curvo recocido

Vidrio procesado, sometido a calentamiento a una temperatura promedio de 550 °C, por lo cual el vidrio plano cortado a las medidas requeridas, adopta la forma del molde del contenedor de los hornos de curvado, pasando luego por un proceso de enfriamiento lento que le proporciona una resistencia aproximadamente dos veces mayor al del vidrio común.

2.2.4 Vidrio curvo templado

Vidrio procesado, sometido a calentamiento a una temperatura promedio de 650 °C, por lo cual el vidrio plano cortado a las medidas requeridas, adopta la forma del molde del contenedor de los hornos de curvado, enfriado rápidamente con chorros de aire sobre sus caras, en hornos diseñados para este proceso. Este proceso le otorga una resistencia a la flexión (tensión) equivalente de 4 a 5 veces más que el vidrio primario. Si se rompiera el vidrio curvo templado se fragmenta en innumerables pedazos granulares pequeños y de bordes romos, que no causan daños al usuario.

2.2.5 Vidrio curvo laminado

Es un vidrio procesado, por el cual dos vidrios flotados primarios son sometidos a calentamiento a una temperatura promedio de 550 °C, adoptando por gravedad la forma del molde que lo contiene. Luego sigue el proceso de laminación que consiste en unir ambos vidrios con el Polivinil Butiral.

2.2.6 Vidrio reflejante (por su reacción química)

Es un proceso por el cual se aplica al vidrio una cubierta muy fina de metal u óxido metálico. Puede ser aplicable en dos formas:

- **En frío.** Después del proceso de fabricación del vidrio, mediante reacción química o al vacío; pero tiene la desventaja de la debilidad de la cara reflejante a la intemperie y no es recomendable para procesos posteriores como el templado o curvado, por cuanto se distorsiona su reflectividad, a excepción del proceso de laminado.

- **En caliente.** Conocido como método pyrolítico. Tienen la cara reflejante dentro de la composición del vidrio, lo que le proporciona mayor resistencia a la intemperie y permite efectuar procesos posteriores como el templado, laminado y curvado.

2.2.7 Vidrio insulado

Genéricamente denominado doble vidriado hermético, es un vidrio con propiedades de aislamiento térmico y acústico, constituido por dos hojas de vidrio flotado u otras combinaciones separadas entre sí por una cámara de aire deshidratado cuyo espesor estándar varía de 6 a 25 mm. La separación entre ambos vidrios está dada por un perfil metálico hueco de diseño especial o una cinta separadora aislante, en cuyo interior contienen sales deshidratantes que evitan la presencia de humedad al de la cámara de aire.

2.2.7.1 Vidrio acústico

Es aquel vidrio que permite controlar la intensidad de la penetración del ruido a un espacio determinado. Por efecto de masa, un vidrio grueso presenta un índice de aislamiento acústico mayor que uno de poco espesor. En el caso del vidrio laminado su efecto amortiguador del ruido varía según el rango de frecuencias considerado y el espesor del PVB empleado en su fabricación, en la práctica brinda un nivel de atenuación del ruido para los rangos de frecuencia de la voz humana y del tránsito automotor. En el caso del vidrio insulado la atenuación acústica depende esencialmente del espesor y de las características de los vidrios empleados en su fabricación, la cámara de aire contribuye a incrementar la capacidad de aislamiento solo cuando su espesor es del orden de 50 a 200mm. Debe considerarse siempre que uno de los cristales del conjunto deberá ser un 30% mayor en masa que el segundo a fin de contener el paso adecuado de la frecuencia de ruido.

2.2.7.2 Vidrio térmico

Es aquel vidrio que permite controlar la ganancia o pérdida de calor del ambiente en donde se encuentre instalado, que por conducción o convección superficial, fluye a través de su masa. El doble vidriado hermético permite aumentar en un 10% el área de vidriado de un ambiente sin aumentar la pérdida o ganancia de calor con respecto a la aplicación de un vidrio simple. También permite reducir en un 50% las pérdidas y/o ganancias de calor producido por los sistemas de calefacción y/o admitido por radiación solar a través de las ventanas.

2.2.7.3 Vidrio acústico-térmico

Son vidrios aislantes que combinan ambas características descritas en las Secciones 2.2.7.1 y 2.2.7.2.

2.2.8 Vidrio opaco

Es aquel vidrio opaco a la luz, resulta de la aplicación a un vidrio templado recocido una capa de pintura cerámica vitrificable, inalterable en el tiempo,

adherida generalmente a su cara interior, que impide totalmente la visibilidad. También se les denomina “Spandrel” ó “Esmaltados”.

2.2.9 Vidrio traslúcido

Es aquel vidrio que impide la visibilidad pero que permite el paso de la luz.

2.2.10 Espejos de vidrios

Es aquel vidrio que refleja las imágenes sin distorsión en forma nítida y exacta. Presenta un brillo y luminosidad excepcionales. Puede ser sometido a procesos de corte, perforado, pulido y biselado. Es el resultado del proceso de aplicar a un vidrio flotado en una de sus caras una solución de cloruro de plata la que una vez fijada en la superficie del vidrio le da las propiedades de reflexión.

CAPITULO 3

FACTORES A CONSIDERAR PARA MEDIR LAS PROPIEDADES DE LOS VIDRIOS

3.1 AISLAMIENTO TÉRMICO *

El coeficiente de transmisión térmica K (W/m^2K), expresa el aislamiento que ofrece el vidrio al paso del calor, por conducción y convección superficial, fluye a través de su masa. Su valor no varía en forma apreciable con el espesor del vidrio, pues este siempre tiene una magnitud relativamente pequeña si la comparamos con los espesores de otros materiales de construcción. El coeficiente K de un vidrio incoloro, de color o reflejante entre 4 y 10 mm de espesor, es del orden de los $5,4 W/m^2K$.

Cuando se emplean dos hojas de vidrio separadas con una cámara de aire, quieto y deshidratado, con un espesor entre 6 y 12 mm, la resistencia térmica que ofrece el aire en dichas condiciones, hace que el valor K sea del orden de $2,9 W/m^2K$. Una unidad de vidrio aislante térmico permite reducir en un 50% las pérdidas y/o ganancias de calor producidos por los sistemas de calefacción y/o el admitido por radiación solar a través de las ventanas, así mismo elimina las corrientes convectivas del aire junto a la ventana y la posibilidad de empañado de los cristales por condensación de la humedad. Su aplicación permite disminuir la necesidad de calefacción reduciendo el consumo de energía y los costos de operación de la edificación.

3.2 AISLAMIENTO ACÚSTICO (ASTM E-90; ASTM E – 413)

A fin de crear el entorno acústico deseable, debe tenerse en consideración las propiedades de reducción acústica de los materiales del acristalado como parte integral del diseño total del espacio.

Los sonidos son una combinación de energía acústica a frecuencias distintas, por esto el control acústico eficaz requiere que el nivel del sonido se reduzca en toda una amplia serie de frecuencias.

Para medir el rendimiento del aislamiento acústico de los materiales se ha creado la Clase de Transmisión Acústica (CTA) que es un número que indica las pérdidas de transmisión a frecuencias de prueba determinadas, a mayor CTA, se tiene un mejor aislamiento acústico (ASTM E-90; ASTM E-413).

3.3 COEFICIENTE DE SOMBRA *

Los coeficientes de sombras son usados para medir las propiedades de ganancias de calor solar de materiales translúcidos o transparentes. El vidrio de $1/8''$ (3,00 mm) deberá estar preparado para tener un coeficiente de sombra de 1,0: fracciones decimales son usadas para relacionar el funcionamiento de otros materiales a la base de vidrio claro de $1/8''$ (3,0mm). Mientras más baja la fracción natural. Más baja la ganancia de calor solar a través del material y así es el mejor funcionamiento del control solar.

3.4 ENERGÍA INFRARROJA *

Aquella porción de radiación solar por la cual las ondas de longitud son más largas que aquellas en el alcance de la vista. Esta radiación, como la radiación ultravioleta, es invisible.

Cuando la energía solar toca un material transparente o translúcido, se refleja o se absorbe o se transmite a través del material. La energía transmitida y aquella porción de energía absorbida, la cual se transfiere al interior, forman parte de una porción sustancial de la carga total del aire acondicionado para edificios con grandes superficies de vidrio.

3.5 ENERGÍA SOLAR *

La energía solar es una onda electromagnética de energía del Sol. Esta energía radiante está dividida por ondas de longitud en tres tipos: ultravioleta, visible e infrarrojo. Los tres tipos de energía radiante se convierten en calor cuando son absorbidos.

3.6 ENERGÍA ULTRAVIOLETA *

Aquella porción de radiación solar por la cual las ondas de longitud son más cortas que aquellas en la región visible. Esta radiación es invisible y puede causar quemadura de sol y descoloramiento de tela.

3.7 GANANCIA DE CALOR RELATIVA *

La ganancia del calor relativa es un número usado para comparar productos vidriados basados en una serie de condiciones fijadas. Estas condiciones son un factor de ganancia de calor de 200Btu/pie² y una diferencia de la temperatura interior y exterior de 14 °F.

3.8 LUZ VISIBLE *

Aquella porción de la radiación del Sol que el ojo humano puede ver.

3.9 LUZ VISIBLE TRANSMITIDA *

La luz visible transmitida indica la cantidad disponible de energía de luz visible que se le es permitido pasar a través de un material transparente o translúcido. Esta medida está anotada como una figura en porcentaje y mientras más alto el porcentaje, mayor será la luz visible transmitida a través del material.

3.10 REFLEJO TOTAL SOLAR *

El reflejo total solar es una medida del porcentaje de energía solar (ultravioleta, visible e infrarrojo) reflejada al exterior de una superficie. Para productos reflectivos de primera superficie, mientras más alto el porcentaje, mejor el funcionamiento del producto de control solar.

3.11 REFLEJO VISIBLE EXTERIOR *

El reflejo exterior es el porcentaje de energía de luz visible reflejada hacia fuera del exterior de la superficie. Mientras más alto el porcentaje, mayor será la luz reflejada y se parecerá más la superficie a un espejo.

3.12 REFLEJO VISIBLE INTERIOR *

Es el porcentaje interior de energía de luz visible reflejado hacia fuera del interior de la superficie.

3.13 RENDIMIENTO DE PROTECCION (ASTM1233)

Los acristalamientos de seguridad tienen como características el estar diseñados para resistir las cargas estructurales resultantes de determinadas amenazas a la seguridad y la protección: robo e ingreso violento, explosiones y ataques balísticos.

3.13.1 En el caso de robo e ingreso violento, el encristalado debe de resistir la penetración durante algún tiempo, contrarrestando ataques para una serie de armas.

La eficacia del vidriado de seguridad en la resistencia a la entrada violenta se mide a través de una secuencia de pruebas (ASTM1233).

3.13.2 En el caso de explosiones, se busca reducir considerablemente las lesiones resultantes de los efectos de las ondas dinámicas y del vidrio en el aire, producto de una explosión.

Para cuantificar el segundo efecto, se ha definido el parámetro RET (Retentividad).

$$RET = \frac{\text{Peso después de la explosión}}{\text{Peso de la instalación original}}$$

Donde:

RET= 1 Si todo el vidrio permanece en el marco
RET= 0 Si todo el vidrio sale del marco

3.13.3 Para ataques balísticos se busca resistir la penetración de balas y el astillaje (lado protegido del vidrio) causado por el impacto resultante de ataques balísticos.

Para establecer la resistencia balística del encristalado protector se utiliza la Norma ASTM 1232.

3.14 TRANSMISION DE ENERGIA SOLAR *

La transmisión de energía solar es una medida de la cantidad de energía total (ultravioleta, visible e infrarroja) que pasa directamente a través de un material transparente o translúcido y es expresado como un porcentaje de la energía radiante total del Sol.

3.15 VALOR “U”

En adición a la ganancia de calor solar a través de una ventana, el calor es transferido por el proceso de construcción por la diferencia entre las temperaturas del aire interior y exterior. Cuando las temperaturas interiores están más bajas que las exteriores, habrá una ganancia de calor conducido; cuando la temperatura exterior está más baja que la interior, habrá una pérdida de calor conducido. La velocidad en la cual un material transfiere calor debido a la temperatura del aire interior y exterior es definida por su valor “U”. Un valor “U” bajo indica un pobre conductor y así un buen aislador. La ganancia o pérdida del calor conducido en Btu/pie² puede hallarse multiplicando el valor “U” por la diferencia entre la temperatura interior y exterior.

*Normas ASTM C-1036-91 Standard Specification for FLAT Glass(Las normas internacionales tendrán vigencia, mientras no se elabore las Normas Técnicas Peruanas de materiales)

*Norma ASTM C-1172-03 Estándar Specification for laminated architectural flat glass

CAPITULO 4

ESPEORES Y TOLERANCIAS PARA EL VIDRIO

En la **Tabla N° 4.0.0**, se muestran los diversos espesores y tolerancias de medida expresadas en milímetros para los diferentes tipos de vidrio.

TABLA N^a 4.0.0	
Espesor (mm)	Tolerancia (mm)
2,0	1,80 a 2,13
3,0	2,92 a 3,40
4,0	3,78 a 4,19
5,0	4,57 a 5,05
6,0	5,56 a 6,20
8,0	7,42 a 8,43
10,0	9,02 a 10,31
12,0	11,91 a 13,49
15,0	14,95 a 15,45
16,0	15,50 a 16,66
19,0	18,26 a 19,84
22,0	21,44 a 23,01
25,0	24,61 a 26,19
32,0	28,58 a 34,93

CAPITULO 5 DISEÑO

5.1 GENERALIDADES

Los requerimientos generales para la elección de vidrios y sistemas de acristalamiento adecuados para una u otra aplicación, son abordados según su funcionalidad y aporte a la habitabilidad de un espacio.

5.2 CONCEPTOS Y CRITERIOS PARA SELECCIONAR VIDRIOS Y SISTEMAS DE APLICACIÓN EN OBRAS DE ARQUITECTURA

La elección correcta de un vidrio para una aplicación concreta, debe considerar una serie de características diferentes, teniendo en cuenta por lo menos los siguientes aspectos:

1. Determinar cuales son los valores de transmisión de luz visible y factor solar que satisfagan las premisas de su proyecto.
2. Adoptar una decisión estética seleccionando las alternativas de color o aspecto deseado, vidrio reflejante o vidrio no reflejante.
3. Determinar los valores de transmitancia térmica K que satisfagan las necesidades del proyecto pudiendo variar en función de un solo vidrio o de un componente de doble vidriado hermético (vidrio aislante térmico)
4. Seleccionado el tipo de vidrio, determine el espesor adecuado, verificando que su resistencia satisfaga la presión de diseño de viento.
5. Si el vidrio estará ubicado en un área de riesgo, adoptar el proceso más adecuado para satisfacer las normas de seguridad: templado, laminado u otras opciones como dividir el paño.
6. Verificar que el acristalamiento elegido tenga un nivel de aislamiento acústico compatible con la función del edificio.
7. Efectuar otras verificaciones específicas con respecto a su proyecto, como cristales especiales antifuego, antibalas, perfiles de vidrio, etc.

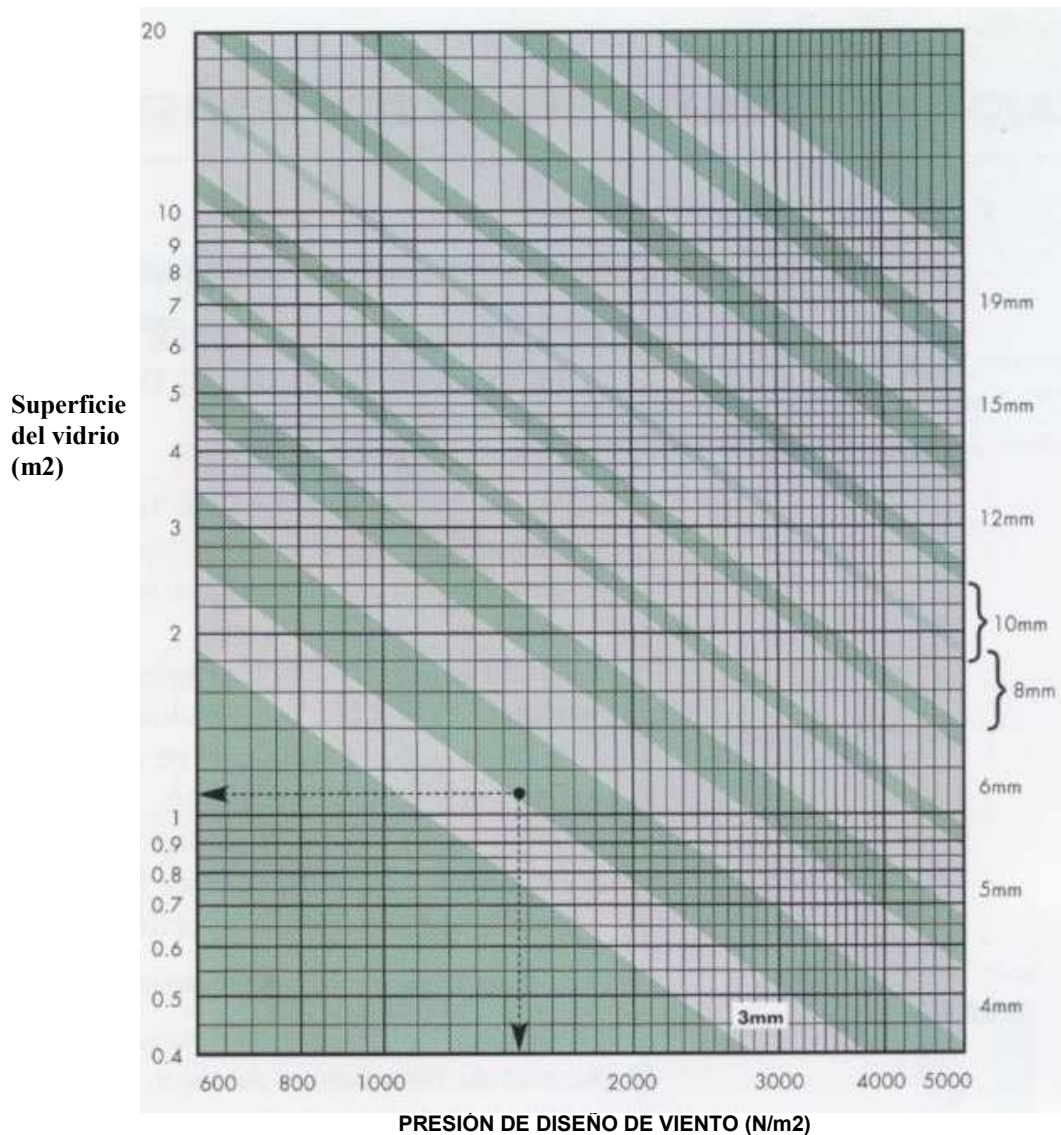
5.2.1 Elección del espesor adecuado de un vidrio

5.2.1.1 Conceptos básicos

La presión de viento es la principal sollicitación a la que está sometido un vidrio en una ventana o una fachada. La resistencia del vidrio depende de su espesor, tamaño y de su forma de sujeción en la abertura. Es responsabilidad del diseñador establecer la presión de viento y otras sollicitaciones a las que será sometido un vidrio. Conocida la presión de viento, las dimensiones y superficie del paño, y su modo de sujeción en el vano, puede obtenerse gráficamente el espesor de un vidrio, utilizando el Ábaco N° 1 (Norma IRAM 12565 “Determinación del espesor adecuado del vidrio en aberturas”).

ABACO N°1

Cristal flotado simple soportado en sus cuatro lados

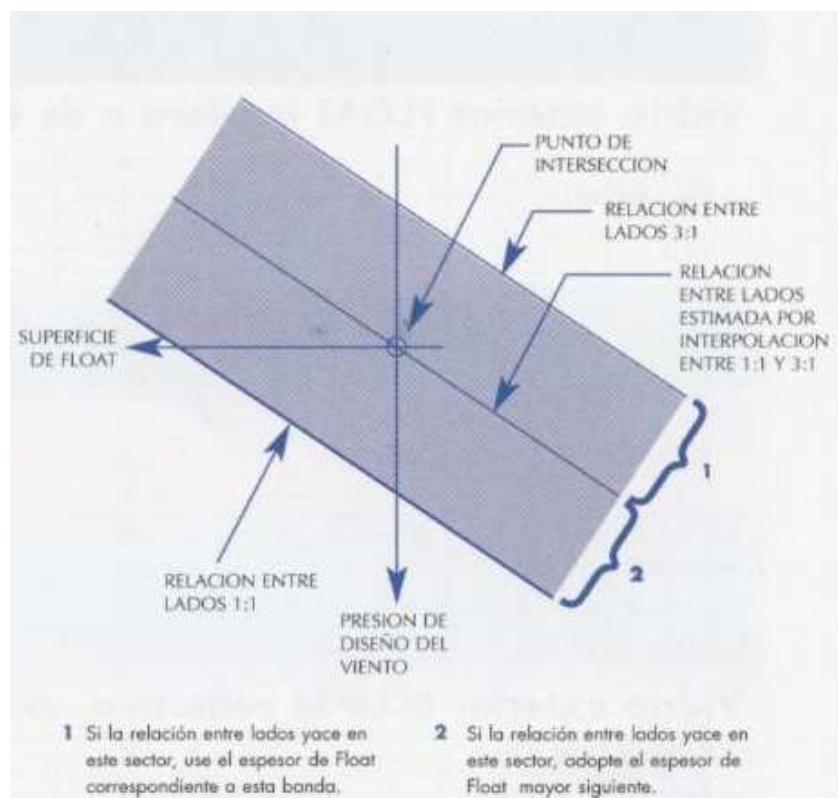


5.2.1.2 Definición del espesor

El diseñador, deberá considerar otros aspectos que puedan influir en la selección del espesor adecuado de un vidrio.

(Aspecto que debe tener en cuenta es el grado de aislamiento acústico que brinda cada espesor de vidrio, pudiendo ser necesario emplear uno mayor para satisfacer simultáneamente la resistencia a la presión del viento y el nivel de control acústico.)

ESQUEMA "A"



5.2.1.3 Determinación del espesor adecuado

Mediante el Ábaco N° 1, cualquiera sea el método empleado para determinar la presión del viento, puede obtenerse el espesor mínimo recomendado de un paño de vidrio flotado, sujeto a ráfagas de viento de 3 segundos de duración. El gráfico puede ser utilizado solamente para paños rectangulares inclinados no más de 15° respecto del plano vertical. El coeficiente de forma o relación entre los lados del paño no debe ser mayor que 3 a 1. Cuando dicha relación sea mayor, se deberá calcular el espesor como si se tratara de un vidriado soportado solamente en dos lados paralelos.

Utilización del ábaco: Cada banda diagonal gris, corresponde a un espesor de vidrio flotado. Cuando el paño es cuadrado, con una relación entre la dimensión de sus lados de 1:1 (límite inferior de la banda) y 3:1 (límite superior de la banda). Si el punto de intersección entre la línea horizontal correspondiente al área del paño y la vertical correspondiente a la presión de viento estuviese fuera de las bandas grises, deberá adoptarse el espesor inmediato superior mediante el esquema A. En caso en que la relación calculada entre lados esté cerca de la línea negra gruesa, (por ejemplo para un paño cuadrado), el valor interpolado que debe aplicarse para el espesor es el de la banda siguiente. Si el valor calculado para la relación entre lados está alejado de la línea negra gruesa, entonces el espesor de vidrio correspondiente a dicha banda puede ser utilizado.

Vidrio flotado de color: Cuando es utilizado en fachada es aconsejable unificar su espesor, pues cuando varía el mismo, también varían sus propiedades de transmisión de luz visible y calor solar radiante. De lo contrario se corre el riesgo de producir variaciones en el tono de la fachada, tanto vista desde el exterior como desde el interior.

5.2.1.4 Cálculo de la velocidad de diseño

La velocidad de diseño (viento) hasta 10 m de altura, será la velocidad máxima adecuada a la zona de ubicación de la edificación, pero no deberá ser menor a 75 Km/h.

Dicho valor deberá ser corregido aplicando el factor de corrección σ , indicado en la Tabla 5.2.1.4, que toma en cuenta la altura del edificio y las características topográficas y/o de edificación del entorno mediante la siguiente fórmula:

$$V_h = V \cdot \sigma$$

Siendo

V_h , la velocidad corregida del viento en Km/h,

V , la velocidad instantánea máxima del viento en Km/h, registrada a 10 m de altura sobre el terreno

σ , el coeficiente de corrección de la Tabla 5.2.1.4.

Tabla 5.2.1.4
COEFICIENTE DE CORRECCION σ

ALTURA (m)	SIN OBSTRUCCIÓN (Categoría A)	OBSTRUCCIÓN BAJA (Categoría B)	ZONA EDIFICADA (Categoría C)
5	0,91	0,86	0,80
10	1,00	0,90	0,80
20	1,06	0,97	0,88
40	1,14	1,03	0,96
80	1,21	1,14	1,06
150	1,28	1,22	1,15

Categoría A: Edificios frente al mar, zonas rurales o espacios abiertos sin obstáculos topográficos

Categoría B: Edificios en zonas suburbanas con edificación de baja altura, promedio, hasta 10 m.

Categoría C: Zonas urbanas con edificios de altura.

5.2.1.5 Cálculo de la presión del viento:

La carga exterior (presión o succión) ejercida por el viento, se supondrá estática y perpendicular a la superficie sobre la cual actúa.

Se obtiene mediante la fórmula

$$P_h = 0,005 C V_h^2$$

Siendo:

P_h , la presión o succión del viento a una altura h en Kg/m²

C , el factor de forma adimensional indicado en la 5.2.1.5

V_h , la velocidad de diseño a una altura h definida en el punto anterior

**Tabla 5.2.1.5
FACTORES DE FORMA (C)**

CONSTRUCCION	Barlovento	Sotavento
Superficies verticales de edificios	+0,8	-0,6
Anuncios, muros aislados, elementos con una dimensión corta en el sentido del viento	+1,5	
Tanques de agua, chimeneas y otros de sección circular o elíptica	+0,7	
Tanques de agua, chimeneas y otros de sección cuadrada o rectangular	+2,0	
Arcos y cubiertas cilíndricas con un ángulo de inclinación que no exceda los 45°	+0,8	-0,5
Superficies inclinadas a 15° o menos	+0,3 -0,7	-0,6
Superficies inclinadas entre 15° y 60°	+0,7 -0,3	-0,6
Superficies inclinadas entre 60° y la vertical	+0,8	-0,6
<i>El signo positivo (+) indica presión El signo negativo (-) indica succión</i>		

5.2.2 Control solar

Verificar que el coeficiente "K" del vidrio a emplearse sea el requerido por el proyecto. (Ver 3.1)

5.2.3 El control del ruido

Con la ayuda de la Tabla N° 5.2.3 determinar el nivel de confort acústico adecuados para el proyecto, para especificar un vidrio que brinde el aislamiento acústico necesaria. Se debe tener en cuenta de que siempre una de las hojas de la unidad deberá ser 30% menor en masa que la otra. Para lograr reducciones drásticas de ruido, se deberán considerar cámaras de aire deshidratadas mayores a los 100 mm de espesor.

En obras de reemplazo de vidrios y/o renovación de aberturas, con exigencias de aislamiento contra el ruido, deberá tenerse en cuenta que para

que el usuario perciba una mejora respecto de la situación anterior, el incremento de aislamiento acústico deberá ser no menor de 5 a 7 (dB).

Niveles recomendados de ruido interior

Los siguientes valores son los usualmente recomendados en materia de confort acústico interior, para una serie de locales o actividades típicas.

Tabla N° 5.2.3

DESTINO / ACTIVIDAD	NIVEL MÁXIMO DE RUIDO
Dormitorios	30 a 40 (dB)
Biblioteca Silenciosa	35 a 40(dB)
Sala Estar	40 a 45 (dB)
Oficinas Privadas	40 a 45 (dB)
Aula de Escuela	40 a 45 (dB)
Oficinas Generales	45 a 50 (dB)

5.3 VIDRIOS DE SEGURIDAD EN LOCACIÓN DE RIESGOS

La elección de un vidrio debe tener siempre presente las posibilidades consecuentes en caso de rotura.

Los vidrios denominados de seguridad se llaman así porque en caso de rotura lo hacen en forma segura y/o minimizan las consecuencias en caso de accidentes.

5.3.1 Área vidriada en riesgo:

Se considera un área vidriada de riesgo toda aquella superficie que presenta por su posición, función o características del entorno de colocación una mayor exposición al impacto de personas y/o puede implicar un riesgo físico para las mismas en caso de rotura de vidrios.

Las áreas vidriadas consideradas de riesgo se clasifican en verticales e inclinadas.

5.3.1.1 Áreas de riesgo para vidrio vertical:

Incluye a todas aquellas áreas vidriadas susceptibles de impacto humano accidental. La Normas considera las siguientes aplicaciones del vidrio.

a) Áreas de riesgo para instalación vertical:

- Puertas de acceso y lugares de paso: Incluye puertas de vidrio y/o vidrio enmarcado, puertas-ventanas que vinculan zonas habitables con sus expansiones (jardines, patios, balcones, etc.).
- Paneles laterales vidriados que puedan ser confundidos con accesos: Incluye aquellos paños adyacentes a accesos, hasta 1,50 m, de

distancia desde el borde del vano, y hasta 1,50 m de altura desde el nivel de piso.

- Áreas vidriadas de circulación a uno o ambos lados del vidrio distantes a 0,9m o menos respecto de las mismas: Incluye básicamente vitrinas cuyo borde inferior está a menos de 0,5m respecto del piso.
 - Vidrios adyacentes a áreas resbaladizas: Incluye mamparas para baños y vidrios adyacentes a zonas resbaladizas tales como piscinas, lavaderos de automóviles, etc.
 - Vidrios colocados a baja altura: Incluye vidrios a menos de 0,8m respecto del piso, excepto balaustradas.
- b) Requisitos

Definidas las situaciones potencialmente peligrosas, es preciso definir el tipo de vidrio adecuado para cada caso y evaluar y clasificar los mismos.

Para ello los vidrios se someten a ensayos de impacto empleando el método establecido en la Norma ANSI Z97-1 .

c) Ensayo de impacto ANSI Z97-1

Este ensayo tiene como finalidad reproducir el eventual impacto de una persona contra un vidrio.

El elemento impactador es una bolsa de cuero rellena con perdigones de plomo y su peso total es de 45 Kg.

El peso del impactador fue determinado en función del peso promedio de un niño de 14 años de edad.

El ensayo se realiza dejando caer el impactador desde diferentes alturas en función de los niveles de energía cinética o impacto requerido.

Para satisfacer los requisitos de impacto, según la Norma ANSI Z97-1, un cristal debe cumplir indistintamente, para cada altura de caída del impactador, con una de las siguientes condiciones: no romperse o romperse en forma segura. Se entiende que un vidrio se rompe en forma segura cuando:

Los fragmentos resultantes son pequeños y sus bordes no presentan aristas cortantes.

O cuando, aún roto, no hay desprendimiento de los trozos rotos del paño y por ende se elimina el riesgo de corte,

Dentro de esta aplicación se incluyen:

- Alfeizer de ventanas
- Paños vidriados a baja altura en tabiques de separación de oficinas.

No se incluyen dentro de éste ámbito aquellos vidrios colocados a baja altura cuya función consiste en actuar como balaustradas bajo barandas de escaleras, balcones y entrepisos.

Los Vidrios adyacentes a zonas resbaladizas, requieren el empleo de vidrios de seguridad en las siguientes aplicaciones:

- Mamparas en baños
- Cerramientos adyacentes a piscina
- Áreas lindantes con zonas húmedas o resbaladizas en lavaderos, estaciones de servicio, etc.

5.3.1.2 Áreas de riesgo para vidrio inclinado

Todas las superficies vidriadas contenidas en un plano que se aparte más de 15° respecto del plano vertical, debajo de los cuales hay permanencia o circulación de personas, se consideran como áreas de riesgo. Como ejemplos de aplicación pueden mencionarse: techos totales o parcialmente vidriados, fachadas y/o aberturas inclinadas, coberturas, parasoles, etc.

Desde el punto de vista de la seguridad, ya no estamos ante la posibilidad de impacto humano, sino de las posibles consecuencias que puedan derivar de la caída de trozos de cristal en caso de rotura de un paño inclinado.

Respecto del vidriado vertical existen varias diferencias conceptuales que deben ser observadas por el proyectista y el calculista de una obra. Desde el punto de vista estructural, además del viento, debe tenerse en cuenta la flexión por el peso propio del paño y otras consideraciones como la acumulación de agua y la acción de cualquier otro factor atmosférico que se pudiese presentar.

El vidrio utilizado debe ser un vidrio de seguridad, según la clase que el proyecto lo requiera de la Sesión 5.3.2, con un nivel de protección de acuerdo al requerimiento del proyecto.

Cuando se diseña un vidriado inclinado, además de tener en cuenta las áreas de riesgo establecidas en la presente Norma, el proyectista siempre debe analizar las causas potenciales que podrían producir rotura de un vidrio inclinado, con propósito de minimizarlas o eliminarlas.

5.3.2 Clases de vidrio de seguridad:

Existen tres clases de vidrio de seguridad Clase A, B y C, las mismas se determinan en función de la resistencia a la penetración y/o la forma segura de fractura de los vidrios.

El empleo de vidrios de seguridad en superficies vidriadas verticales susceptibles de impacto humano se debe realizar teniendo en cuenta los tamaños máximos recomendados.

Ensayados bajo la Norma ANSI Z97-1, establece los requisitos que deben satisfacer los vidrios de seguridad sometidos a impacto.

Según la altura de caída del impactador, los clasifica de acuerdo a la Tabla N° 5.3.2

TABLA N° 5.3.2

Clases de Vidrio de seguridad	Altura de caída del impactador		
	300 mm	450 mm	1200 mm
A	No se rompe o se rompe en forma segura	No se rompe o se rompe en forma segura	No se rompe o se rompe en forma segura
B	No se rompe o se rompe en forma segura	No se rompe o se rompe en forma segura	Ningún requisito
C	No se rompe o se rompe en forma segura	Ningún requisito	Ningún requisito

5.3.3 Comportamiento del vidrio en caso de rotura

El vidrio flotado puede ser de tres tipos:

- Vidrio Primario ó recocido sin procesar
- Vidrio Templado
- Vidrio Laminado

Todas las variantes mencionadas son visualmente semejantes entre sí, pero en caso de rotura, sus propiedades son diferentes.

El vidrio primario presenta un comportamiento a la rotura caracterizado por trozos de diversas formas y tamaños con aristas muy filosas, que en caso de tomar contacto con una persona, puede ocasionarle lesiones de diversa índole y/o gravedad.

El vidrio templado, presenta una resistencia al impacto 4 a 5 veces mayor que el vidrio primario o recocido, y en caso de rotura se desgrana en fragmentos pequeños que no presentan bordes cortantes.

El vidrio laminado, producido intercalando 2 o más hojas de vidrio primario con láminas de polivinil butiral (PVB), presenta un patrón de rotura similar al vidrio primario, sin embargo, la presencia del PVB impide el desprendimiento de trozos de vidrio y mantiene al paño en pie permitiendo continuar con el cerramiento del vano.

5.4 SISTEMAS DE SUJECIÓN DEL VIDRIO

5.4.1 Revestimiento de fachadas con sistemas flotantes

Son aquellos sistemas que revisten íntegramente las fachadas de una edificación con sistemas de aluminio y vidrio, y que se encuentran suspendidas de la propia estructura de esta, sin embargo no forman parte de ella. Así mismo su comportamiento estructural es individual al de la edificación.

Dentro de las Fachadas Flotantes tenemos:

5.4.1.1 Fachadas flotantes con silicona estructural

Existen dos sistemas generales para la fabricación de Fachadas Flotantes con silicona estructural:

- a) Sistema de retícula (STICK): En este sistema primero se fabrica en taller la estructura de aluminio y el módulo de cerramiento (cristal, aluminio, etc.), posteriormente se instala en obra la estructura de aluminio formando la retícula la cual recibirá el módulo de cerramiento. El sistema de instalación no es rígido pues sus módulos son independientes.
- b) Sistema de módulos pre-fabricados (FRAME): En este sistema los módulos se fabrican íntegramente en el taller con todos sus elementos, (ventanas, paneles, y cristales), y cada módulo independiente se fija a la estructura del edificio. Este sistema permite un mejor acabado en obra, ya que es factible controlar en taller, las uniones y el sellado de las piezas, evitando de esta forma eventuales riesgos de que los paneles sean permeables al viento y al agua. Tanto en uno como en otro sistema, la forma de montaje puede ser de avance horizontal, (cerrando plantas), o vertical, (cerrando niveles).

Elementos constitutivos:

Los elementos principales que forman el sistema de Fachada Flotante deberán cumplir con lo siguiente:

- a) Montantes verticales: Estarán fijados a nivel de losas mediante los anclajes, estos montantes soportan además de su propio peso, los de los elementos que se fijan a ellos y la carga del viento.
- b) Travesaños horizontales: Irán anclados a los montantes y soportan la carga de los elementos de relleno que van fijados a ellos.
- c) Elementos de relleno: Se dividen en dos grupos, vidriados y paneles. El vidriado está ubicado en la parte de la fachada, que permite la visibilidad al exterior. El panel por lo general está ubicado en la zona del alfeizar o como recubrimiento de vigas entre pisos, cuando la fachada esté completamente vidriada.
- d) Elementos de fijación: Entre ellos se encuentran los anclajes fijos, los anclajes deslizantes, y las uniones. Los anclajes fijos como su nombre

lo indica, son los que inmovilizan totalmente el elemento portante a la estructura del edificio; los deslizantes en cambio permiten absorber las dilataciones o contracciones que puedan originarse en la fachada. Las uniones también pueden ser fijas deslizantes. Las primeras se utilizan para anclar los travesaños a los montantes. Las uniones deslizantes se utilizan en las juntas de dilatación.

De requerirse en el proyecto paños de apertura, estas podrán ser de diversos tipos y formas, según los requerimientos del diseño.

Diseño:

Se deberán tomar en cuenta los siguientes parámetros:

- a) Cálculos estructurales en aluminio, (medidas máximas entre apoyos), realizados bajo la norma AAMA, (American Architectural Manufacturers Association) de 1991 y a la A.A (Aluminum Association).
- b) Velocidad y carga de viento será considerada de acuerdo a la Norma Técnica E.020 Cargas del Reglamento Nacional de Edificaciones.
- c) El esfuerzo admisible a la flexión es de 65,50 MPa (9,5 ksi), según normas AA (Aluminum Association).

Materiales y su normativa:

- a) Estructura metálica de aluminio: Los perfiles que componen el sistema de fachadas flotantes con silicona estructural deberán ser fabricados bajo la Norma AA-6063 aleación T5 (Aleación de aluminio para aplicaciones arquitectónicas, con envejecimiento artificial), cuya extrusión deberá cumplir la norma ASTM B-221 (Especificación para la extrusión de piezas de aluminio) y ASTM B-244 (Espesor de capa anódica y pintura)
- b) Vidrios de seguridad: Los vidrios de ser templados serán fabricados bajo las Normas ASTM C-1036 (Especificación para el vidrio flotado), ASTM C-1048 (Especificación para el tratamiento térmico de vidrio flotado). Para el caso de cristales laminados serán fabricados bajo las Normas ASTM C-1172. Para el caso de los cristales Insulados estos deberán ser fabricados cumpliendo las Normas ASTM-C 1294-95 (Método de ensayo para compatibilidad de materiales y selladores en vidrios insulados), ASTM-C 1265-94 (Método de ensayo para determinar la tensión en vidrios insulados para aplicación estructural), ASTM-C 1266-95 (Método de ensayo para determinar las características de performance de selladores), ASTM-E-773 (Método de ensayo para determinar la durabilidad del sellador de silicona en vidrio insulado) y ASTM E-774 (especificación para selladores de siliconas en vidrios insulados).

- c) Empaques: Cinta de doble contacto para uso estructural deberá ser fabricada bajo la norma ASTM D-882 (Método de ensayo para determinar las propiedades de tensión de cintas plásticas) y ASTM D-2240 (Método de ensayo para determinar la durometría de cintas plásticas). Espaciadores estructurales en EPDM extruído, bajo norma de fabricación TR-442E ¼" F.C. y ASTM D-412 (Método de ensayo para determinar la tensión de elementos termoplásticos y vulcanizados).
- d) Cortafuego y barrera acústica: Fieltro tensado de finas fibras de vidrio aglomeradas con resinas termo-endurecibles revestido en una de sus caras con un complejo metálico de aluminio. Incombustible, con clasificación RE1 según norma ISO 1182 (Reacción al fuego e incombustibilidad), IRAM 11575-1 (Clasificación por reacción al fuego) y IRAM11575-2 (Clasificación por resistencia al fuego), con una resistencia al fuego de RF-30 a RF-60 (superior a 600°). C).
- e) Sellado climático: Siliconas fabricadas bajo las normas ASTM D 2240 (Método de ensayo para determinar la durometría), ASTM D 412 (Método de ensayo para determinar la tensión de elementos termoplásticos y vulcanizados), ASTM D 624 (Máximo estiramiento), TT-S-001543 A- COM-NBS (Clase A para selladores de silicona para edificios), TTS-S-00230C COM-NBS (Clase A para 01 componente de selladores de edificios) y MIL-S-8802 (Tiempo de curado del sellador de silicón).
- f) Silicona estructural: Silicona estructural bi-componente, fabricada bajo las normas, ASTM D 412 (Método de ensayo para determinar la tensión de elementos termoplásticos y vulcanizados), ASTM D 2240 (Método de ensayo para determinar la durabilidad de cintas plásticas), ASTM C 719 Método de ensayo para determinar la adhesión y adhesión elastométrica de juntas de silicona) y ASTM C 1135 (Método de ensayo para determinar las propiedades de tensión en selladores de silicona estructural). La aplicación de estos selladores se rige bajo la norma ASTM C 1184-91 (Especificación para selladores de silicona estructural), garantizando la total adhesión de los vidrios a la estructura de aluminio, mediante rigurosas pruebas de laboratorio.
- g) Anclajes y otros: Todos los elementos de sujeción de la estructura de las Fachadas Flotantes con silicona estructural a la obra gruesa, podrán ser de aluminio anodizado o de Acero A-37 zincado y pintado con pintura anticorrosivo, según manden los planos de anclaje del proyecto. De igual modo, todos los accesorios para aperturas de puertas y mamparas serán en aluminio anodizado ó acero inoxidable.

5.4.1.2 Fachadas flotantes con sujeción mecánica

Este tipo de Fachada contempla en su diseño una estructura metálica y de vidrio templado fijo y móvil, sujeto mediante la utilización de accesorios y pernos de ajuste directamente a la perforación del vidrio. Estos accesorios

podrán ser de acero inoxidable o acero A-37 zincado y pintado con pintura anticorrosivo.

5.4.1.3 Fachadas flotantes con cruces, rótulas y tensores

Es un sistema de suspensión de vidrio templado a través de anclajes tipo “cruz” que van anclados sobre una estructura portante, a los cuales según sea el caso se les aplica una fuerza tensora para rigidizar la estructura.

5.4.1.3.1 Elementos constitutivos

a) Cruces:

Elemento rígido, que amarra las rótulas que fijan el vidrio a la estructura portante, estos elementos contienen una perforación circular o helicoidal, para la colocación de las rótulas o de los elementos de sujeción al vidrio.

Material: acero inoxidable.

Modelos:

- 1 brazo de 180°
- 2 brazos de 180°
- 2 brazos de 90°
- 1 brazo a 90°
- 3 brazos
- 4 brazos

b) Rotulas:

Elemento que se acopla al cristal, lleva un frezado en la esquina con un agujero redondo semi-cónico que atenúa las contracciones inducidas por el peso del vidrio y las fuerzas del viento.

Composición: Caja con tapa exterior
Cabeza de rótula
Dos arandelas de material aislante
Una arandela tubular de aluminio (se enfrentará a las deformaciones y se amoldará a las rugosidades)
Arandelas y tuercas.

c) Cables o tensores

Elemento que se acopla a la rótula, lleva en los extremos un terminal con un agujero redondo, helicoidal o en U cuyo comportamiento es únicamente a tensión en la estructura inducidas por el peso del vidrio y las fuerzas del viento.

Composición: Cable
Accesorio tubular
Terminal de extremo con embone roscado
Arandelas y tuercas.

Material: acero inoxidable.

Los cables o tensores utilizados para este sistema deberán cumplir como mínimo uno de los siguientes tipos:

1. Cable rígido.-

Estándar (1x19)

Los cuales están conformados por 19 cables delgados, este cable tienen un diámetro mínimo de 2 mm hasta 25,4 mm, con una carga de rotura de 340kg hasta 28430kg, respectivamente. Con el cable de 2mm de diámetro se puede soportar hasta 2kg en 100m de longitud, y en el cable de 25,4mm se puede soportar hasta 236kg en 100m de longitud. Por otro lado cuenta con un límite elástico de un 70%.

2. Cable Extra flexible.-

(7x19)

Los cuales están conformados por 7 cables rígidos, este cable tienen un diámetro mínimo de 1,9mm hasta 12,5mm, con una carga de rotura de 235kg hasta 9645kg, respectivamente. Con el cable de 2mm de diámetro se puede soportar hasta 1,4kg en 100m de longitud, y en el cable de 25,4mm se puede soportar hasta 58kg en 100m de longitud. Por otro lado cuenta con un límite elástico de un 60%.

3. Varilla.-

Los cuales son varillas rígidas, estos cables tienen un diámetro mínimo de 3 mm hasta 25,4 mm, con una carga de rotura de 1490kg hasta 49890kg, respectivamente. Con el cable de 2mm de diámetro se puede soportar hasta 8,1kg en 100m de longitud, y en el cable de 25,4mm se puede soportar hasta 397,3kg en 100m de longitud. Por otro lado cuenta con un límite elástico de un 65%.

Terminales de cables

Para los terminales de cables es importante saber lo siguiente:

- Número de cables
- Diámetro de cable o varilla
- Composición del cable
- Longitud del cable entre ejes

Tipos de terminales de cables

- Terminal de bola prensar / cable estándar
- Terminal espárrago a prensar / cable estándar
- Aislador a prensar / cable estándar

- Terminal con horquilla móvil / a prensar
- Terminal con horquilla móvil / montaje manual
- Terminal horquilla móvil / horquilla móvil

d) Juntas base y de dilatación:

Junta entre vidrios.- A través un perfil de silicona extruída que se coloca en el interior y en el exterior de la ranura tapando la junta en dos vidrios.

Junta de dilatación- Sellado del cristal por el perímetro exterior a través de un perfil de acordeón de silicona para fijar el vidrio a la pared.

5.4.1.4 Puertas y ventanas con vidrios primarios

Son aquellos sistemas cuya constitución, necesariamente consideran marcos en los cuatro bordes del vidrio (Ver Capítulo 6)

5.4.1.5 Puertas y ventanas con vidrios procesados

Son aquellos sistemas cuya constitución, necesariamente considera marcos en dos bordes paralelos horizontales (Ver Capítulo 6)

5.5 DIMENSIONES MÁXIMAS RECOMENDADAS PARA LA APLICACIÓN DE UN VIDRIO FLOTADO

Para determinar las dimensiones máximas de aplicación de un paño de vidrio flotado, se recomienda utilizar el procedimiento establecido en el capítulo presente.

Sin embargo se presentan a continuación algunas tablas que contienen dimensiones máximas recomendadas de aplicación de vidrios según sus características físicas.

Para los Vidrios Primarios comprendidas en las Secciones 2.1.1.1; 2.1.1.2; 2.1.1.3 y 2.1.1.4, según **Tabla N° 5.5a**

Tabla N° 5.5a	
Espesor (mm)	Dimensiones Máximas (mm de semiperímetro)
2,0	1 500
3,0	2 250
4,0	3 000
5,0	3 750
6,0	4 500

Para los Vidrios Templados comprendidos en la Sección 2.2.1, según **Tabla N° 5.5b**

Tabla N° 5.5b	
Espesor (mm)	Dimensiones Máximas Recomendadas (mm)
4	1 100 x 700
5	1 200 x 900
6	1 900 x 1 400
8	2 750 x 1 800
10	3 160 x 2 040
12	3 160 x 2 100
15	3 600 x 2 180
19	4 500 x 2 180

Para los Vidrios Laminados comprendidos en la Sección 2.2.2, según **Tabla N° 5.5c**

Tabla N° 5.5c	
Espesor (mm)	Dimensiones Máximas Recomendadas (mm)
4	1 000 x 600
5	1 200 x 800
6	1 600 x 1 400
8	3 000 x 1 800
10	3 500 x 1 950
12	3 500 x 1 950
15	3 100 x 1950

Para los vidrios blindados (antibalas), según **Tabla N° 5.5d**

Tabla N° 5.5d	
Espesor (mm)	Dimensiones Máximas (mm)
25	2000 x1 800
31	2 000 x 1 500
39	2 000 x 1 200
46	2 000 x 1 000
51	2 000 x 900
52	2 000 x 900

CAPITULO 6 INSTALACION

6.1 INSTALACIÓN DE VIDRIOS PRIMARIOS

Todo vidrio primario deberá ser instalado necesariamente sobre marcos que lo contengan en todo su perímetro. No se deberán instalar vidrios primarios con entalles o muescas ya que aumentan aún más el riesgo de rotura del mismo

6.2 INSTALACIÓN DE VIDRIOS SECUNDARIOS (PROCESADOS)

La instalación para los vidrios catalogados como procesados, se realizará de acuerdo a sus características y propiedades físicas y mecánicas.

a) Vidrio templado

Para este tipo de vidrio deberá considerarse los siguientes sistemas de sujeción:

- Se instalarán con placas o accesorios en sus cuatro aristas o con perfiles corridos en dos de sus lados paralelos, procurando que cada elemento del conjunto actúe independientemente, a fin de que en caso de rotura de un componente del sistema, se mantenga la estabilidad del mismo.
- Con perfiles, canales y/o bruñas en dos bordes paralelos.
- Con tira fones, pernos de sujeción y/o elementos tipo “arañas” en los vértices del mismo.
- Con carpinterías convencionales de aluminio, madera, fierro y/o PVC.
- En fachadas Flotantes con sujeción mecánica ó con silicona estructural a dos ó cuatro lados.
- En fachadas Flotantes con cables, rótulas y tensores.

b) Laminados

Para este tipo de vidrio deberá considerarse los siguientes sistemas de sujeción:

- Se instalara apoyados como mínimo en dos de sus lados paralelos horizontales, mediante el uso de elementos corridos de fijación para evitar deflexiones. En el caso que el cristal laminado esté conformado por dos cristales templados en su fabricación, se considerara las pautas de instalación para el cristal templado. En ningún caso se debe efectuar una perforación de un vidrio laminado.
- Con perfiles y canales en dos bordes paralelos.
- En fachadas flotantes con sujeción mecánica o con silicona estructural a dos y cuatro lados, Es importante la utilización de apoyos en los extremos inferiores del cristal para evitar el desplazamiento del cristal por el peso del mismo.
