



ACTUALIZACIÓN NORMATIVA
DEL CERRAMIENTO
VIDRIADO EN COLOMBIA
Bogotá, Octubre 24 de 2019

INVITA



Sistemas vidriados y patologías

Ingeniero Carlos Riveros
Jefe técnico Vidrio Andino

Bogota, octubre 24 de 2019

Sistemas Vidriados

Aberturas de la envolvente del edificio que incluyen paneles de vidrio en su composición, tales como ventanas, puertas, producto complementario para tormenta (SSP) muros cortina, fachadas, muros ventana, vitrinas comerciales, ventanas de techo, ductos de iluminación natural (TDD), vidriado inclinado, y claraboyas diseñados para permitir el paso del aire, la luz o personas.



Que se espera de un Sistema Vidriado

Proporcionar:

- Confort Térmico
- Confort Visual
- Confort Acústico
- Confort del Aire Interior
- Seguridad





Las porciones vidriadas de la envolvente son componentes críticos de las edificaciones, **que pueden tener incidencia en la seguridad...**

Bogotá, Octubre 24 de 2019

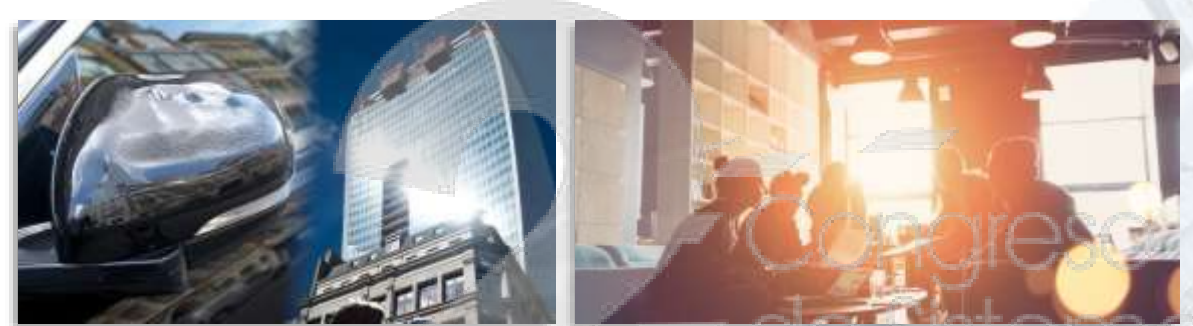




... y el confort de sus ocupantes o los habitantes de sus proximidades.

Razones por la cuales es importante que los **reglamentos y normas técnicas** establezcan sus requisitos de desempeño métodos de evaluación.

Y que los diseñadores conozcan las fallas típicas del vidriado, así como las mejores practicas para diseño e instalación.



Es importante del control solar y el brillo en las fachadas vidriadas, afuera y adentro

(Der. Torre 20 Fenchurch, Londres. Famoso por derretir carros en 2013)



Y también el control de la temperatura, el ruido y el gasto energético



ACTUALIZACIÓN NORMATIVA DEL CERRAMIENTO VIDRIADO EN COLOMBIA
Bogotá, Octubre 24 de 2019

Vidriado con Sistemas muro cortina

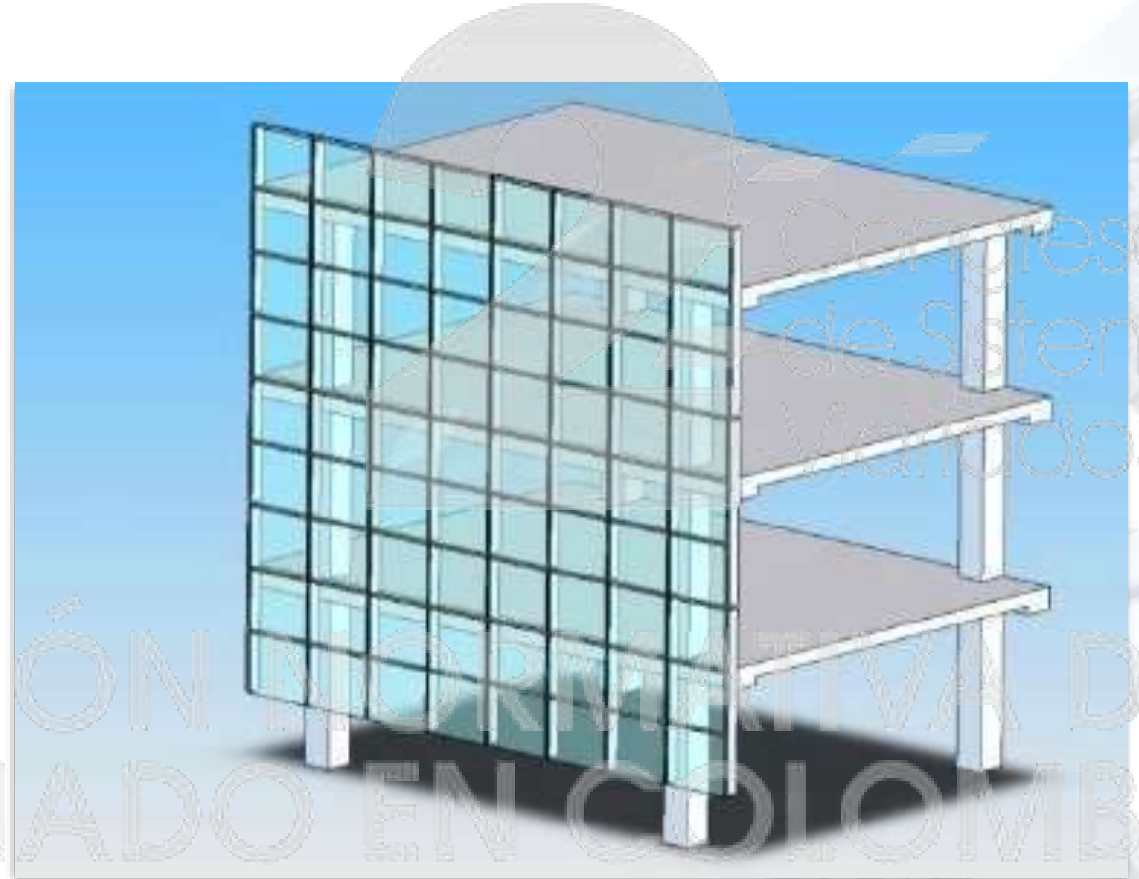
ACTUALIZACIÓN NORMATIVA DEL CERRAMIENTO VIDRIADO EN COLOMBIA
Bogotá, Octubre 24 de 2019



Congreso de Sistemas Vidriados

Muro cortina

- ✓ Muro exterior que no soporta cargas que no sean su propio peso y presiones de viento.
- ✓ No son estructurales y sirven únicamente para proteger el edificio de los elementos ambientales.
- ✓ Las fuerzas sísmicas y del viento en un muro cortina se transfieren a la estructura de soporte.



La transferencia sucede en los puntos de anclaje, donde el marco del muro cortina se une al edificio, generalmente en pisos o columnas.

Causas de falla muro cortina

Deflexión.

Para proteger contra el exceso de deflexión, los montantes **se extruyen en formas que maximizan el momento de inercia del área**, o la resistencia de una forma en sección transversal particular al esfuerzo de flexión. Los elementos de brida ancha, como las vigas en I, tienen momentos de inercia de área particularmente alta, por lo que este perfil se usa con tanta frecuencia en la construcción.



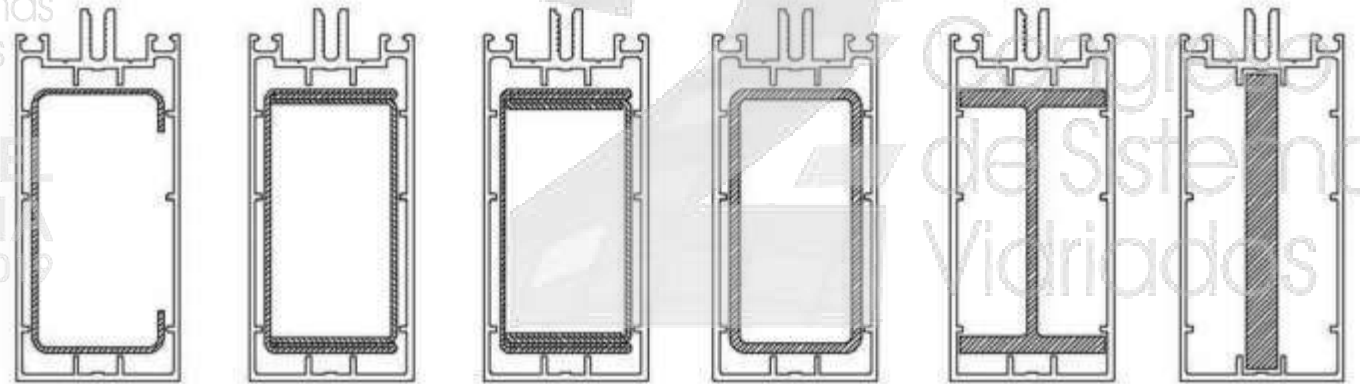
Falla: desvidriado de los paneles de la fachada



Falla de un muro cortina posterior a un ensayo de carga de diseño al 150%

2011. Mccowan Kivela
Lessons fomr CW failure

Para reducir la deflexión en un conjunto de muro cortina sin agregar un exceso de profundidad al perfil del marco, se puede agregar **refuerzo de acero a los montantes de aluminio**. Este método protege el acero de la exposición a los elementos, al tiempo que aprovecha sus propiedades de carga.



Secciones transversales de algunos perfiles con refuerzo de aluminio

Sin embargo, si se presenta **filtración de agua** en un sistema reforzado con acero (no galvanizado o no protegido vs la corrosión). Esta puede conducir a deformación del perfil ya que el acero se corroe y la capa de óxido aumenta el volumen dentro del perfil, deformando el aluminio (haciendo que el aluminio se doble hacia afuera).

Causas de falla del vidriado

Falla de vidriado

Condensación: puede indicar la falla del sistema de muro cortina.

Si se observa humedad entre los paneles de vidrio en una IGU, el sello hermético puede haber fallado, permitiendo la intrusión de aire en el espacio hermético comprometiendo el rendimiento térmico, así como la visibilidad.



Falla: Humedad entre los paneles de una unidad de vidriado aislante (UVA - DVH)

Causas de falla del vidriado

Rotura del puente térmico (Thermal break)

Las fallas en el aislamiento pueden llegar también a través de los elementos metálicos del cerramiento, principalmente al pasar por alto las interacciones de los elementos constructivos con el ambiente.

Ventajas de los perfiles con RPT:

- ✓ Limitación de la condensación.
- ✓ Ahorro energético.
- ✓ Mejor desempeño del aislamiento.



Falla: Humedad entre los paneles de una unidad de vidriado aislante (UVA - DVH)

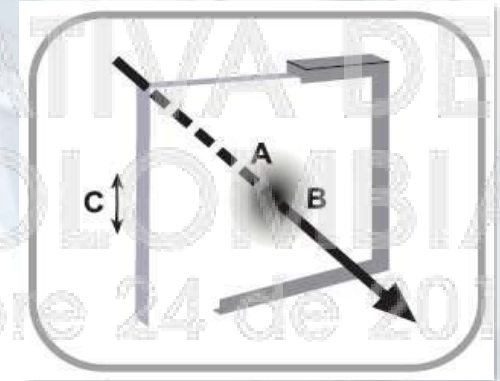
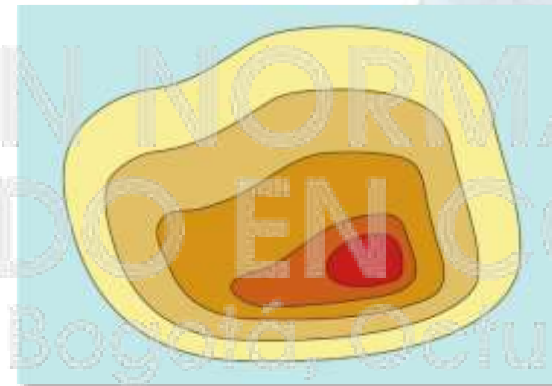
Causas de falla vidriado

Pueden indicar una carga térmica excesiva, particularmente si el vidrio tiene un recubrimiento, como una película o es de baja emisividad. Cuando el sol incide sobre el vidrio, calienta la parte expuesta del panel, haciendo que se expanda. Los bordes no expuestos permanecen fríos, creando **zonas de tensión** que pueden provocar fracturas, particularmente en vidrio que no ha sido tratado térmicamente

Estrés térmico en el vidrio



Patrón típico de la falla por estrés térmico en el vidriado



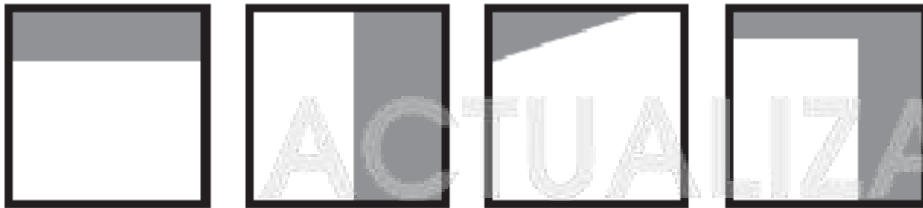
la temperatura del centro del vidrio aumenta mientras los bordes permanecen fríos

Causas de falla vidriado

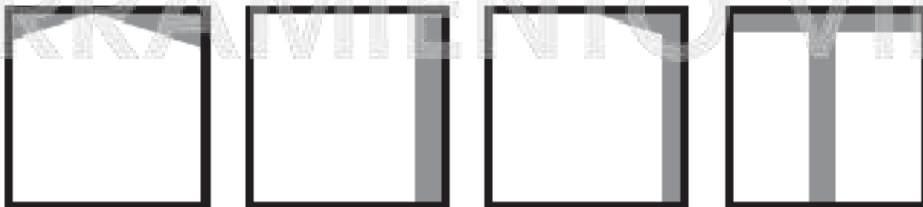
Sombras Aceptables



Sombras Marginales



Sombras Perjudiciales

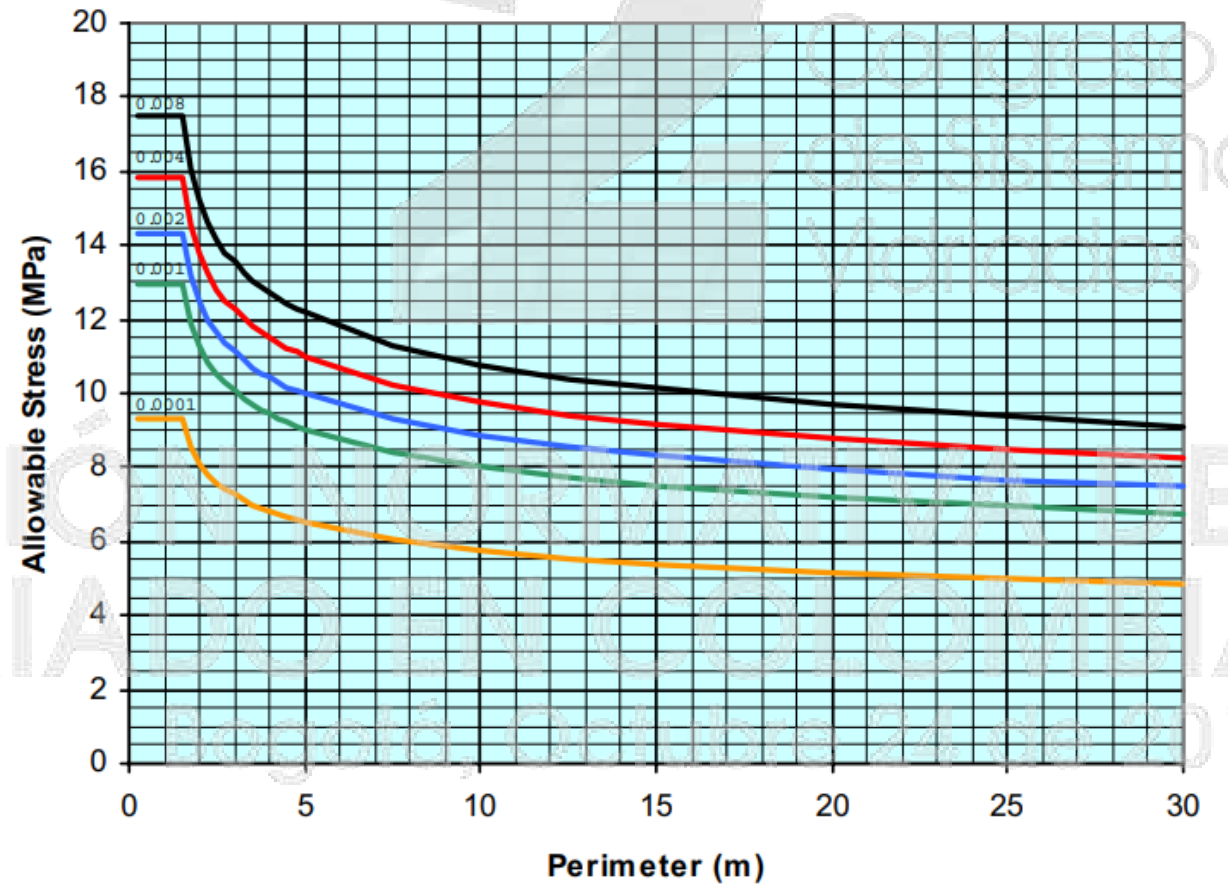
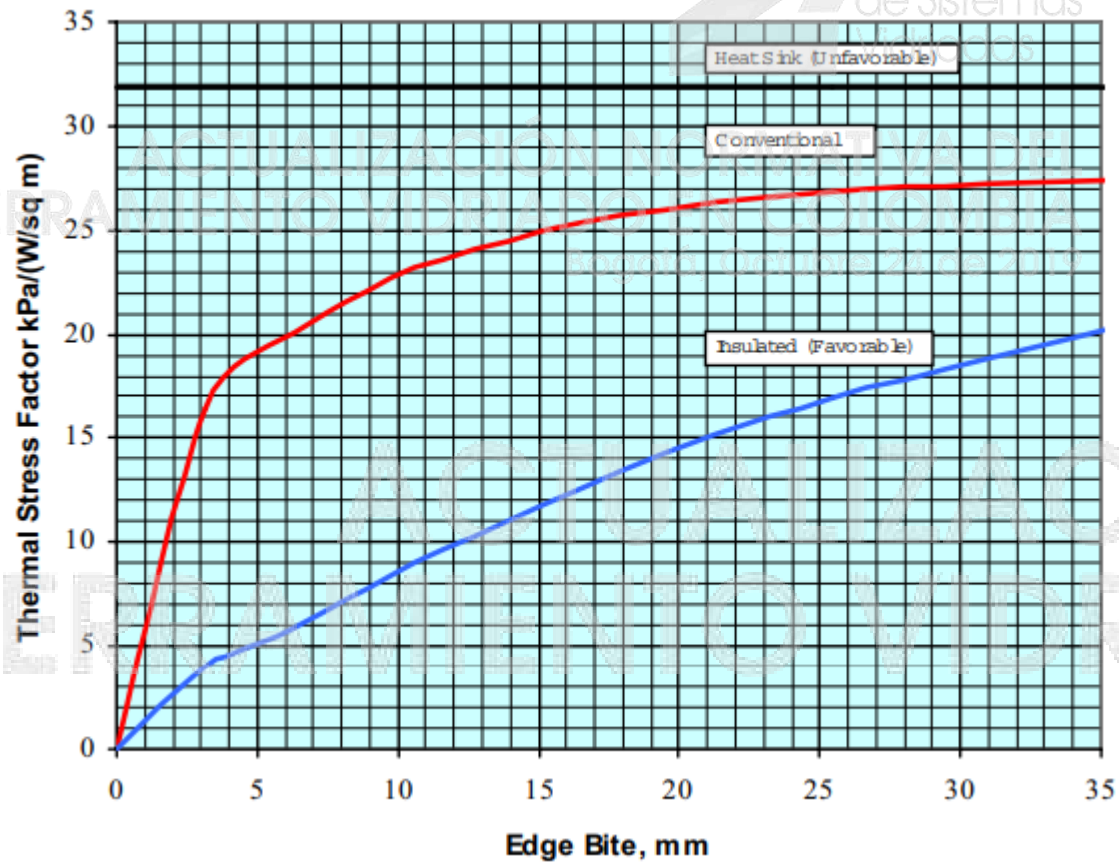


Datos requeridos para el calculo de estrés térmico.

- ✓ Locación del edificio y orientación.
- ✓ Tipo de vidrio especificado (Absorción, Transmisión de energía).
- ✓ Dimensión mayor del vidrio
- ✓ Tamaño de aleros o salientes, si es que existen.
- ✓ Detalles de cualquier respaldo, como por ejemplo un panel detrás del vidrio que pueda atrapar aire caliente y reflejarlo de vuelta al vidrio (Ejemplo Cortinas).
- ✓ Material del marco de la ventana incluyendo su color.
- ✓ Por ejemplo, cambia el ángulo hacia el sol.
- ✓ Cualquier otro detalle como otros edificios o árboles que hagan sombra sobre el vidrio.

Causas de falla vidriado

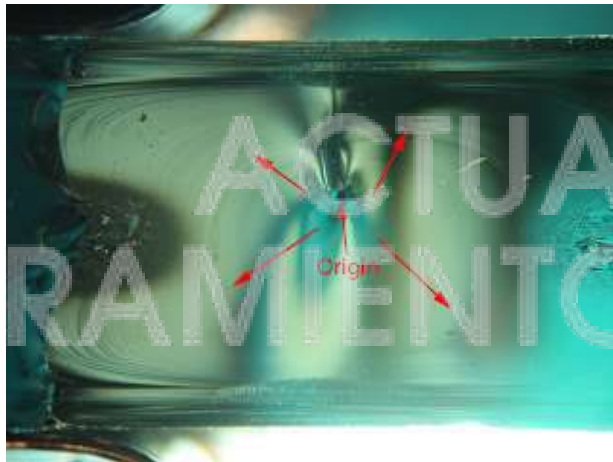
Congreso de Sistemas



Causas de falla vidriado

Rotura espontanea

Los vidrios templados, a veces años después de la instalación pueden romper. Todo el vidrio tiene imperfecciones microscópicas, o inclusiones, que resultan del proceso de fabricación.



Fotomicrografía 25X de un vidrio roto por falla ocasionada por partícula de sulfuro de níquel (NiS)



patrón de rotura de mariposa, típico de la rotura espontanea

Degradación de juntas y sellos



Filtración de agua en una ventana por causa de fallo en la junta

Las juntas son elementos entre el vidrio y el marco, que sirven para amortiguar el vidrio y acomodar el movimiento debido a cargas de viento, térmicas o sísmicas.

El material elástico se degrada a medida que envejecen, las juntas comienzan a secarse, encogerse y agrietarse. Sometido a la radiación ultravioleta y los ciclos de congelación-descongelación (donde aplica). Al principio, los espacios de aire creados por las juntas secas y encogidas admiten aire y humedad en el sistema, lo que genera **condensación, corrientes de aire y fugas.**



Sin el soporte de juntas flexibles, el vidrio pierde estabilidad y puede romperse. Por esta razón, es importante mantener y reemplazar rutinariamente las juntas para mantener los paneles vidriados del sistema funcionamiento y seguro.



Rotura de vidrio recocido en contacto con el marco

Malas prácticas



Cuando no se elige el empaque correcto para los diferentes tipos de sistemas, (cavidad aluminio y espesor del vidrio) puede incurrirse en una mala aplicación como se evidencia en esta imagen.

El aumento de la temperatura por motivos del poniente en la fachada, dilata la cavidad del aluminio, la cuña pierde presión y se cae.



Malas prácticas

El ensamble incorrecto del empaque en un sistema vidriado, **genera filtraciones**. El empaque no ingresa por completo (*Colillado*).



Figura: uso correcto del empaque

Degradación de juntas y sellos

Los sistemas de muros cortina también pueden utilizar sellador estructural, generalmente un producto de silicona de alta resistencia, para asegurar el vidrio al marco. Al igual que las juntas, los selladores tienen una vida útil limitada. Los sellados de junta presenta tres tipos de falla:

- Preparación inadecuada de la superficie
- Falta o imprimador inadecuado
- Tensión excesiva en la línea de pegado
- Humedad
- Espatulado insuficiente, escaso contacto con sustrato
- Perfil de la junta muy profundo

ADHESIVA:



Espatulado insuficiente

COHESIVA:

- Movimiento por encima de la capacidad del sellante
- Perfil muy dejado en medio de la junta
- Endurecimiento por baja resistencia del sellante al ambiente
- Insuficiente resistencia al desgarro del sellante

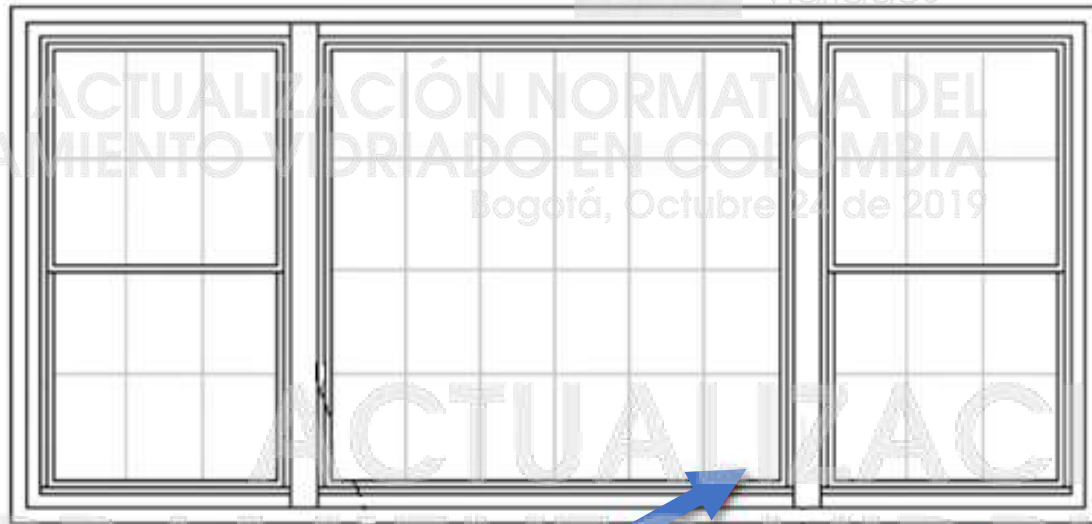


POR DETERIORO:

- Endurecimiento del sellante
- Tizado superficial del sellante
- Deformación permanente – escasa recuperación luego de la compresión de la junta
- Reblandecimiento del sellante por humedad
- Reversión por exposición UV



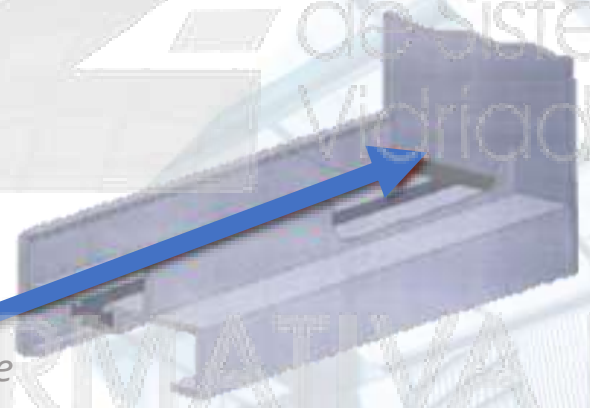
Principales puntos de infiltración



Junta entre vidrio y marco

Junta perimetral entre marco y mampostería

Junta de encuentro





Principales patologías

2 Congreso de Sistemas Vidriados



Sellado insuficiente



Retracción del burlète



Sellador con una pintura no elastomérica, el sellador se mueve pero la Pintura NO.

Principales patologías



*Sellador orgánico
cristalizado*



*Transparentes se amarillan,
poca flexibilidad*



*Evitar en los selladores de silicona:
extendidos (diluidos), Neutros – Oxímicos
y **Acéticos (corrosivos)**.*

Defectos de diseño o construcción del sellado

Filtración de agua debido a selladores aplicados incorrectamente o faltante en el marco, las esquinas y otras intersecciones

Insuficiente supervisión durante la aplicación y el no seguimiento de las instrucciones de los fabricantes, puede terminar en **daños por filtraciones de agua** que son difíciles de acceder y costosos de reparar.



Fallas adhesión paneles

Las cubiertas y paneles también pueden ser adheridos sin fijaciones mecánicas a las superficies utilizando cinta estructural, principalmente para evitar fallas el aplicador debe:

- ✓ Seguir el entrenamiento del proveedor.
- ✓ Tener la superficie preparada según instrucciones.
- ✓ Esperar los tiempo indicados para que el enlace entre las superficies este 100% formado.
- ✓ Seleccionar el producto adecuado al proyecto con la asesoría técnica del fabricante.



*Edificio Corporativo
Iguatemi*

*Porto Alegre, Brasil
Muro cortina fabricado
con cinta estructural*

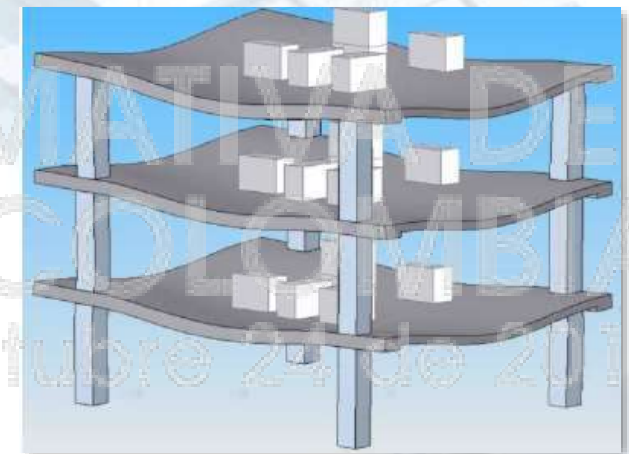
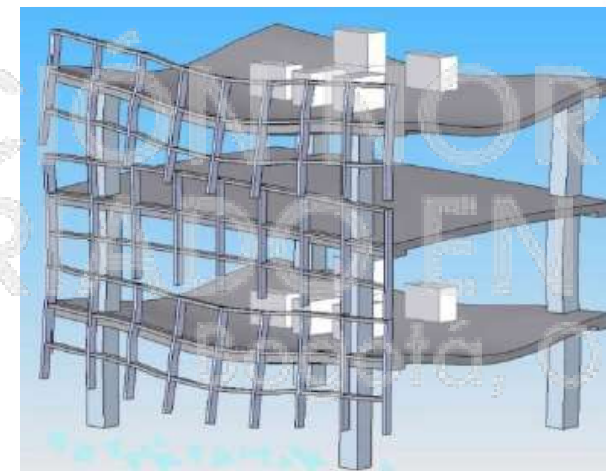
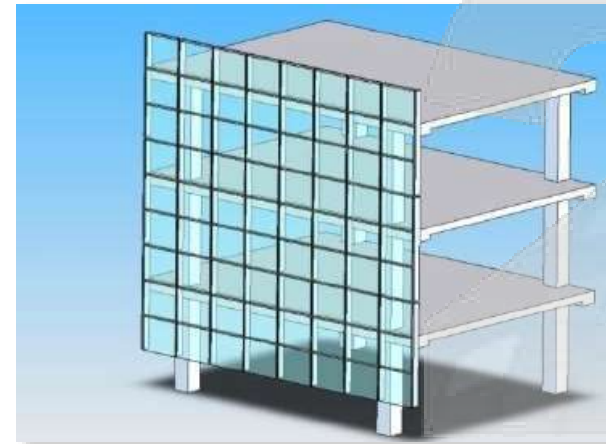


Fallas de ingeniería

Las **interacciones estructurales imprevistas** entre los elementos del edificio pueden conducir a fallas si el muro cortina no se ha diseñado adecuadamente.

La **provisión inadecuada para el movimiento** diferencial, así como los cálculos de deflexión incorrectos, pueden ser responsables de vidrios rotos, fallas del sello o filtración de agua de agua.

El vidrio y la estructura deben **evaluarse** no solo de manera independiente, sino **como un sistema**, teniendo en cuenta el impacto de los elementos de construcción proximales.



Fallas de instalación

No contar con un equipo de ensamble calificado.

Transportar paneles sin una adecuada planeación del movimiento. (o con prisa)

No cuidar la alineación de los paneles. Problemas del *lay out* de la fachada, tolerancias o de coordinación del equipo de instalación

Ignorar los resultados de falla de ensayos de los especímenes de tamaño real (laboratorio o en campo). Estos ensayos ayudan a identificar y solucionar los puntos débiles de las fachadas.





Desvidriado



filtración de agua



Desvidriado

ACTUALIZACIÓN NORMATIVA DEL
CERRAMIENTO VIDRIADO EN COLOMBIA
Bogotá, Octubre 24 de 2019

ACTUALIZACIÓN NORMATIVA DEL
CERRAMIENTO VIDRIADO EN COLOMBIA
Bogotá, Octubre 24 de 2019

Congreso
de Sistemas
Vidriados

Congreso
de Sistemas
Vidriados



Fachada expuesta a sobrecarga de viento



Congreso
de Sistemas
Vidriados

ACTUALIZACIÓN NORMATIVA DEL
CERRAMIENTO VIDRIADO EN COLOMBIA
Bogotá, Octubre 24 de 2019

2 Congreso
de Sistemas
Vidriados

ACTUALIZACIÓN NORMATIVA DEL
CERRAMIENTO VIDRIADO EN COLOMBIA
Bogotá, Octubre 24 de 2019

Evaluación y ensayos

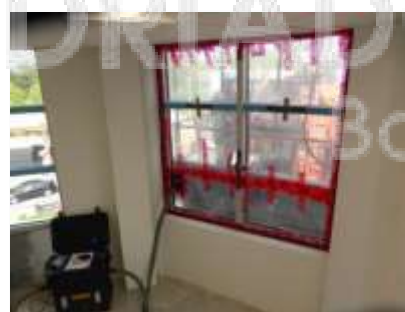
Las fugas, la deflexión, el vidrio u otros problemas son tema de evaluación sistemática del sistema de muro cortina, comenzando con una inspección visual minuciosa.

Colombia actualmente esta **adoptando los ensayos** internacionales ASTM para la evaluación de la **filtración de aire y agua, así como el desempeño estructural del vidrio** en aplicaciones de muros cortina y para ventanas y puertas exteriores. (ASTM E330, E283, E783, E331, E547 Y E1105 principalmente)

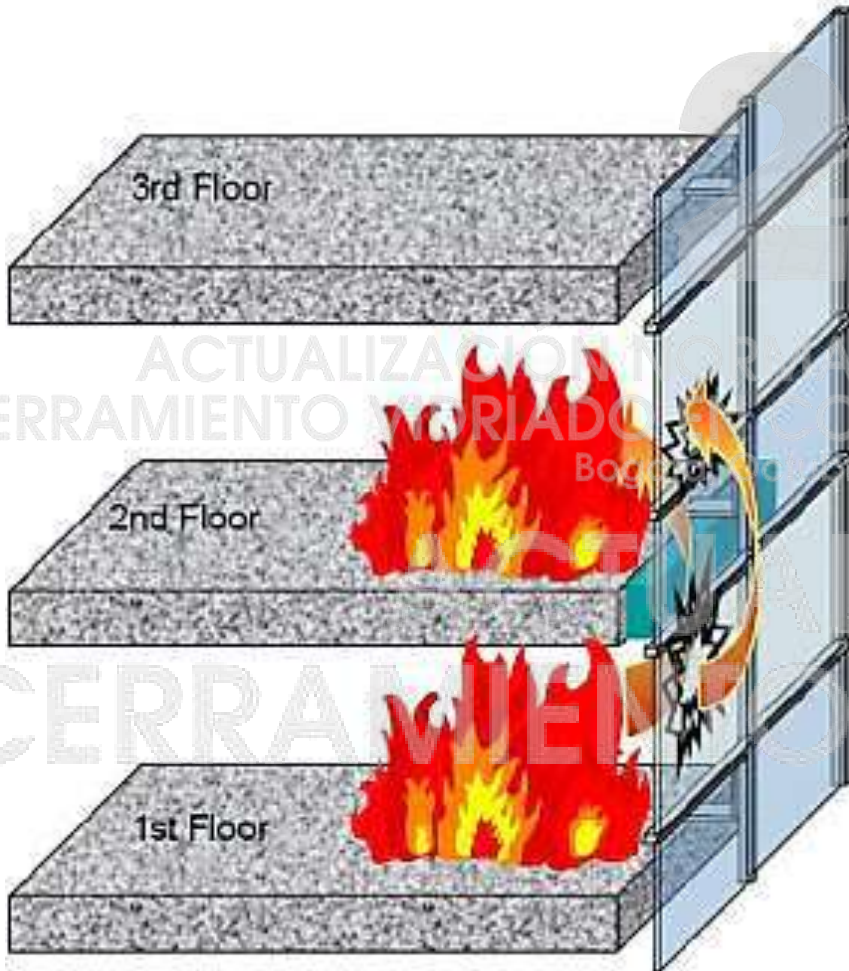
Estos ensayos están contenidos en la norma técnica colombiana para el desempeño de ventanas, puertas y claraboyas exteriores.



Ensayos ASTM



Seguridad contra incendios



El diseño abierto de un muro cortina lo hace susceptible a la propagación del fuego. Por esta razón, **se requieren cortafuegos** en el perímetro de cada piso para evitar la migración de llamas por el costado del edificio.

El material cortafuegos se incorpora en el área existente entre la losa del piso y el muro cortina para crear un espacio contenido en cada piso.

Ruido excesivo

Cuando el ruido exterior es un problema, puede adaptarse el vidriado del con vidrio laminado, lo que reduce el sonido y proporciona una pantalla UV del 99%.

Bogotá, Octubre 24 de 2019

Fallas comunes:

No buscar asesoría especializada

No utilizar materiales para absorción y desviación del ruido.

Todo el cerramiento (no solo el vidriado) debe tener elementos para la reducción del sonido.



Rendimiento térmico

Los costos de energía y las consideraciones ambientales encabezan la lista de preocupaciones mundiales de la construcción, la tecnología de materiales que aumentan la eficiencia de los muros cortina vidriados se han convertido en una opción atractiva para mejorar el rendimiento general del edificio.

Fallas comunes:

- Selección inadecuada del tipo de vidrio y el tratamiento térmico (Absorción de calor relacionada con el color de vidrio puede resultar en estrés térmico). Selección inadecuada del marco y aislamientos. Desconocimiento de las características de los materiales
- No buscar asesoría especializada para el caso particular del proyecto (ubicación, clima, características internas, materiales disponibles, entorno)
- Buscar soluciones “one size fits all”



Rendimiento térmico acústico

La envolvente debe adaptarse según el clima, las orientaciones

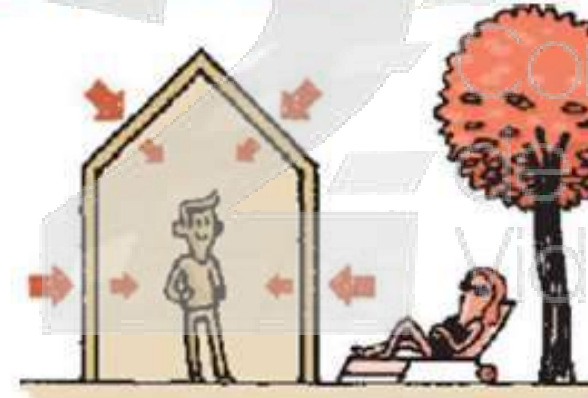
Fallas comunes:

- La envolvente debe adaptarse según el clima, la orientaciones.

La selección de los materiales es clave:

- Crecer el tamaño de las ventanas para mejorar el confort visual pero bajar el factor solar para disminuir los riesgos de sobrecalentamiento
- Aislar solo los techos con ventilación natural, aislar muros exteriores y techo si aire acondicionado
- Aislar muros interiores para mejorar el confort acústico (ruido de los vecinos) y aumentar la superficie

EFICIENTE ENERGETICA



Confort Visual

Ventana 2.4m²

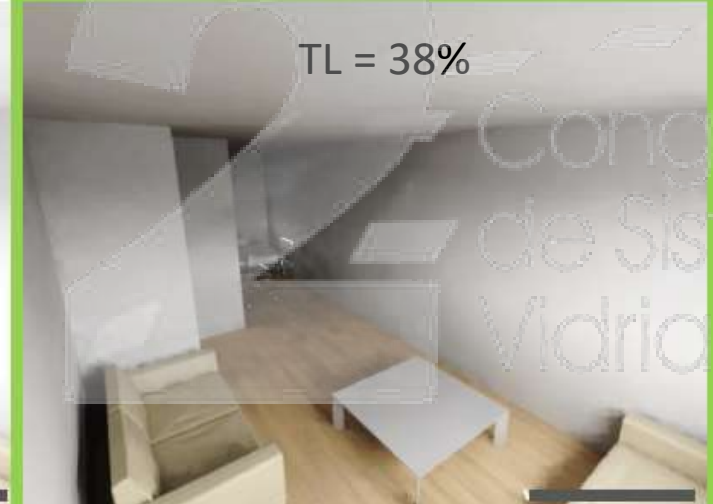
TL = 88%



TL = 53%



TL = 38%



Ventana 1.2m²



Dimensionamiento de paneles de vidrio



*The Broad Museum, Los Angeles
paneles de vidrio sin divider 7.50 m x 2.40 m*

NSR-10

K.4.2.3



Paneles de hasta 18 x 3.210 m en vidrio.

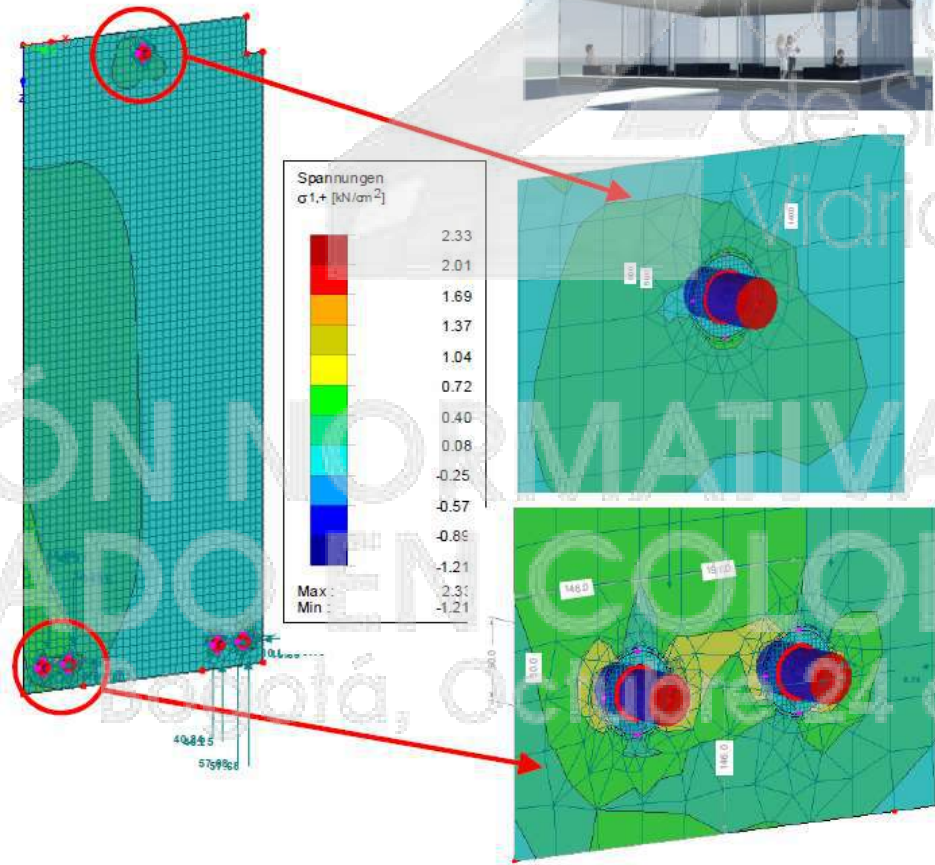
Dimensionamiento de paneles de vidrio

NSR-10: Para el dimensionamiento de espesores de láminas de vidrio sometidas a cargas de viento, empozamiento y peso propio, con una magnitud combinada total menor que o igual a 10 kPa, se permite el uso del método establecido en **la norma ASTM E1300**.



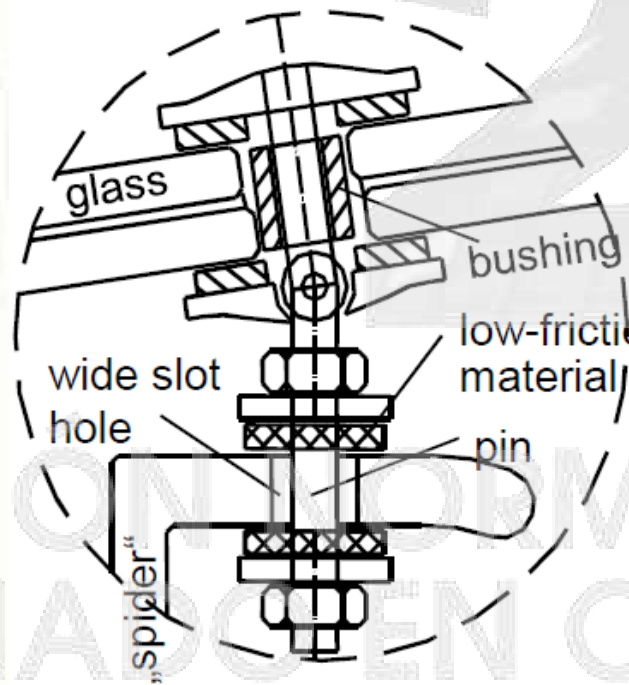
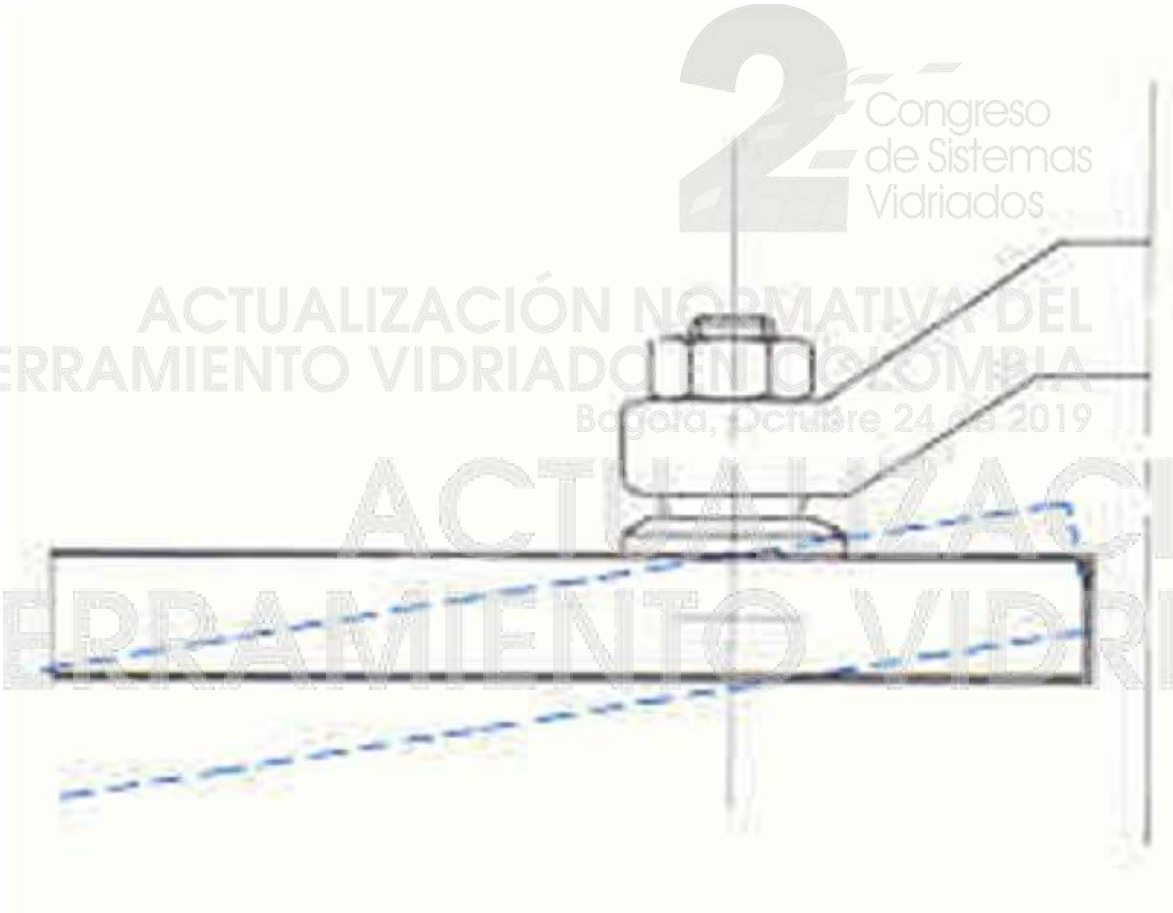
Dimensionamiento espesor de vidrio

- ASTM E 1300 no contempla vidrios con fijación puntuales.
- Método elementos finitos.



Dimensionamiento espesor de vidrio

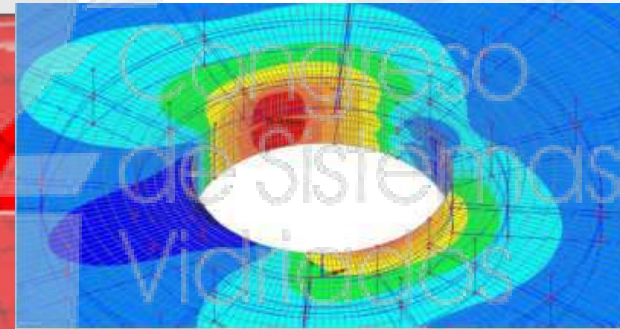
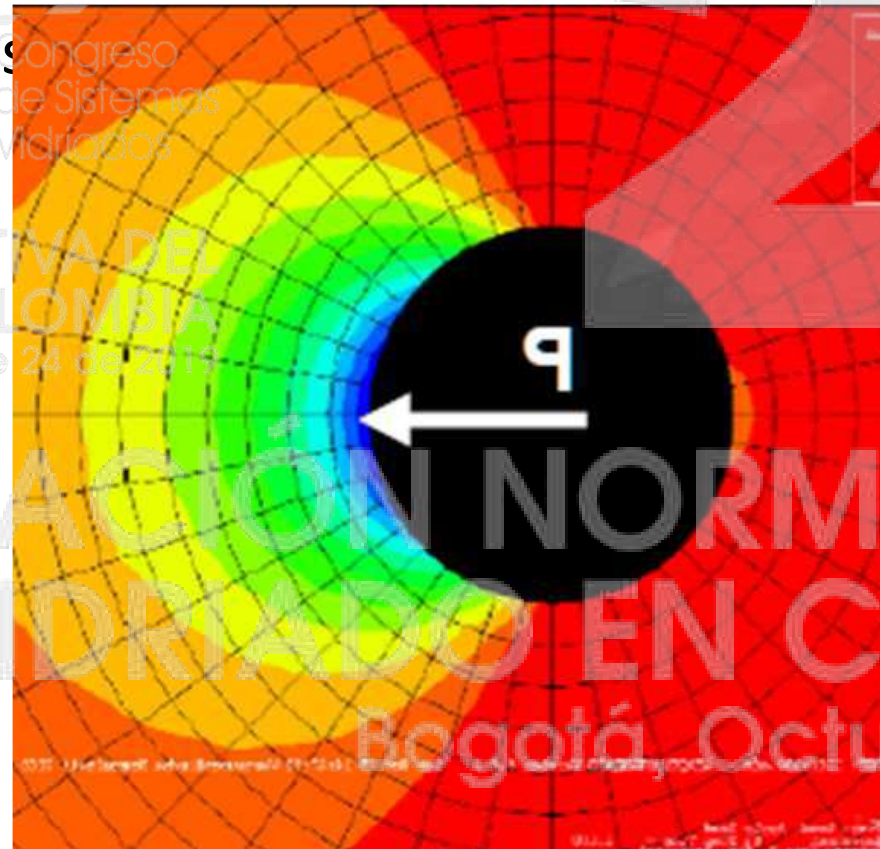
-
-



Dimensionamiento espesor de vidrio



rios Congreso de Sistemas Vidriados



Conclusión

Con todos los problemas potenciales que los diseñadores encuentran en la mayoría de los proyectos, cada vez es más necesario obtener consultores especializados en sistemas vidriados para ayudar a identificar problemas de desempeño y evaluar los riesgos que pueden presentar diseños inusuales. En este campo siempre cambiante, es importante contar con aliados que permanezcan a la vanguardia de la tecnología y que tengan un historial de experiencia identificando motivos de falla o riesgos potenciales por envejecimiento de los componentes.

Ingeniero Carlos Riveros
Responsable Servicios Técnicos Vidrio Andino
carlos.riveros@saint-gobain.com