

Diseño de vidrio para resistir cargas de viento y nieve

Uno de los requisitos para el diseño del vidrio utilizado en edificios es que resista las cargas del viento y la nieve. La norma ASTM E1300-02: *Práctica estándar para determinar la resistencia de las cargas de vidrio en edificios* brinda procedimientos numéricos y gráficos para ayudar a los profesionales del diseño y a otras autoridades especificadoras a determinar el espesor y el tipo de vidrio adecuados para satisfacer las cargas de viento y nieve especificadas.

La norma E1300 ha sido desarrollada por un amplio grupo de representantes de la industria y ha evolucionado y se ha ampliado hasta su forma actual durante un período de más de 10 años.

La norma E1300 no aborda las cuestiones de diseño del vidrio relacionadas con el estrés térmico, para lo cual invitamos a nuestros clientes a utilizar la publicación Actualización sobre Estrés Térmico de Vitro (antes PPG Glass) y el software relacionado.

El objetivo de este documento es familiarizar a los clientes de Vitro con esta norma, incluyendo su alcance y limitaciones. Se muestran ejemplos y se dan instrucciones para obtener una copia de la norma. También se dan instrucciones sobre cómo obtener un paquete de software, basado en la norma ASTM E1300-02, que puede utilizarse para producir recomendaciones compatibles. También se muestran ejemplos del paquete de software.

Alcance de la norma E1300-02

La norma E1300-02 incluye procedimientos que abordan:

- Construcciones de vidrio monolítico, laminado y aislante.
 - ✓ Las unidades de vidrio aislante pueden tener láminas del mismo o diferente tipo y espesor.

- ✓ Las unidades de vidrio aislante pueden tener una lámina monolítica y una lámina laminada, o pueden estar compuestas por dos láminas laminadas.

- Condiciones de apoyo en 1, 2, 3 y 4 lados.
- Cargas laterales uniformes de corta o larga duración.
- Deflexión calculada del centro del vidrio.
- Probabilidades especificadas de fractura del vidrio.

Productos de vidrio NO cubiertos

- Vidrio alambrado.
- Vidrio estampado/cilindrado
- Vidrio grabado, esmerilado, perforado, muescado o ranurado.

Supuestos

Los procedimientos que define la norma ASTM E1300-02 incluyen los siguientes supuestos.

- El vidrio está correctamente acristalado y sin daños en los bordes.
- El vidrio no ha sido sometido a abusos.
- Las condiciones de la superficie del vidrio son típicas del vidrio en servicio.
- El soporte del borde del vidrio limita las deflexiones laterales de los bordes del vidrio soportados a menos de 1/175 de sus longitudes.
- La deflexión del centro del vidrio no provocará la pérdida del soporte de los bordes.

Vitro anima a sus clientes a adquirir una copia de la norma ASTM E 1300-02. Se pueden adquirir copias en línea en www.astm.org.

Diseño de vidrio para resistir cargas de viento y nieve

Uso de la norma E1300-02

► CONCEPTOS CLAVE

- **Factor de tipo de vidrio** – factor multiplicador para ajustar la resistencia de carga de los diferentes tipos de vidrio.
- **Carga de diseño especificada** – magnitud (en kPa o lb/pie²), tipo de carga (viento o nieve) y duración de la carga permitida por la autoridad.
- **Carga no factorizada** – carga uniforme de 3 segundos asociada a una probabilidad de fractura del vidrio de ≤ 8 láminas por cada 1,000.
- **Factor de reparto de la carga** – factor multiplicador derivado del reparto de la carga entre las dos láminas de igual o diferente tipo y espesor.
- **Resistencia de carga** – la carga lateral uniforme que puede soportar una construcción de vidrio basada en una probabilidad de fractura y en la duración de la carga.

► PROCEDIMIENTO DE DISEÑO

1. Empiece con las dimensiones del vidrio y la carga de diseño especificada.
 - ✓ La carga de diseño debe estar en psf o kPa. La velocidad del viento se puede convertir a psf así:

$$P_{sf} = 0.00256V^2$$
2. Formule un diseño de prueba (espesor y tipo de vidrio).
3. Utilice E 1300 para determinar la resistencia de carga (**LR**) y la deflexión del centro del vidrio.

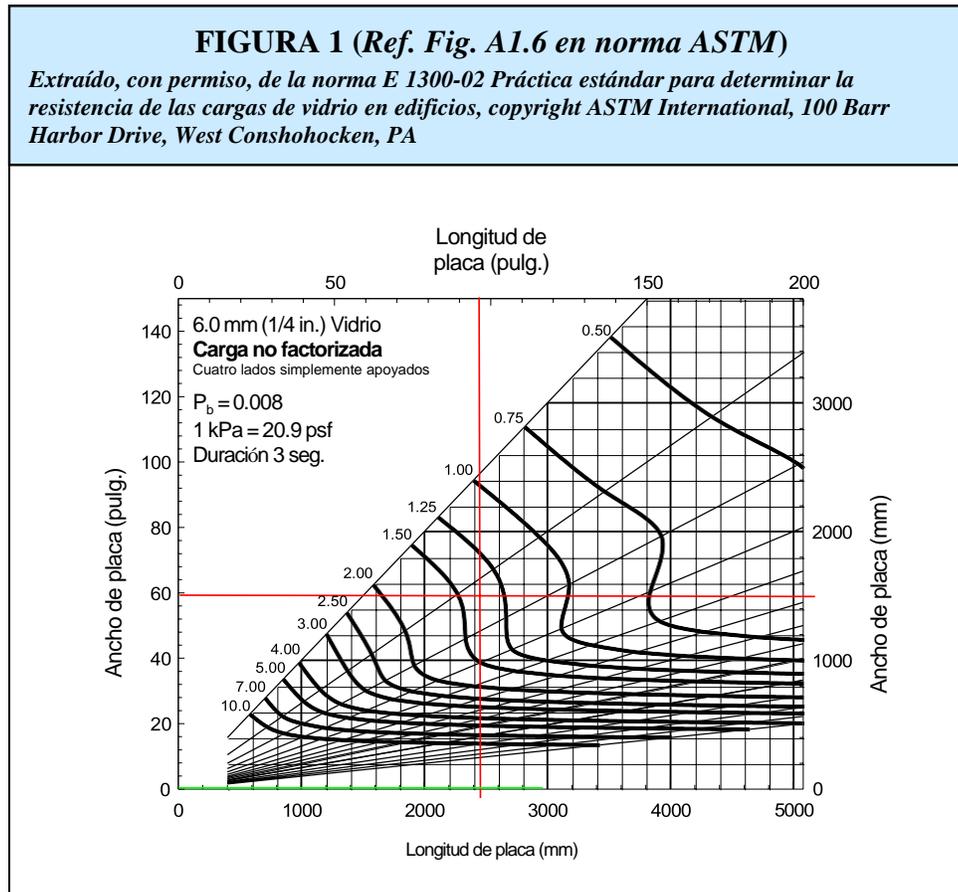
4. Si la **LR** es mayor que la carga de diseño especificada, entonces el diseño de prueba está bien y usted ha terminado.
5. Si la **LR** es inferior a la carga de diseño especificada, modifique la configuración del acristalamiento de prueba y vuelva al paso 3.

Nota: Para las unidades de vidrio aislante, calcule la resistencia de carga de cada lámina. La resistencia de carga de la unidad es la mínima de las dos.

Ejemplo de diseño de unidad de vidrio aislante

- Determine el espesor del vidrio y los tipos de vidrio para una unidad de vidrio aislante con dimensiones rectangulares de 60 x 96 pulg. que está simplemente apoyada en los cuatro bordes.
 - La carga de diseño de 3 segundos de duración es de 125 psf.
1. Diseño de prueba
 - ✓ Lámina exterior (#1): Vidrio monolítico nominal semi-templado de ¼ pulg.
 - ✓ Lámina interior (#2): Vidrio laminado nominal semi-templado de 3/8 pulg.
 2. Determine la resistencia de carga con base en la Lámina #1.
 - ✓ Utilice la tabla de carga no factorizada para el vidrio de ¼ pulg. (Ver Fig. 1 en la página 3).
 - ✓ Así, la carga no factorizada para la lámina #1 (NFL1) es de 28.8 psf.
 - ✓ *Nota: Debe interpolar entre las curvas*

Diseño de vidrio para resistir cargas de viento y nieve



3. Determine el factor de tipo de vidrio para la Lámina #1 (GTF1) de la tabla 2 (reproducida a continuación). Así, **GTF1 = 1.8**

TABLA 2 Factores de tipo de vidrio (GTF) para el vidrio aislante
Carga de corta duración
 Extraído, con permiso, de la norma E 1300-02 Práctica estándar para determinar la resistencia de las cargas de vidrio en edificios, copyright ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA

Lámina No. 1 Tipo de vidrio monolítico o laminado	Lámina No. 2					
	Tipo de vidrio monolítico o laminado					
	Recocido		Semi-templado		Templado	
	GTF1	GTF2	GTF1	GTF2	GTF2	GTF2
Recocido	0.9	0.9	1.0	1.9	1.0	3.8
Semi-templado	1.9	1.0	1.8	1.8	1.9	3.8
Templado	3.8	1.0	3.88	1.9	3.6	3.6

Diseño de vidrio para resistir cargas de viento y nieve

4. Determine el factor de reparto de carga para la Lámina #1 ($LSF1$) de la Tabla 5 en la página 6.

Así, $LSF1 = 5.26$

5. Calcule la resistencia de carga (con base en la Lámina #1):

$$\begin{aligned} LR1 &= NFL1 \times GTF1 \times LSF1 \\ &= 28.8 \times 1.8 \times 5.26 \\ &= \underline{273 \text{ psf}} \end{aligned}$$

Esto cumple con los requisitos, pero debe revisar la lámina #2.

6. Determine la resistencia de carga con base en la lámina #2.

- ✓ Use la tabla de carga no factorizada para vidrio laminado de 3/8 pulg. (Ver Fig. 2 en la pág. 6).
- ✓ Así, la carga no factorizada para la lámina #2 (NFL2) es 49.2 psf.

7. Determine el factor del tipo de vidrio para la Lámina #2 ($GTF2$) de la Tabla 2 (p. 3)

Así, $GTF2 = 1.8$

8. Determine el factor de reparto de carga para la Lámina #2 ($LSF2$) de la Tabla 5 (p. 6)

Así, $LSF2 = 1.23$

9. Calcule la resistencia de carga (con base en la Lámina #2):

$$\begin{aligned} LR2 &= NFL2 \times GTF2 \times LSF2 \\ &= 49.2 \times 1.8 \times 1.23 \\ &= \underline{109 \text{ psf}} \end{aligned}$$

Esto no cumple los requisitos y, por lo tanto, este diseño de prueba no es adecuado. Es necesario modificar el espesor y/o los tipos de vidrio y

realizar otra iteración del proceso.

10. Diseño de prueba modificado

- ✓ Lámina exterior (#1): Vidrio monolítico nominal semi-templado de 3/8 pulg.
- ✓ Lámina interior (#2): Vidrio laminado nominal semi-templado de 5/16 pulg.

12. Determine la resistencia de carga con base en la Lámina #1.

- ✓ Use la tabla de carga no factorizada para vidrio de 3/8 pulg. (Ver Fig. 3 en la pág. 7).
- ✓ Así, la carga no factorizada para la lámina #1 (NFL1) es 47.0 psf.

13. Determine el factor de tipo de vidrio para la lámina #1 ($GTF1$) de la Tabla 2 (p. 3).

✓ Así, $GTF1 = 1.8$

14. Determine el factor de reparto de carga para la lámina #1 ($LSF1$) de la Tabla 5 (p. 4).

✓ Así, $LSF1 = 1.56$

15. Calcule la resistencia de carga (con base en la lámina #1):

$$\begin{aligned} LR1 &= NFL1 \times GTF1 \times LSF1 \\ &= 47.0 \times 1.8 \times 1.56 \\ &= \underline{132 \text{ psf}} \end{aligned}$$

Esto cumple con los requisitos, pero debe revisar la lámina #2.

Diseño de vidrio para resistir cargas de viento y nieve

16. *Determine la resistencia de carga con base en la lámina #2.*

- ✓ Use la tabla de carga no factorizada para vidrio laminado de 5/16 pulg. (Ver Fig. 4 en la pág. 7).
- ✓ Así, la carga no factorizada para la lámina #2 (NFL2) es 40.8 psf.

17. *Determine el factor de tipo de vidrio para la lámina #2 (GTF2 de la Tabla 2 (p. 3))*

- ✓ Así, GTF2 = 1.8

18. *Determine el factor de reparto de carga para la lámina #2 (LSF2) de la Tabla 5 (p. 6)*

- ✓ Así, LSF2 = 2.80

19. *Calcule la resistencia de carga (con base en la lámina #2):*

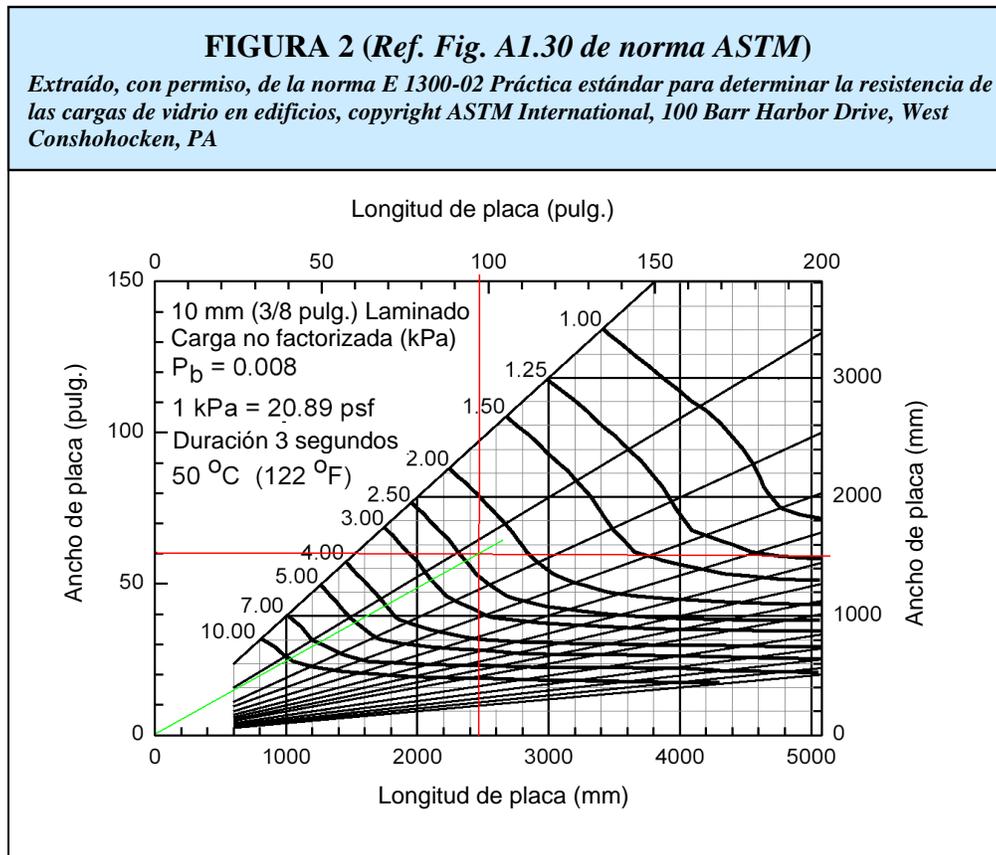
- ✓ $LR2 = NFL2 \times GTF2 \times LSF2$
 $= 40.8 \times 1.8 \times 2.80$
 $= \underline{205 \text{ psf}}$

Esto cumple los requisitos. Dado que la resistencia de carga tanto de la Lámina 1 como de la Lámina 2 cumple los requisitos, este diseño de prueba es adecuado.

Diseño de vidrio para resistir cargas de viento y nieve

TABLA 5 Factores de reparto de carga (LS) para unidades de vidrio aislante
Nota: Esta reproducción representa sólo una parte de la tabla 5 tal y como aparece en la norma ASTM E 1300-02
Extraído, con permiso, de la norma E 1300-02 Práctica estándar para determinar la resistencia de las cargas de vidrio en edificios, copyright ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA

Lámina No.1	Lámina No. 2					
Vidrio monolítico	Vidrio monolítico, carga de corta o larga duración, o vidrio laminado, sólo carga de corta duración					
Espesor nominal (pulg.)	1/4		5/16		3/8	
	LS1	LS2	LS1	LS2	LS1	LS2
1/4	2.00	2.00	3.37	1.42	5.26	1.23
5/16	1.42	3.37	2.00	2.00	2.80	1.56
3/8	1.23	5.26	1.56	2.80	2.00	2.00



Diseño de vidrio para resistir cargas de viento y nieve

FIGURA 3 (Ref. Fig. A1.8 de norma ASTM)

Extraído, con permiso, de la norma E 1300-02 Práctica estándar para determinar la resistencia de las cargas de vidrio en edificios, copyright ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA

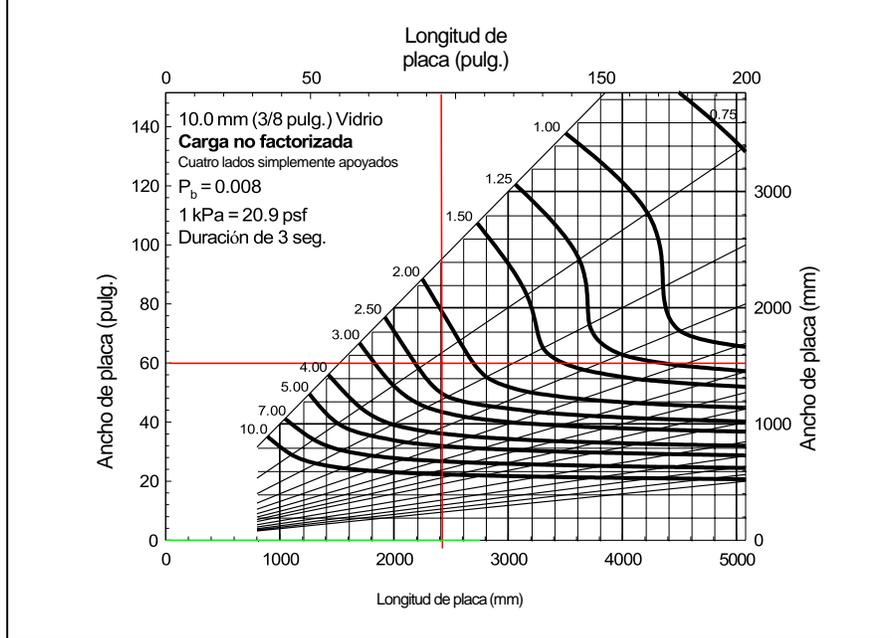
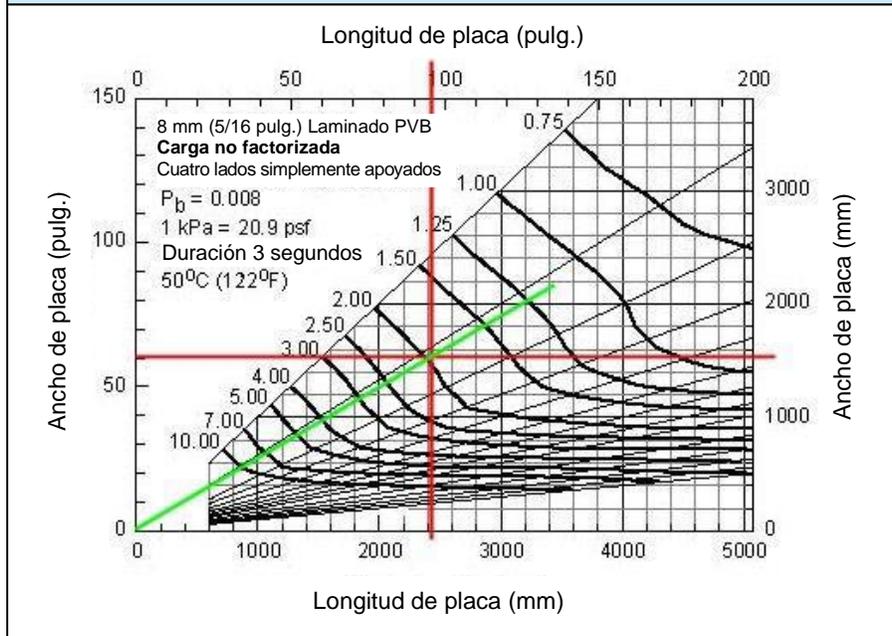


FIGURA 4 (Ref. Fig. A1.29 de norma ASTM)

Extraído, con permiso, de la norma E 1300-02 Práctica estándar para determinar la resistencia de las cargas de vidrio en edificios, copyright ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA



Diseño de vidrio para resistir cargas de viento y nieve

Deflexión del centro del vidrio

La norma ASTM E 1300-02 incluye procedimientos para calcular la deflexión del centro del vidrio. Un ejemplo de este cálculo, utilizando el ejemplo de diseño anterior, el procedimiento es el siguiente.

1. *Calcule la deflexión del centro del vidrio para la lámina #1 bajo la carga de diseño especificada.*

✓ Carga de lámina #1 (P1):

$$P1 = \text{Carga especificada} / \text{LSF1} \\ = 125 \text{ psf} / 1.56 = \underline{80.1 \text{ psf}}$$

✓ Relación de aspecto (AR) =

$$\text{dimensión larga} / \text{dimensión corta} \\ = 96 \text{ pulg.} / 60 \text{ pulg.} = \underline{1.6}$$

✓ Carga * Área² =

$$= 80.1 \text{ psf} * (40 \text{ pies}^2)^2 \\ = 128,160 \text{ libras-pie}^2 \\ = \underline{128 \text{ kip-pie}^2}$$

✓ Utilizando la figura 5 en la página 9:

▶ Projete una línea vertical (mostrada en rojo) de 128 kip-pie² a lo largo del eje horizontal.

▶ Projete una línea horizontal (mostrada en verde) desde la intersección de la línea vertical con la línea curva para Relación de aspecto = 1.6 (determinada por interpolación entre líneas curvas para AR =1 y AR =2).

1. La deflexión aproximada del centro del vidrio se determina entonces por la intersección de la línea horizontal (verde) con los ejes verticales como 0.89 pulg.

2. *Calcule la deflexión del centro del vidrio para la lámina #2 bajo la carga de diseño especificada.*

✓ Carga de lámina #2 (P2):

$$P1 = \text{Carga especificada} / \text{LSF2} \\ = 125 \text{ psf} / 2.80 = \underline{44.7 \text{ psf}}$$

✓ Relación de aspecto (AR) =

$$\text{dimensión larga} / \text{dimensión corta} \\ = 96 \text{ pulg.} / 60 \text{ pulg.} = \underline{1.6}$$

✓ Carga * Área² =

$$= 44.7 \text{ psf} * (40 \text{ pies}^2)^2 \\ = 71,520 \text{ libras-pie}^2 \\ = \underline{71.5 \text{ kip-pie}^2}$$

✓ Utilizando la figura 6 en la página 9:

▶ Projete una línea vertical (mostrada en rojo) de 71.5 kip-pie² a lo largo del eje horizontal.

▶ Projete una línea horizontal (mostrada en verde) desde la intersección de la línea vertical con la línea curva para Relación de aspecto = 1.6 (determinada por interpolación entre líneas curvas para AR =1 y AR =2).

3. La deflexión aproximada del centro del vidrio se determina entonces por la intersección de la línea horizontal (verde) con los ejes verticales como 0.83 pulg.

4. La deflexión central aproximada de la unidad de vidrio aislante es la mayor de las deflexiones calculadas del centro del vidrio para la lámina 1 y la lámina 2. Así, la deflexión aproximada del centro del vidrio sería de 0.89 pulg.

Diseño de vidrio para resistir cargas de viento y nieve

FIGURA 5 (Ref. Fig. A1.8 de norma ASTM)

Extraído, con permiso, de la norma E 1300-02 Práctica estándar para determinar la resistencia de las cargas de vidrio en edificios, copyright ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA

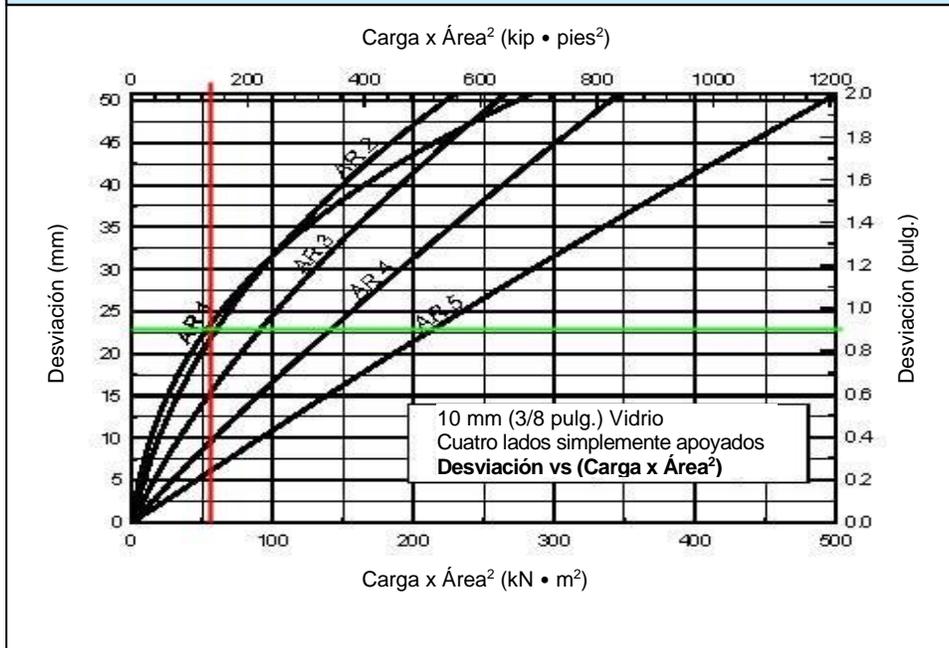
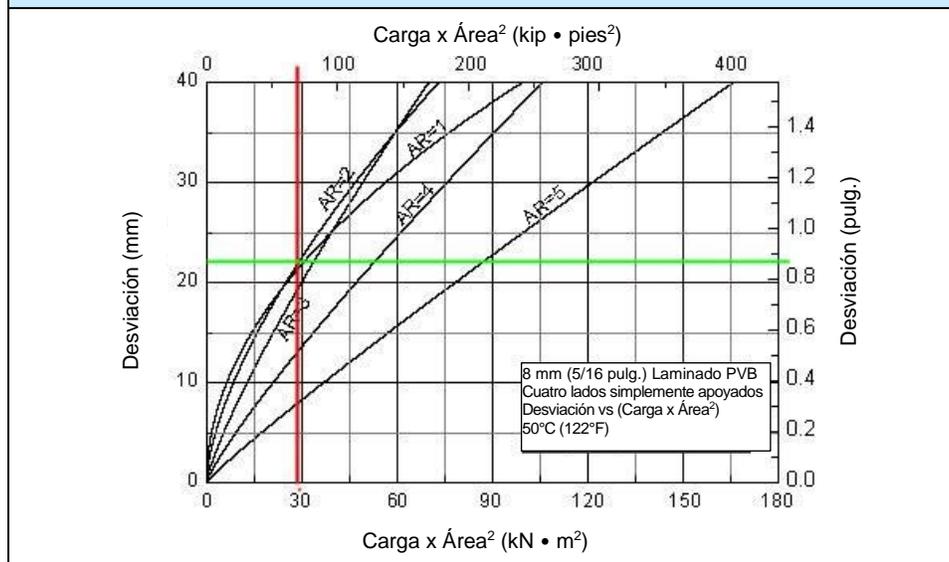


FIGURA 6 (Ref. Fig. A1.29 de norma ASTM)

Extraído, con permiso, de la norma E 1300-02 Práctica estándar para determinar la resistencia de las cargas de vidrio en edificios, copyright ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA



Diseño de vidrio para resistir cargas de viento y nieve

Versión basada en computadora

Existe un software de computadora creado por el Standards Design Group que genera resultados coherentes con la norma ASTM E 1300-02. El software es fácil de usar y tiene un precio razonable. Evidentemente, usar el software es mucho más rápido y reduce en gran medida las posibilidades de error que pueden derivarse del tedioso procedimiento manual.

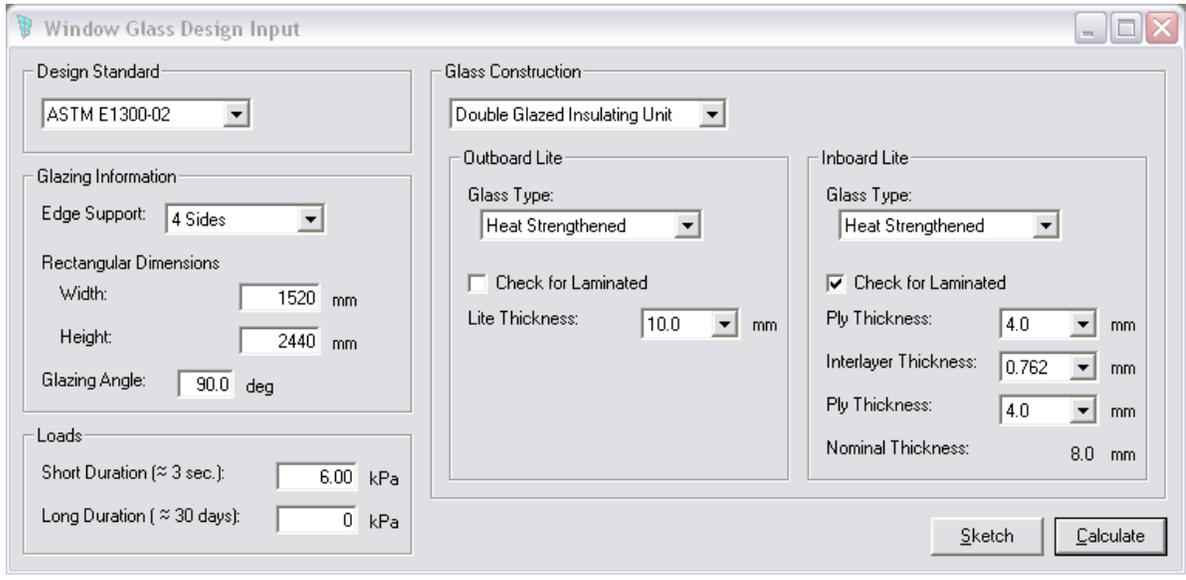
Vitro anima a sus clientes a investigar este software a través del sitio web del Standards Design Group, www.standardsdesign.com

Para referencia, se proporcionan ejemplos de pantallas de entrada y salida, basados en el ejemplo manual anterior.

Software de diseño de vidrios para ventanas

Pantalla de entrada de diseño de prueba modificada - Unidades SI

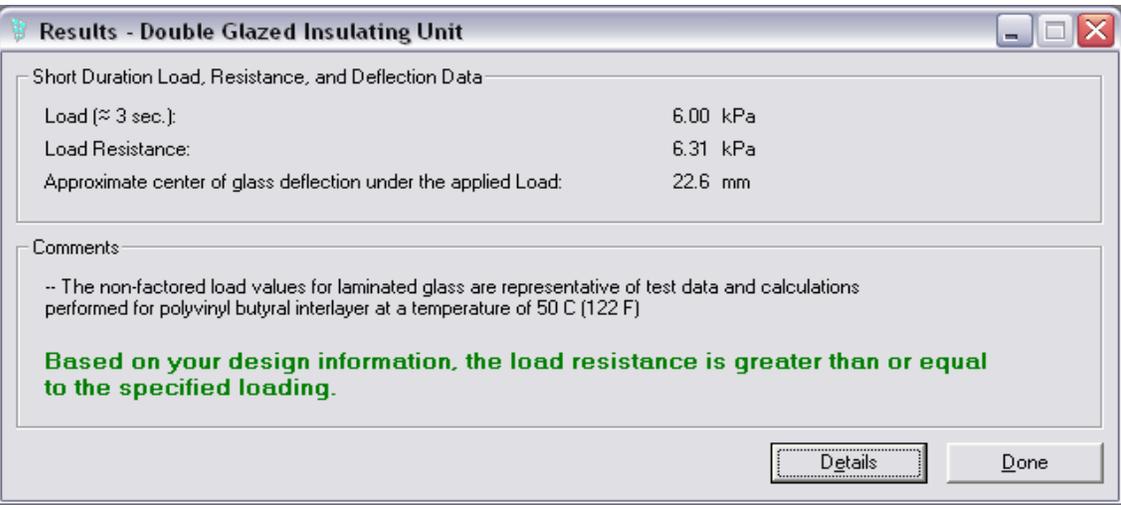
Reproducido, con permiso, de Standard Designs Group Comprehensive Window Glass Design Plus



Diseño de vidrio para resistir cargas de viento y nieve

Software de diseño de vidrios para ventanas

Diseño de prueba modificada – Pantalla de resultados (Unidades SI)
Reproducido, con permiso, de Standard Designs Group Comprehensive Window Glass Design Plus



Results - Double Glazed Insulating Unit

Short Duration Load, Resistance, and Deflection Data

Load (≈ 3 sec.):	6.00 kPa
Load Resistance:	6.31 kPa
Approximate center of glass deflection under the applied Load:	22.6 mm

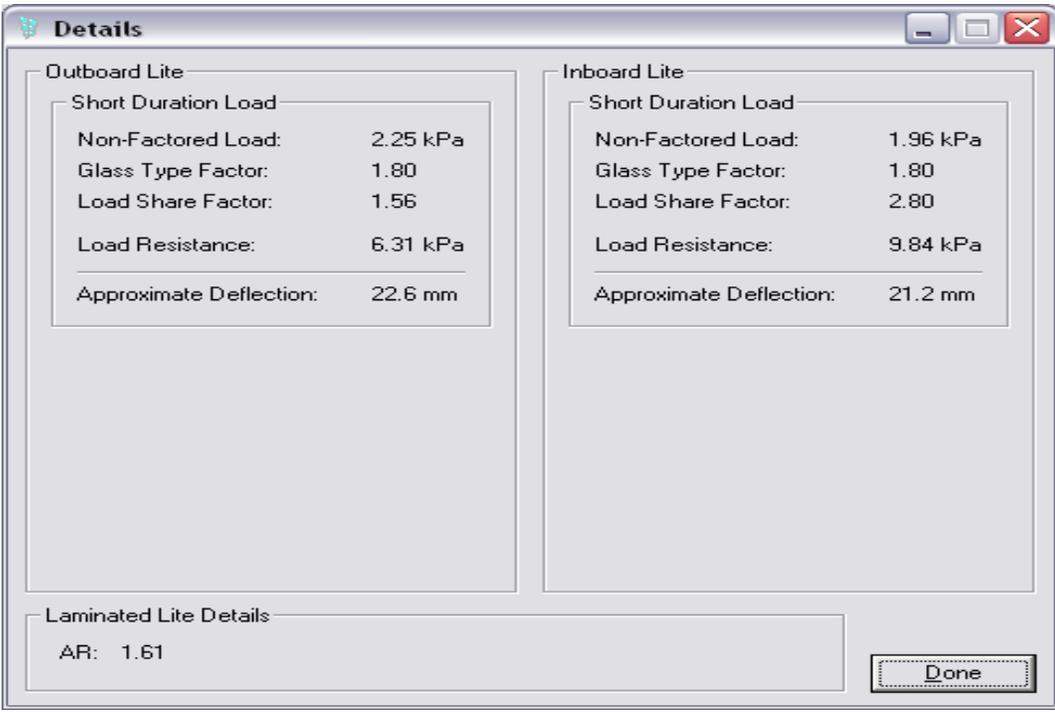
Comments

-- The non-factored load values for laminated glass are representative of test data and calculations performed for polyvinyl butyral interlayer at a temperature of 50 C (122 F)

Based on your design information, the load resistance is greater than or equal to the specified loading.

Software de diseño de vidrios para ventanas

Diseño de prueba modificada – Pantalla de detalles (Unidades SI)
Reproducido, con permiso, de Standard Designs Group Comprehensive Window Glass Design Plus



Details

Outboard Lite		Inboard Lite	
Short Duration Load		Short Duration Load	
Non-Factored Load:	2.25 kPa	Non-Factored Load:	1.96 kPa
Glass Type Factor:	1.80	Glass Type Factor:	1.80
Load Share Factor:	1.56	Load Share Factor:	2.80
Load Resistance:	6.31 kPa	Load Resistance:	9.84 kPa
Approximate Deflection:	22.6 mm	Approximate Deflection:	21.2 mm

Laminated Lite Details

AR: 1.61

Diseño de vidrio para resistir cargas de viento y nieve

TABLA DE HISTORIAL		
CONCEPTO	FECHA	DESCRIPCIÓN
Publicación original	4/2/2003	TD-134
Revisión 1	2016-10-04	Se actualizó al logotipo de Vitro y el formato

Este documento pretende informar y ayudar al lector en la aplicación, uso y mantenimiento de los productos Vitro Vidrio Arquitectónico. El rendimiento y los resultados reales pueden variar según las circunstancias. **Vitro no ofrece ninguna garantía en cuanto a los resultados que se obtendrán del uso de toda o parte de la información proporcionada en este documento, y por la presente renuncia a cualquier responsabilidad por lesiones personales, daños a la propiedad, insuficiencia del producto o cualquier otro daño de cualquier tipo o naturaleza que surja del uso por parte del lector de la información contenida en este documento.**