

Vidrio laminado – Propiedades térmicas y ópticas

En la construcción arquitectónica actual, las aplicaciones de vidrio laminado se utilizan ampliamente en proyectos de edificios comerciales y residenciales. Los usos tradicionales pueden incluir el vidrio laminado en el acristalamiento superior, la amortiguación del sonido y las aplicaciones de seguridad. Cada vez más, muchas especificaciones y/o códigos de construcción exigen vidrio laminado en sistemas de barandillas, así como en aplicaciones de resistencia a huracanes, impactos y explosiones. Además, el vidrio laminado puede ser certificado como producto de acristalamiento de seguridad por la Comisión de Seguridad de Productos del Consumidor, Título 16, *Código de Regulaciones Federales*.

Un laminado son dos o más hojas de vidrio con una capa interior de plástico transparente (material intercalado) a la que se adhiere el vidrio. La adhesión del material intercalado al vidrio actúa para mantener bien unidas las piezas del conjunto, aun si el vidrio se rompe. Por esta razón, el vidrio laminado se utiliza comúnmente para el acristalamiento superior, aplicaciones que requieren un acristalamiento de seguridad y en cualquier lugar en el que sería deseable que, al romperse el vidrio, la mayor parte del mismo se mantenga en su lugar.

Orientación de la superficie

La nomenclatura de la orientación de la superficie que es común dentro de la industria de la fenestración se ilustra en las figuras 1 y 2. Es importante conocer a fondo esta nomenclatura, ya que las construcciones actuales de vidrio laminado pueden ser complejas. Como ejemplo, y como se explica con más detalle más adelante en este documento, la ubicación de la superficie de los recubrimientos de baja emisividad (low-E) incorporados en un laminado tendrá un gran impacto en las propiedades ópticas, estéticas y térmicas del laminado y de la unidad de vidrio aislante.

Se considera que un laminado monolítico está formado por dos o más vidrios laminados juntos como una unidad y acristalados en el edificio como tal.



Figura 1. - Orientaciones de las superficies monolíticas

Una unidad aislante con vidrio laminado tendrá un mínimo de seis superficies de vidrio, tal vez más. A continuación se muestran ejemplos de configuraciones de laminado interior y exterior.

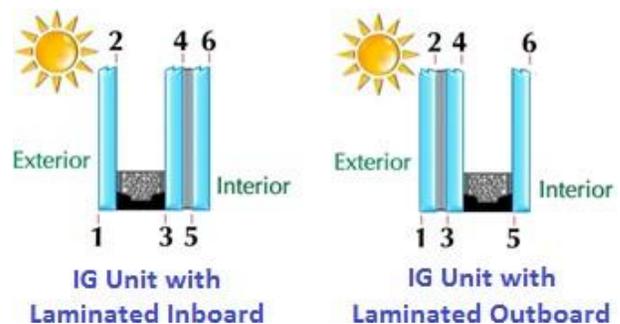


Figura 2. - Orientación de la superficie del vidrio aislante laminado

Laminados con recubrimiento de baja emisividad

En la construcción de unidades de vidrio aislante laminadas, la ubicación de la superficie con recubrimiento de baja emisividad tendrá un impacto significativo tanto en el rendimiento como en la estética, y debe considerarse adecuadamente.

Vidrio laminado – Propiedades térmicas y ópticas

En algunas aplicaciones, la superficie número dos es la mejor ubicación para el recubrimiento, en otras aplicaciones la superficie número tres, cuatro o cinco sería la mejor ubicación.

Consideraciones sobre el rendimiento:

Si el laminado se construye con el recubrimiento de baja emisividad en contacto directo con el material intercalado, se perderá el efecto de baja emisividad y la mejora de rendimiento del valor U asociada al recubrimiento de baja emisividad. Si se desea laminar el recubrimiento en contacto directo con el material intercalado, el valor U del vidrio será aproximadamente el mismo que el del vidrio transparente o de color sin recubrimiento. Sin embargo, las propiedades de control solar del recubrimiento seguirán intactas, como lo demuestra el valor del Coeficiente de Ganancia de Calor Solar (SHGC). De hecho, dependiendo de cómo se comparen las propiedades del material intercalado de plástico con las propiedades del recubrimiento de baja emisividad, puede haber incluso una ligera mejora del valor SHGC causada por la absorción de algo de radiación solar del infrarrojo cercano por parte del material intercalado.

Consideraciones estéticas:

Cuando se elimina la interfaz de aire laminando un recubrimiento de baja emisividad contra un material intercalado, el color reflejado del recubrimiento de baja emisividad cambiará y también puede mostrar una variabilidad de lámina a lámina. El color del recubrimiento de baja emisividad resulta de la interferencia de la luz reflejada desde la superficie superior del recubrimiento (es decir, la “interfaz de aire”) y desde las interfaces entre las capas del recubrimiento. La cantidad y dirección de la diferencia de color y los aumentos de variabilidad asociados pueden diferir de un recubrimiento de baja emisividad a otro. El potencial de cambio de color puede minimizarse cuando un sustrato de color se sitúa delante del recubrimiento y resaltarse cuando un sustrato de color está detrás de él; los

colores más oscuros resaltan más el cambio de color. Este fenómeno debe tenerse en cuenta durante el trabajo de diseño y refuerza la necesidad de evaluar las maquetas (mock-ups) a tamaño real.

Procesadores y laminadores certificados por Vitro

Vitro (antes PPG Industries) recomienda que la ubicación de la superficie recubierta de baja emisividad dentro de la construcción del vidrio se base en la aplicación del acristalamiento y en las intenciones y requisitos de diseño del arquitecto(s) y propietario(s) del proyecto. Vitro no exige que el recubrimiento de baja emisividad se utilice en una superficie específica. Vitro sí exige que, en todas las construcciones de vidrio, los recubrimientos de baja emisividad Vitro Solarban® y Sungate® no se utilicen en una superficie expuesta a la atmósfera. Estos recubrimientos de baja emisividad deben estar situados junto a un espacio de aire seco, desecado y herméticamente sellado o junto a un material intercalado aprobado procesado por un miembro del Programa de Laminadores Certificados de Vitro (CLP). Sólo los miembros del CLP que estén al día recibirán una garantía extendida de vidrio de baja emisividad para los productos de vidrio de baja emisividad incorporados junto al material intercalado. Cuando el recubrimiento de baja emisividad se orienta junto al material intercalado, los laminados pueden utilizarse en una instalación monolítica o incorporarse a una unidad aislante. Además, Vitro exige que todos los recubrimientos de baja emisividad situados en contacto con el material intercalado sean correctamente decapados. El documento técnico de Vitro, TD-141 *Decapado de Vidrio Recubierto Vitro*, está disponible para más información.

Consistencia de color y rendimiento

Vitro recomienda que las construcciones de vidrio laminado utilicen el mismo fabricante de material intercalado y el mismo tipo de material intercalado en todo el proyecto. Diferentes materiales intercalados pueden impartir diferencias de color reflejado, diferencias de color transmitido y/o diferencias de transmisión de luz visible a la construcción laminada, sobre todo con recubrimientos de baja emisividad, (consulte la

Vidrio laminado – Propiedades térmicas y ópticas

norma ASTM C1376 para obtener más detalles sobre la uniformidad del color).

Los procesadores deben ser coherentes con los materiales intercalados en cualquier proyecto, al igual que lo serían con el sustrato de vidrio. Además, para obtener la mejor consistencia de color, Vitro recomienda que se utilice el mismo tipo de recubrimiento en todos los proyectos. La mezcla de recubrimientos laminados recocidos y laminados tratables térmicamente podría aumentar la variación de color perceptible.

Además de utilizar materiales consistentes, la orientación de la superficie recubierta debe mantenerse siempre en cualquier proyecto. El color de los recubrimientos de baja emisividad cambia cuando se orienta junto a un material intercalado. El rendimiento y la estética también cambian cuando el recubrimiento se mueve de un lado a otro de un material intercalado. En la figura 3 se muestra un posible error de montaje de la unidad aislante, con la lámina recubierta en rojo.



Figura 3. - Instalación incorrecta

Aunque el laminado se construyó correctamente, se colocó en la unidad aislante al revés cambiando tanto el rendimiento como el color de la unidad aislante.

Consideraciones adicionales sobre el diseño

Es importante tener en cuenta otros requisitos de diseño, como el peso total de la construcción final del acristalamiento, el estrés térmico, la carga de viento/nieve y la seguridad antes de tomar las decisiones finales sobre el producto de vidrio. Se pueden utilizar varios espesores de vidrio y sustratos de vidrio de color para cumplir con los requisitos de estrés térmico y carga de viento.

En el caso de los laminados, si una de las láminas requiere semi-templado para resistir la carga térmica, Vitro recomienda que ambas láminas se semi-templen, ya que el laminado actuará como una sola pieza de vidrio en lo que respecta al estrés térmico. En otras palabras, ambas láminas del laminado alcanzarán la misma temperatura y deben ser capaces de resistir los mismos estreses térmicos.

En las aplicaciones arquitectónicas que utilizan vidrio tratado térmicamente, incluyendo las aplicaciones de acristalamiento inclinado, Vitro reafirma su recomendación de siempre utilizar y especificar vidrio semi-templado, excepto cuando el código exija el uso de vidrio templado por motivos de seguridad u otros. El documento técnico de Vitro, TD-138 *Vidrio Tratado Térmicamente para Acristalamiento Arquitectónico* está disponible para más información.

También se utilizan laminados para limitar la decoloración asociada a los rayos UV y a la luz visible de longitud de onda corta. El material intercalado suele reducir la transmisión de los rayos UV a menos del 1%. El documento técnico de Vitro, TD-148 *Reducción de la decoloración y la degradación de los materiales del mobiliario interior causada por la exposición a la radiación solar* está disponible para más información sobre la reducción de la decoloración.

Vidrio laminado – Propiedades térmicas y ópticas

En ciertas regiones costeras, el vidrio laminado puede utilizarse para la resistencia al impacto de huracanes, así como para cumplir con los requisitos de “Vidrio Amigable con Tortugas”. El documento técnico de Vitro, TD-123 *Vidrio Tortuga* está disponible para más información sobre el vidrio que cumple con el código Tortuga.

Conclusiones

1. Los laminados se utilizan cada vez más en una variedad de aplicaciones por sus características únicas.
2. La ubicación del recubrimiento de baja emisividad desempeña un papel importante en la determinación de los atributos estéticos y de rendimiento de un determinado laminado.
3. Cuando el recubrimiento de baja emisividad está orientado fuera del material intercalado en una superficie de vidrio exterior del laminado, el recubrimiento de baja emisividad debe estar junto a un espacio de aire seco, desecado y herméticamente sellado.
4. Vitro recomienda utilizar el mismo fabricante de material intercalado y el mismo tipo de material intercalado en cualquier proyecto.
5. El color de los recubrimientos de baja emisividad puede cambiar cuando se orienta junto a un material intercalado y crea una posible variación de lámina a lámina que puede resaltarse si hay un vidrio de color o un fondo más oscuro detrás del recubrimiento.
6. Los laminados con el recubrimiento de baja emisividad junto al material intercalado deben decaparse y ensamblarse correctamente utilizando un material intercalado aprobado por un miembro del Programa de Laminadores Certificados (CLP) de Vitro.
7. En aplicaciones donde el recubrimiento de baja emisividad está en contacto directo con el material intercalado, Vitro recomienda que se utilice el mismo tipo de recubrimiento (recocido o tratable térmicamente) en todo el proyecto.

8. Vitro recomienda que se revise una maqueta a tamaño real bajo las condiciones específicas del lugar de trabajo y que se conserve la maqueta como base del producto aceptable.

Datos tabulados

Como punto de partida, este documento contiene tablas adjuntas que muestran las propiedades térmicas y ópticas de laminados seleccionados con productos de vidrio Vitro. Las tablas no son exhaustivas, ni siquiera para los productos de vidrio Vitro. Más bien representan una selección de las combinaciones más comunes.

Se incluyen las siguientes tablas:

- Tabla 1A – *Laminados monolíticos comerciales no recubiertos*
- Tabla 1B – *Laminados monolíticos residenciales no recubiertos*
- Tabla 2 – *Laminados monolíticos Solarcool® y Vistacool® recubiertos*
- Tabla 3 – *Unidades aislantes no recubiertas y de color con un Laminado Interior*
- Tabla 4 – *Recubrimiento Solarcool® y Vistacool® sobre tintes en unidades aislantes con laminados*
- Tabla 5A - *Recubrimientos Solarban® en una unidad aislante comercial con un laminado interior*
- Tabla 5B - *Recubrimientos Solarban® en una unidad aislante residencial con un laminado interior*

Vidrio laminado – Propiedades térmicas y ópticas

TABLA 1A - Laminados monolíticos comerciales no recubiertos
Propiedades Térmicas y Ópticas de Combinaciones Selectas de Vidrios Laminados Comerciales
Calculadas usando LBNL Optics y Window

TABLE 1A - Uncoated Commercial Monolithic Laminates												
THERMAL AND OPTICAL PROPERTIES OF SELECTED COMMERCIAL LAMINATED GLASS COMBINATIONS												
CALCULATED USING LBNL OPTICS AND WINDOW												
Product Type and Description	Transmittance (%)		Reflectance (Exterior %)		U-Value				Fading Factor	Solar Heat Gain Coefficient (SHGC)	Light to Solar Gain (LSG)	
	Visible	Total Solar Energy	Visible	Total Solar Energy	(Btu/hr ft ² °F)		(W/m ² K)					
					Winter Night	Summer Day	Winter Night	Summer Day	Tdw-ISO			
9/16" Monolithic Uncoated Laminate with 0.060" Clear PVB Interlayer					✪ Indicates a Turtle Friendly Configuration							
¼" Clear + Interlayer + ¼" Clear	86%	61%	8%	6%	0.95	0.87	5.41	4.91	0.58	0.71	1.21	
¼" Starphire® + Interlayer + ¼" Starphire®	90%	79%	8%	7%	0.95	0.87	5.41	4.91	0.61	0.83	1.08	
¼" Solexia® + Interlayer + ¼" Clear	75%	39%	7%	5%	0.95	0.87	5.41	4.91	0.50	0.57	1.32	
¼" Atlantica® + Interlayer + ¼" Clear	65%	29%	7%	5%	0.95	0.87	5.41	4.91	0.41	0.51	1.27	
¼" Azuria® + Interlayer + ¼" Clear	66%	28%	7%	5%	0.95	0.87	5.41	4.91	0.49	0.50	1.32	
¼" Pacifica® + Interlayer + ¼" Clear ✪	41%	23%	5%	5%	0.95	0.87	5.41	4.91	0.34	0.46	0.89	
¼" Solarblue® + Interlayer + ¼" Clear	54%	37%	6%	5%	0.95	0.87	5.41	4.91	0.42	0.56	0.96	
¼" Solarbronze® + Interlayer + ¼" Clear	52%	39%	6%	5%	0.95	0.87	5.41	4.91	0.33	0.57	0.91	
¼" Optigray® + Interlayer + ¼" Clear	61%	41%	6%	5%	0.95	0.87	5.41	4.91	0.42	0.58	1.05	
¼" Solargray® + Interlayer + ¼" Clear ✪	43%	33%	6%	5%	0.95	0.87	5.41	4.91	0.31	0.53	0.81	
¼" Graylite® II + Interlayer + ¼" Clear ✪	9%	6%	4%	4%	0.95	0.87	5.41	4.91	0.06	0.36	0.25	

Clear = Claro

Solexia® = Tintex®

Atlantica® = Tintex® Plus

Solarbronze® = Vitrosol®

Solargray® = Filtrasol®

Vidrio laminado – Propiedades térmicas y ópticas

TABLA 2B - Laminados monolíticos residenciales no recubiertos
Propiedades Térmicas y Ópticas de Combinaciones Selectas de Vidrios Laminados Residenciales
Calculadas usando LBNL Optics y Window

TABLE 1B - Uncoated Residential Monolithic Laminates											
THERMAL AND OPTICAL PROPERTIES OF SELECTED RESIDENTIAL LAMINATED GLASS COMBINATIONS											
CALCULATED USING LBNL OPTICS AND WINDOW											
Product Type and Description	Transmittance (%)		Reflectance (Exterior %)		U-Value				Fading Factor	Solar Heat Gain Coefficient (SHGC)	Light to Solar Gain (LSG)
	Visible	Total Solar Energy	Visible	Total Solar Energy	Winter Night	Summer Day	Winter Night	Summer Day	Tdw-ISO		
5/16" Monolithic Uncoated Laminate with 0.090" Clear SGP Interlayer					✎ Indicates a Turtle Friendly Configuration						
1/8" Clear + Interlayer + 1/8" Clear	87%	67%	8%	7%	0.96	0.87	5.44	4.94	0.60	0.75	1.16
1/8" Starphire® + Interlayer + 1/8" Starphire®	90%	79%	8%	7%	0.96	0.87	5.44	4.94	0.62	0.83	1.08
1/8" Solexia® + Interlayer + 1/8" Clear	80%	50%	8%	6%	0.96	0.87	5.44	4.94	0.55	0.64	1.25
1/8" Solarbronze® + Interlayer + 1/8" Clear	65%	52%	7%	6%	0.96	0.87	5.44	4.94	0.43	0.65	1.00
1/8" Solargray® + Interlayer + 1/8" Clear	58%	47%	6%	5%	0.96	0.87	5.44	4.94	0.41	0.62	0.94
1/8" Graylite® II + Interlayer + 1/8" Clear ✎	23%	17%	5%	4%	0.96	0.87	5.44	4.94	0.16	0.43	0.53

Vidrio laminado – Propiedades térmicas y ópticas

TABLA 2 - Laminados monolíticos Solarcool® y Vistacool® recubiertos
Propiedades Térmicas y Ópticas de Combinaciones Selectas de Vidrios Laminados Comerciales
Calculadas usando LBNL Optics y Window

TABLE 2 - Monolithic Solarcool® & Vistacool® Coated Laminates												
THERMAL AND OPTICAL PROPERTIES OF SELECTED COMMERCIAL LAMINATED GLASS COMBINATIONS												
CALCULATED USING LBNL OPTICS AND WINDOW												
Product Type and Description	Transmittance (%)		Reflectance (Exterior %)		U-Value				Fading Factor	Solar Heat Gain Coefficient (SHGC)	Light to Solar Gain (LSG)	
	Visible	Total Solar Energy	Visible	Total Solar Energy	(Btu/hr ft ² °F)		(W/m ² K)		Tdw-ISO			
					Winter Night	Summer Day	Winter Night	Summer Day				
9/16" Monolithic Solarcool® & Vistacool® Coated Laminates with 0.060" Clear PVB Interlayer						✱ Indicates a Turtle Friendly Configuration						
<i>NOTE: (1) & (2) Indicate Location of Coating per PPG Standard Nomenclature.</i>												
¼" Solarcool® Azuria® (1) + Interlayer + ¼" Clear ✱	25%	11%	36%	30%	0.95	0.86	5.40	4.91	0.16	0.30	0.83	
¼" Solarcool® Azuria® (2) + Interlayer + ¼" Clear ✱	30%	13%	16%	8%	0.95	0.86	5.40	4.91	0.19	0.39	0.77	
¼" Solarcool® Pacifica® (1) + Interlayer + ¼" Clear ✱	19%	12%	21%	16%	0.95	0.86	5.40	4.91	0.14	0.36	0.53	
¼" Solarcool® Pacifica® (2) + Interlayer + ¼" Clear ✱	19%	12%	9%	6%	0.95	0.86	5.40	4.91	0.13	0.39	0.49	
¼" Solarcool® Solarbronze® (1) + Interlayer + ¼" Clear ✱	20%	20%	36%	30%	0.95	0.86	5.40	4.91	0.11	0.36	0.56	
¼" Solarcool® Solarbronze® (2) + Interlayer + ¼" Clear ✱	24%	23%	11%	9%	0.95	0.86	5.40	4.91	0.13	0.45	0.53	
¼" Solarcool® Solarblue® (1) + Interlayer + ¼" Clear ✱	26%	22%	21%	16%	0.95	0.86	5.40	4.91	0.17	0.42	0.62	
¼" Solarcool® Solarblue® (2) + Interlayer + ¼" Clear ✱	25%	21%	12%	9%	0.95	0.86	5.40	4.91	0.16	0.44	0.57	
¼" Solarcool® Solargray® (1) + Interlayer + ¼" Clear ✱	17%	17%	36%	30%	0.95	0.86	5.40	4.91	0.10	0.34	0.50	
¼" Solarcool® Solargray® (2) + Interlayer + ¼" Clear ✱	20%	19%	9%	8%	0.95	0.86	5.40	4.91	0.12	0.43	0.47	
¼" Solarcool® Solexia® (1) + Interlayer + ¼" Clear ✱	29%	18%	37%	30%	0.95	0.86	5.40	4.91	0.17	0.35	0.83	
¼" Solarcool® Solexia® (2) + Interlayer + ¼" Clear ✱	35%	21%	19%	10%	0.95	0.86	5.40	4.91	0.20	0.43	0.81	
¼" Vistacool® Azuria® (2) + Interlayer + ¼" Clear	56%	24%	14%	8%	0.95	0.86	5.40	4.91	0.41	0.46	1.22	
¼" Vistacool® Pacifica® (2) + Interlayer + ¼" Clear ✱	35%	20%	8%	6%	0.95	0.86	5.40	4.91	0.29	0.44	0.80	

Vidrio laminado – Propiedades térmicas y ópticas

TABLA 3 - Unidades aislantes no recubiertas y de color con un Laminado Interior
Propiedades Térmicas y Ópticas de Combinaciones Selectas de Vidrios Laminados Comerciales
Calculadas usando LBNL Optics y Window

TABLE 3 - Uncoated & Tinted Commercial IG Units with an Inner Laminate											
THERMAL AND OPTICAL PROPERTIES OF SELECTED COMMERCIAL LAMINATED GLASS COMBINATIONS											
CALCULATED USING LBNL OPTICS AND WINDOW											
Product Type and Description	Transmittance (%)		Reflectance (Exterior %)		U-Value				Fading Factor	Solar Heat Gain Coefficient (SHGC)	Light to Solar Gain (LSG)
	Visible	Total Solar Energy	Visible	Total Solar Energy	Winter Night	Summer Day	Winter Night	Summer Day			
1 5/16" Uncoated Insulating Glass Units with 9/16" Clear Glass Laminate - (1/4" Clear + 0.060" Clear PVB Interlayer + 1/4" Clear)											
* Indicates a Turtle Friendly Configuration											
1/4" Clear + 1/2" Airspace + Laminate	77%	49%	15%	11%	0.46	0.48	2.59	2.73	0.52	0.66	1.17
1/4" Starphire® + 1/2" Airspace + Laminate	79%	55%	15%	13%	0.46	0.48	2.59	2.73	0.53	0.73	1.08
1/4" Solexia® + 1/2" Airspace + Laminate	67%	32%	13%	8%	0.46	0.48	2.59	2.73	0.44	0.47	1.43
1/4" Atlantica® + 1/2" Airspace + Laminate	58%	25%	11%	6%	0.46	0.48	2.59	2.73	0.37	0.39	1.49
1/4" Azuria® + 1/2" Airspace + Laminate	59%	24%	11%	7%	0.46	0.48	2.59	2.73	0.44	0.38	1.55
1/4" Pacifica® + 1/2" Airspace + Laminate *	37%	19%	7%	5%	0.46	0.48	2.59	2.73	0.31	0.34	1.09
1/4" Solarblue® + 1/2" Airspace + Laminate	49%	30%	9%	7%	0.46	0.48	2.59	2.73	0.37	0.46	1.07
1/4" Solarbronze® + 1/2" Airspace + Laminate	46%	31%	8%	7%	0.46	0.48	2.59	2.73	0.29	0.48	0.96
1/4" Optigray® + 1/2" Airspace + Laminate	54%	33%	9%	7%	0.46	0.48	2.59	2.73	0.37	0.49	1.10
1/4" Solargray® + 1/2" Airspace + Laminate *	38%	26%	7%	6%	0.46	0.48	2.59	2.73	0.27	0.43	0.88
1/4" Graylite® II + 1/2" Airspace + Laminate *	8%	5%	4%	4%	0.46	0.48	2.59	2.73	0.05	0.21	0.38

TABLA 2 - Laminados monolíticos Solarcool® y Vistacool® recubiertos
Propiedades Térmicas y Ópticas de Combinaciones Selectas de Vidrios Laminados Comerciales
Calculadas usando LBNL Optics y Window

Vidrio laminado – Propiedades térmicas y ópticas

TABLA 4 - Recubrimiento Solarcool® y Vistacool® sobre vidrios de color en unidades aislantes con un Laminado Interior
Propiedades Térmicas y Ópticas de Combinaciones Selectas de Vidrios Laminados Comerciales
Calculadas usando LBNL Optics y Window

TABLE 4 - Solarcool® & Vistacool® Coating on Tints in IG Units with an Inner Laminate												
THERMAL AND OPTICAL PROPERTIES OF SELECTED COMMERCIAL LAMINATED GLASS COMBINATIONS												
CALCULATED USING LBNL OPTICS AND WINDOW												
Product Type and Description	Transmittance (%)		Reflectance (Exterior %)		U-Value				Fading Factor	Solar Heat Gain Coefficient (SHGC)	Light to Solar Gain (LSG)	
	Visible	Total Solar Energy	Visible	Total Solar Energy	Winter Night	Summer Day	Winter Night	Summer Day	Tdw-ISO			
1 5/16" Solarcool® and Vistacool® Coated Insulating Glass Units with Clear Glass Laminate – (1/4" Clear +0.060" Clear PVB Interlayer + 1/4" Clear)												
NOTE: (1) & (2) Indicate Location of Coating per PPG Standard Nomenclature. 🐢 Indicates a Turtle Friendly Configuration												
1/4" Solarcool® Azuria® (1) + 1/2" Airspace + Laminate 🐢	23%	9%	37%	30%	0.46	0.48	2.59	2.73	0.14	0.20	1.15	
1/4" Solarcool® Azuria® (2) + 1/2" Airspace + Laminate 🐢	23%	10%	20%	10%	0.46	0.48	2.59	2.73	0.15	0.24	0.96	
1/4" Solarcool® Pacifica® (1) + 1/2" Airspace + Laminate 🐢	14%	8%	36%	30%	0.46	0.48	2.59	2.73	0.10	0.20	0.70	
1/4" Solarcool® Pacifica® (2) + 1/2" Airspace + Laminate 🐢	14%	8%	10%	7%	0.46	0.48	2.59	2.73	0.10	0.24	0.58	
1/4" Solarcool® Solarbronze® (1) + 1/2" Airspace + Laminate 🐢	18%	15%	37%	31%	0.46	0.48	2.59	2.73	0.10	0.29	0.62	
1/4" Solarcool® Solarbronze® (2) + 1/2" Airspace + Laminate 🐢	18%	16%	14%	12%	0.46	0.48	2.59	2.73	0.10	0.32	0.56	
1/4" Solarcool® Solarblue® (1) + 1/2" Airspace + Laminate 🐢	19%	14%	37%	30%	0.46	0.48	2.59	2.73	0.12	0.27	0.70	
1/4" Solarcool® Solarblue® (2) + 1/2" Airspace + Laminate 🐢	19%	14%	15%	11%	0.46	0.48	2.59	2.73	0.13	0.30	0.63	
1/4" Solarcool® Solargray® (1) + 1/2" Airspace + Laminate 🐢	15%	13%	36%	30%	0.46	0.48	2.59	2.73	0.09	0.26	0.58	
1/4" Solarcool® Solargray® (2) + 1/2" Airspace + Laminate 🐢	15%	13%	11%	9%	0.46	0.48	2.59	2.73	0.09	0.29	0.52	
1/4" Solarcool® Solexia® (1) + 1/2" Airspace + Laminate 🐢	26%	14%	37%	30%	0.46	0.48	2.59	2.73	0.15	0.26	1.00	
1/4" Solarcool® Solexia® (2) + 1/2" Airspace + Laminate 🐢	26%	15%	24%	12%	0.46	0.48	2.59	2.73	0.15	0.30	0.87	
1/4" Vistacool® Azuria® (2) + 1/2" Airspace + Laminate	46%	19%	21%	11%	0.46	0.48	2.59	2.73	0.34	0.32	1.44	
1/4" Vistacool® Pacifica® (2) + 1/2" Airspace + Laminate 🐢	29%	15%	11%	7%	0.46	0.48	2.59	2.73	0.23	0.30	0.97	

Vidrio laminado – Propiedades térmicas y ópticas

TABLA 5A - Recubrimientos Solarban® en una unidad aislante comercial con un Laminado Interior
Propiedades Térmicas y Ópticas de Combinaciones Selectas de Vidrios Laminados Comerciales
Calculadas usando LBNL Optics y Window

TABLE 5A - Solarban® Coatings in a Commercial IG Unit with an Inner Laminate											
THERMAL AND OPTICAL PROPERTIES OF SELECTED COMMERCIAL LAMINATED GLASS COMBINATIONS											
CALCULATED USING LBNL OPTICS AND WINDOW											
Product Type and Description	Transmittance (%)		Reflectance (Exterior %)		U-Value				Fading Factor	Solar Heat Gain Coefficient (SHGC)	Light to Solar Gain (LSG)
	Visible	Total Solar Energy	Visible	Total Solar Energy	(Btu/hr ft ² °F)		(W/m ² K)				
					Winter Night	Summer Day	Winter Night	Summer Day	Tdw-ISO		
1 5/16" Solarban® Coated Insulating Glass Units with Clear Glass Laminate – (¼" Clear + 0.060" Clear PVB Interlayer + ¼" Clear)											
NOTE: (2) Indicates the Location of Coating per PPG Standard Nomenclature. ✦ Indicates a Turtle Friendly Configuration											
¼" Solarban® 60(2) Clear + ½" Airspace + Laminate	68%	30%	11%	28%	0.28	0.27	1.61	1.52	0.44	0.38	1.79
¼" Solarban® 60(2) Solexia® + ½" Airspace + Laminate	60%	23%	9%	10%	0.28	0.27	1.61	1.52	0.38	0.32	1.88
¼" Solarban® 60(2) Atlantica® + ½" Airspace + Laminate	52%	19%	8%	7%	0.28	0.27	1.61	1.52	0.32	0.27	1.93
¼" Solarban® 60(2) Solarblue® + ½" Airspace + Laminate ✦	43%	19%	7%	12%	0.28	0.27	1.61	1.52	0.32	0.28	1.54
¼" Solarban® 60(2) Optigray® + ½" Airspace + Laminate	49%	21%	8%	14%	0.28	0.27	1.61	1.52	0.32	0.30	1.63
¼" Solarban® 67(2) Clear + ½" Airspace + Laminate	52%	22%	19%	34%	0.28	0.27	1.61	1.52	0.34	0.29	1.79
¼" Solarban® 67(2) Solexia® + ½" Airspace + Laminate	46%	17%	16%	13%	0.28	0.27	1.61	1.52	0.29	0.25	1.84
¼" Solarban® 67(2) Atlantica® + ½" Airspace + Laminate ✦	40%	14%	13%	9%	0.28	0.27	1.61	1.52	0.24	0.22	1.82
¼" Solarban® 67(2) Solarblue® + ½" Airspace + Laminate ✦	33%	14%	10%	15%	0.28	0.27	1.61	1.52	0.24	0.22	1.50
¼" Solarban® 67(2) Optigray® + ½" Airspace + Laminate ✦	37%	16%	12%	17%	0.28	0.27	1.61	1.52	0.24	0.23	1.61
¼" Solarban® 70XL(2) Starphire® + ½" Airspace + Laminate	62%	23%	12%	52%	0.28	0.26	1.58	1.47	0.39	0.27	2.30
¼" Solarban® 70XL(2) Solexia® + ½" Airspace + Laminate	57%	20%	10%	12%	0.28	0.26	1.58	1.47	0.35	0.27	2.11
¼" Solarban® 70XL(2) Atlantica® + ½" Airspace + Laminate	49%	16%	9%	8%	0.28	0.26	1.58	1.47	0.29	0.24	2.04
¼" Solarban® 70XL(2) Solarblue® + ½" Airspace + Laminate ✦	41%	15%	8%	15%	0.28	0.26	1.58	1.47	0.29	0.23	1.78
¼" Solarban® 70XL(2) Optigray® + ½" Airspace + Laminate	46%	17%	8%	18%	0.28	0.26	1.58	1.47	0.29	0.24	1.92
¼" Solarban® z50(2) Optiblue® + ½" Airspace + Laminate	49%	23%	8%	22%	0.28	0.27	1.61	1.52	0.35	0.32	1.53
¼" Solarban® z75(2) Optiblue® + ½" Airspace + Laminate	47%	18%	8%	29%	0.28	0.26	1.58	1.47	0.32	0.24	1.96

Vidrio laminado – Propiedades térmicas y ópticas

TABLA 5B - Recubrimientos Solarban® en una unidad aislante residencial con laminado interior
Propiedades Térmicas y Ópticas de Combinaciones Selectas de Vidrios Laminados Residenciales
Calculadas usando LBNL Optics y Window

TABLE 5B - Solarban® Coatings in a Residential IG Unit with an Inner Laminate											
THERMAL AND OPTICAL PROPERTIES OF SELECTED COMMERCIAL LAMINATED GLASS COMBINATIONS											
CALCULATED USING LBNL OPTICS AND WINDOW											
Product Type and Description	Transmittance (%)		Reflectance (Exterior %)		U-Value				Fading Factor	Solar Heat Gain Coefficient (SHGC)	Light to Solar Gain (LSG)
	Visible	Total Solar Energy	Visible	Total Solar Energy	Winter Night	Summer Day	Winter Night	Summer Day	Tdw-ISO		
13/16" Solarban® Coated Insulating Glass Units with Clear Glass Laminate – (¼" Clear + 0.090" Clear SGP Interlayer + ¼" Clear)											
NOTE: (2) Indicates the Location of Coating per PPG Standard Nomenclature.											
¼" Solarban® 60(2) Clear + ½" Airspace + Laminate	70%	33%	11%	34%	0.29	0.27	1.62	1.53	0.46	0.39	1.79
¼" Solarban® 60(2) Solexia® + ½" Airspace + Laminate	65%	27%	10%	17%	0.29	0.27	1.62	1.53	0.42	0.34	1.91
¼" Solarban® 60(2) Solargray® + ½" Airspace + Laminate	47%	23%	7%	19%	0.29	0.27	1.62	1.53	0.32	0.30	1.57
¼" Solarban® 70XL(2) Starphire® + ½" Airspace + Laminate	63%	24%	12%	55%	0.28	0.26	1.59	1.48	0.39	0.27	2.33
¼" Solarban® 70XL(2) Solexia® + ½" Airspace + Laminate	57%	21%	11%	20%	0.28	0.26	1.59	1.48	0.35	0.27	2.11
¼" Solarban® 70XL(2) Solargray® + ½" Airspace + Laminate 	42%	16%	8%	24%	0.28	0.26	1.59	1.48	0.26	0.22	1.91

Vidrio laminado – Propiedades térmicas y ópticas

TABLA DE HISTORIAL		
CONCEPTO	FECHA	DESCRIPCIÓN
Publicación original	5/6/2003	TD-510
Revisión 1	8/28/2015	Se actualizó, revisó y trasladó a TD-128 TD-128 original (SG100) se discontinuó
Revisión 2	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.**