PALRAM

Guía técnica de PALSUN®

Lamina plana de policarbonato sólido

Índice

Gama de productos PALSUN®	4
Selección de la lamina adecuada de PALSUN®	4
Dimensiones estándar	5
Colores	5
Propiedades físicas	6
Resistencia al impacto	6
Características ópticas de las laminas transparentes	7
Propiedades de transmisión solar	8
Tecnología SolarSmart™	9
Característica térmicas	10
Protección contra los efectos nocivos de la radiación UV	11
Propiedades acústicas	11
Resistencia al clima	12
Inflamabilidad	12
Recomendaciones generales para trabajar con PALSUN®	13
Instalación	14
Una nota sobre la construcción arqueada	14
Sujeción mecánica	22
Pautas generales de fabricación	23
Serrar y cortar	23
Ruteo	27
Perforación	28
Acabado	29
Limpieza	30
Moldeado en frío	31
Termoformado	32
Impresión	41
Resistencia química	42
Adhesivos y selladores	42

Gama de productos PALSUN®

Algunas de las características del producto a continuación se pueden combinar. Entre en contacto con su distribuidor de Palram para obtener más información.

	Producto	Descripción
BASIC	PALSUN® Basic *(Anteriormente Paltuf)*	Lamina de policarbonato de uso general de estabilización de rayos UV
UV	PALSUN® UV1	Protección UV co-extruida en un lado para aplicaciones en exteriores
UV	PALSUN® UV2	Protección UV co-extruida en ambos lados para aplicaciones en exteriores
UV	PALSUN® en relieve*	Superficie con relieve (E102, prismático, celda capilar)
UV	PALSUN® FR	Lamina con mayor índice de resistencia al fuego (por ejemplo, UL 94 V-0)
UV	PALSUN® opace*	Acabado mate en un lado
UV	PALSUN® SG blanco*	Alta difusión para aplicaciones de grado de señalización.
UV	PALSUN® CS*	Inventario de bobinas en rollos (claro y SG blanco estándar)
UV	PALSUN® espuma	Lamina plana de policarbonato espumado, con protección UV en un lado.
UV / SolarSmart	Control solar PALSUN®	Control solar PALSUN® Lamina con capa de bloqueo de calor integrada. Esta capa reflectante metálica transmite menos radiación infrarroja y reduce la acumulación de calor.
UV / SolarSmart	PALSUN® Smart*	Control solar PALSUN® Lamina con capa de bloqueo de calor integrada.
ESPECIALIDAD	PALSUN® Basic FR†	Con retardo ignífugo, valores elevados de índice térmico relativo (RTI) Lamina de grado óptico
ESPECIALIDAD	PALSUN® OG*	Lamina de grado óptico
ESPECIALIDAD	PALGARD™	Lamina de capa resistente a la abrasión en uno o ambos lados
ESPECIALIDAD	PALGARD™ TG	Clasificada apta para el transporte (cumple con los códigos de transporte específicos)
ESPECIALIDAD	PALSHIELD™	Vidriado de contención y antibalas.

Notas:

1. Todas las laminas mencionadas arriba se suministran con una película protectora de polietileno (PE) en ambos lados (un lado a pedido), con el lado protegido contra rayos UV claramente marcado.

2. Para obtener instrucciones y recomendaciones de transporte, manejo y almacenamiento, consulte las Pautas de manejo y almacenamiento de laminas Palram.
3. Las laminas de la serie PALSUN UV están respaldadas por una garantía limitada de 10 años, disponible a pedido.
4. La mayoría de las laminas PALSUN están disponibles en forma transparente, translúcida u opaca, en una variedad de colores, ya sea en forma estándar o por encargo.

* *Con protección UV co-extruida en uno o ambos lados.*

† *Disponible en 2 mm y 2,36 mm para aplicaciones sin exposición directa a rayos UV.*

Selección de la lamina PALSUN® apropiada

Las laminas PALSUN se fabrican en una gama de espesores desde 1,0 mm hasta un máximo de 20 mm.

Laminas PALSUN Basic®

Esta serie incluye productos **que no** cuentan con protección UV adicional para uso en exteriores. Destinado principalmente para el uso en interiores (compartimientos transparentes, aplicaciones de diseño de interiores, blindajes industriales y artículos termoformados).También se usan en exhibiciones de eventos comerciales u otras estructuras temporales.Las laminas Palsun Basic no se recomiendan para aplicaciones permanentes en exteriores, incluso en áreas expuestas a radiación UV media/leve (Europa del Norte, Estados Unidos, Canadá y similares). Utilice los productos de la serie Palsun UV para aplicaciones exteriores extendidas o permanentes.

Laminas de la serie Palsun UV

Esta serie incluye productos que cuentan con protección UV adicional para uso en exteriores. Utilizada para aplicaciones al aire libre, la serie Palsun UV se puede doblar, fabricar o moldear en frío, lo que la hace ideal para aplicaciones como letreros, techos abovedados, luces de techo (cielos), techos arquitectónicos y vidriados.

Laminas de las series de especialidad de Palsun

Esta serie incluye productos que cuentan con cualidades ópticas mejoradas, revestimiento especial de alto rendimiento o laminados para proporcionar un rendimiento adicional más allá de los productos de la serie Basic o UV. Los productos de esta serie se utilizan para aplicaciones especializadas en las industrias de letreros y gráficos, transporte, aviación, detención y seguridad.

Dimensiones estándar*

Ancho (pulgadas) X Longitud (pulgadas)	Espesor (pulgadas)
48" x 96" - todos los espesores	0,04", 0,06" y valores de unidad de 0,08" a 0,5".
60" x 96" - todos los espesores	
72" x 96" - todos los espesores	
80" x 120" - todos los espesores	

* Otras dimensiones están disponibles bajo pedido especial, sujeto a una cantidad mínima. Las laminas de una única pieza están disponibles con un espesor de hasta 20 mm.

Colores

Grupo de colores	Descripción	Colores
Claro	Transmite hasta el 90% de la luz visible.	Claro
Translúcidos	Colores de baja turbidez que ofrecen una alta claridad. Breeze y Smart son colores SolarSmart ™ que reducen la acumulación de calor al tiempo que permiten una visión clara a través de la lamina (consulte la página 9 para obtener más información sobre los productos SolarSmart).	Gris Solar, Bronce, Azul, Green, Rojo, Smart Blue*, Smart Green*, Bluish Breeze*
Translúcida	Ópalo blanco: Transmite un 11 - 50% del espectro visible con alta dispersión de luz, produce una iluminación suave y uniforme. Difusor: Transmite un 50% del espectro visible con alta dispersión de luz, produce una iluminación difusa y consistente. Clasificación de Señales (SG): Lamina difusora para señales luminosas y aplicaciones de visualización, ofrece 28% de transmisión de luz.	Amarillo, Ópalo Blanco, Difusor Blanco, Clasificación de Señales (SG), Verde Menta, Control Solar (Gris Metálico Solar), Solar Olympic, Solar Ice, Rojo
Opaco**	Colores que transmiten muy poca o nada de luz.	Verde Oscuro, Rojo Ladrillo, Negro, Azul Oscuro, Crema Ral 9001, Gris Claro Ral 7035, Gris Oscuro, Marrón, Blancuzco

* Sujeto a cantidades mínimas. Los colores personalizados y las transmisiones de luz también están disponibles a pedido.
** Los colores que se muestran arriba son una reproducción del color real. Para representar con precisión los colores, comuníquese con su distribuidor de Palram y solicite un fragmento como muestra de color.

SolarSmart™ - Eficiencia energética

Los colores de SolarSmart™ de eficiencia en el consumo de energía, rompen la relación histórica entre la transmisión de luz y el coeficiente de sombra. Los colores de SolarSmart ™ bloquean la energía infrarroja que causa la acumulación de calor y transmiten la "luz fría" que ayuda a reducir los costos de refrigeración e iluminación.

Resistencia a impactos

Las laminas PALSUN se fabrican a partir de policarbonato, el componente termoplástico transparente más resistente y más versátil disponible. PALSUN tiene 200 veces más resistencia al impacto que el vidrio, lo que garantiza una excelente protección contra el vandalismo, las roturas y entrada, disturbios públicos e incluso manifestaciones. PALSUN puede resistir a ataques con rocas, palos, martillos y objetos arrojados, y aún así conservar su forma original y mantener su integridad con muescas mínimas en su superficie.

La cantidad de daño depende de la masa y la energía del objeto y también del grosor de la lamina. Las laminas PALSUN conservarán estas propiedades de absorción de energía en un amplio rango de temperatura (122°F a 212°F).

Energía típica de falla de impacto de las laminas PALSUN®*

Espesor mm	Energía en la falla E_{50} (Jouls)	Tipo de falla
2	110	100% dúctil
3	150	100% dúctil
4	190	100% dúctil
5	290	100% dúctill
6	400	100% dúctil
8 - 18	N.B.**	N.B.**

* De acuerdo a las normas ISO 6603/1 1985 (E): Determinación del comportamiento multiaxial al impacto de plásticos rígidos.

Método de objeto en caída

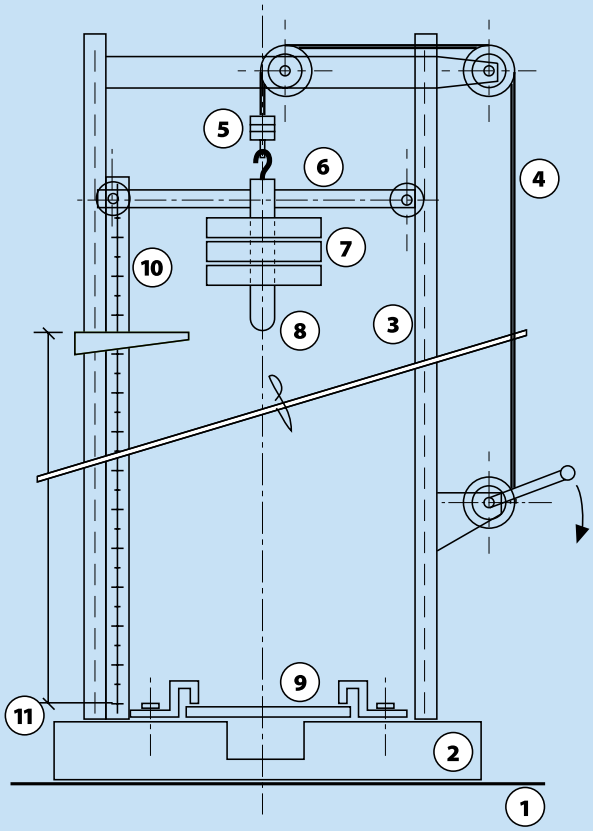
Se emplea un incremento de energía uniforme durante la prueba. La energía se reduce o aumenta de acuerdo al incremento uniforme después de analizar cada muestra dependiendo del resultado (aprobación/falla) observado para la muestra previamente probada. Un objeto de 0,79" (20 mm) de diámetro, que pesa

Principios: La resistencia al impacto está determinada por el peso y la altura, que son datos conocidos. El ajuste se realiza alterando la altura mientras se utiliza una masa constante.

E50: 50% de energía de falla de impacto. Se trata de la energía que hará que falle el 50% de las muestras analizadas.

N.B.:** Sin roturas. La energía requerida para quebrar la muestra es mayor que la que puede producir el objeto de prueba.

Dispositivo de prueba de impacto de objeto en caída (figura esquemática)



Leyenda

1. Piso nivelado
2. Base estabilizada
3. Guías de apoyo
4. Mecanismo de elevación
5. Mecanismo de desconexión
6. Barra guía
7. Peso variable
8. Una objeto en caída con cabeza de diámetro de 0,79" (20 mm)
9. Muestra probada
10. Barra de calibrado
11. Altura de caída variable

Propiedades físicas

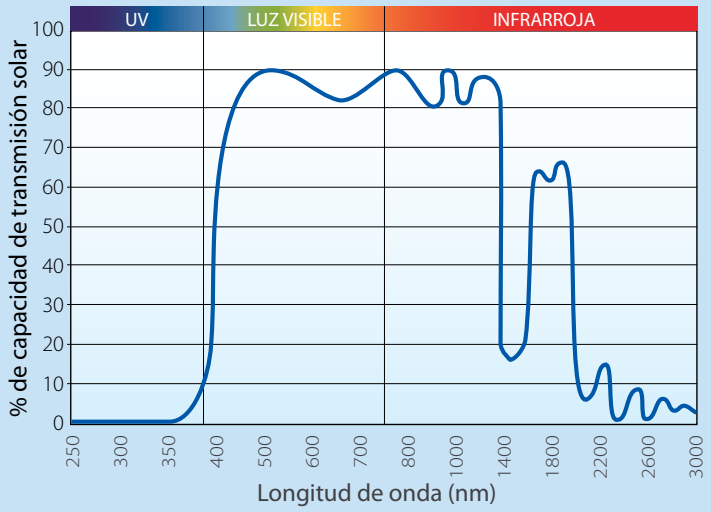
Para obtener información detallada sobre las propiedades físicas de PALSUN, visite:

www.palram.com/us/product/palsun-polycarbonate-flat-sheets/

Características ópticas de las laminas transparentes

Bloqueo de radiación ultravioleta (UV): las laminas de PALSUN bloquean completamente la radiación UV potencialmente dañina y una parte significativa de la radiación infrarroja (IR). En el rango de luz visible, una lamina PALSUN clara de 0,125 "(3 mm) de grosor típico transmite aproximadamente el 89% (promedio) de luz incidente, como se ve en el gráfico adjunto.

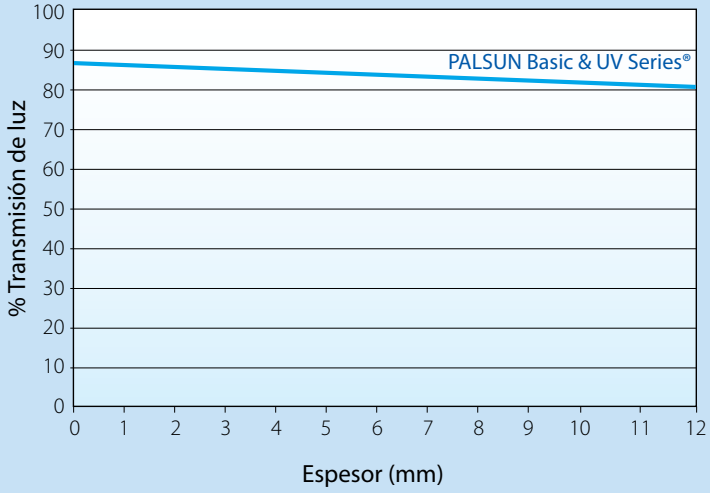
Figura 2:
Capacidad de transmisión solar de PALSUN® Clara 3mm



Transmisión de luz de acuerdo al espesors

La transmisión de luz disminuye ligeramente al aumentar el espesor (consulte la tabla a continuación).

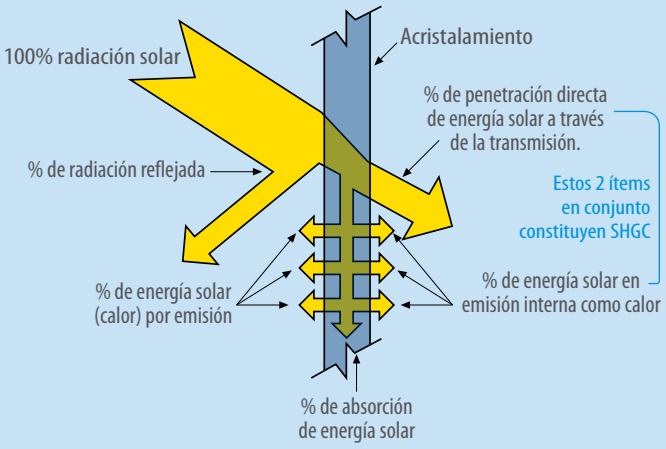
Figura 3:
Transmisión de luz de acuerdo al espesor de laminas PALSUN claras



Propiedades de transmisión solar

La transmisión de energía solar es una consideración extremadamente importante cuando se trata de materiales transparentes. La ubicación geográfica y las propiedades térmicas/ópticas típicas del vidriado específico son los principales factores que influyen en la ganancia de calor solar. Se pueden usar diversos tipos de laminas SolarSmart™, texturadas, teñidas, opalinas, difusas y con bloqueo de calor para proporcionar la cantidad y calidad exacta de la luz deseada. Cada uno de estos productos transmite diferentes cantidades de luz directa en diferentes niveles de difusión de la luz, lo que puede ayudar a difundir la luz a través de la estructura o el recinto. Las laminas también varían en sus valores de índice de selectividad (SI), que determina la eficiencia con la que se mantiene el aislamiento del calor, permitiendo que entre más "luz fría" (consulte la página siguiente para obtener más información sobre los productos SolarSmart™). Aunque los colores y los tintes reducen el porcentaje de luz visible transmitida a través de las laminas, la energía solar todavía es absorbida por el propio vidriado y a su vez, se transfiere por convección y radiación IR lejana desde el vidriado caliente al edificio. Las laminas PALSUN con superficies en relieve o mate o con colores difusores, disminuyen el brillo y la luz más hostil, evitando daños por irradiación directa. Sin embargo, la energía solar todavía se transmite y aumenta la ganancia de calor solar dentro de la estructura.

Figura 4: Comportamiento esquemático de la radiación solar a través del material que transmite la luz



Color*	% de transmisión de luz ASTM D-1003	% de opacidad ASTM D-1003	Ganancia de calor solar (SHGC) ASTM E-424-71	Coeficiente de sombreado ASTM E-424-71
Claro	90	<1	0,87	1,00
Bronce	20	<1	0,45	0,52
	35	<1	0,56	0,64
	50	<1	0,65	0,75
Gris solar	20	<1	0,44	0,51
	35	<1	0,56	0,64
	50	<1	0,65	0,75
Ópalo blanco	28	100	0,32	0,37
Difusor blanco	80	100	0,87	1,00
Solar Ice	20	100	0,37	0,45
Solar Control	20	67	0,33	0,36
	35	52	0,45	0,52
	50	50	0,54	0,61
Solar Olympic	20	35	0,41	0,47
	35	20	0,52	0,60
	50	63	0,63	0,73
Smart Green	70	42	0,58	0,67
Smart Blue	70	42	0,57	0,65
Bluish Breeze	70	42	0,55	0,63

**Los valores en la tabla anterior corresponden a laminas de 3 mm. Más información sobre productos adicionales está disponible bajo pedido.

Terminología utilizada en la tabla

% de opacidad (ASTM D-1003): es el porcentaje de luz transmitida que, al pasar por la lamina, se desvía más de 2,5° del haz incidente por dispersión hacia adelante.
% de transmisión de luz (ASTM D-1003): Porcentaje de luz visible incidente que pasa a través de un objeto.
% de ganancia de calor solar (SHGC): El porcentaje de radiación solar incidente transmitida por un objeto que incluye la transmisión solar directa, más la parte de la absorción solar re-irradiada hacia adentro.
Coeficiente de sombreado (ASTM E424-71): La relación entre la radiación solar total transmitida por un material dado y la transmitida por el vidrio normal, cuya transmisión de luz es del 87%.

SolarSmart™
Selective Solar Control Technology

Disfrute de la luz solar sin el calor y la radiación UV dañina.

Promover la eficiencia energética y el confort climático.

Los estudios demuestran que los entornos con altos niveles de luz natural son generalmente más productivos y agradables*. Sin embargo, la incorporación de niveles más altos de luz natural en edificios y otras estructuras también produce costos de enfriamiento más altos debido a la ganancia de calor infrarrojo.

La tecnología SolarSmart rompe la tradicional correlación de ingeniería entre transmisión de luz y el coeficiente de sombreado, que proporciona a los arquitectos un nuevo campo de posibilidades cuando se trata de la especificación de la luz natural en el diseño arquitectónico.

A diferencia de los productos teñidos disponibles usualmente, los productos SolarSmart transmiten más luz natural al mismo tiempo

que reflejan la radiación infrarroja solar. La combinación de más luz natural y menos acumulación de calor ayuda a mejorar el ambiente y el confort climático, al mismo tiempo que respalda los objetivos de eficiencia energética (la eficiencia energética se apoya al reducir la iluminación eléctrica y los requisitos de aire acondicionado). Los productos SolarSmart permiten a los arquitectos una mayor versatilidad al especificar los requisitos de color y transmisión solar para cada proyecto.

Especificación de color

Se aplican los requisitos mínimos de volumen, aunque los tintes SolarSmart™ pueden incorporarse en cualquier sistema de laminas o paneles de policarbonato transparente Palram, incluido PALSUN. Los tintes SolarSmart pueden combinarse con cualquier color para adaptarse al aspecto y las propiedades solares deseadas.

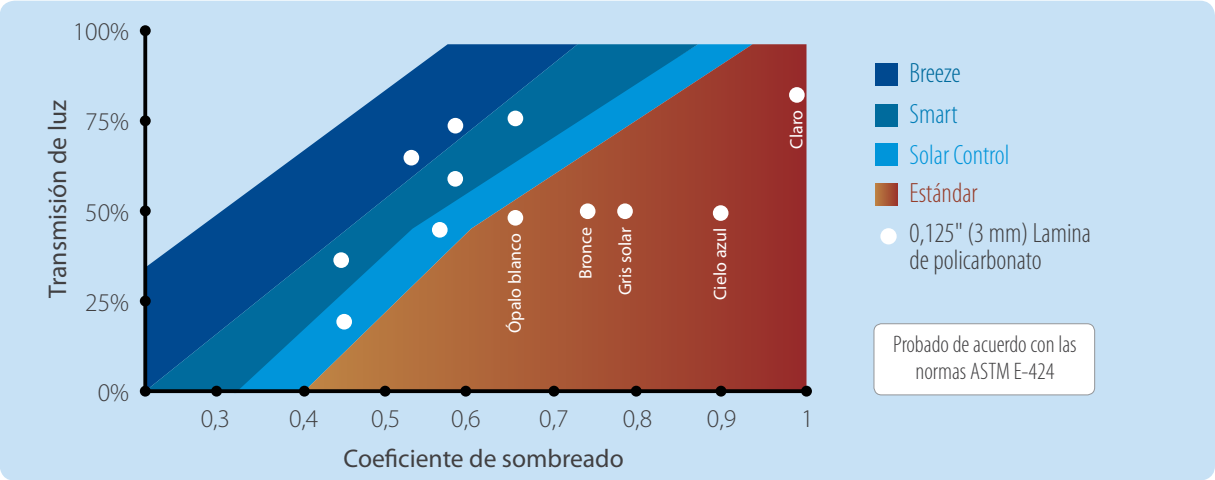
Grupos de tecnología

Breeze
Smart
Solar Control

La gama de productos SolarSmart incluye tres grupos de tecnología, cada uno de los cuales tiene diferentes características y apariencia. Para obtener más información, consulte el folleto de tecnología SolarSmart™.

Comparación de eficiencia

El gráfico muestra cómo los tintes SolarSmart™ permiten una mayor transmisión de luz mientras mantienen o disminuyen los valores del coeficiente de sombreado.

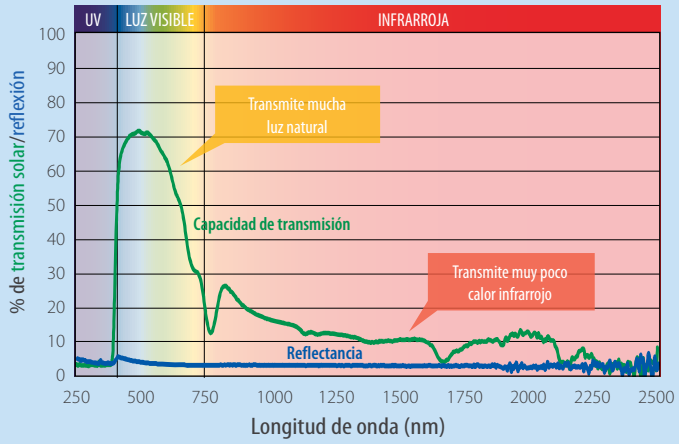


* Consulte el documento técnico de Palram www.palram.com/us/solution/skylights/

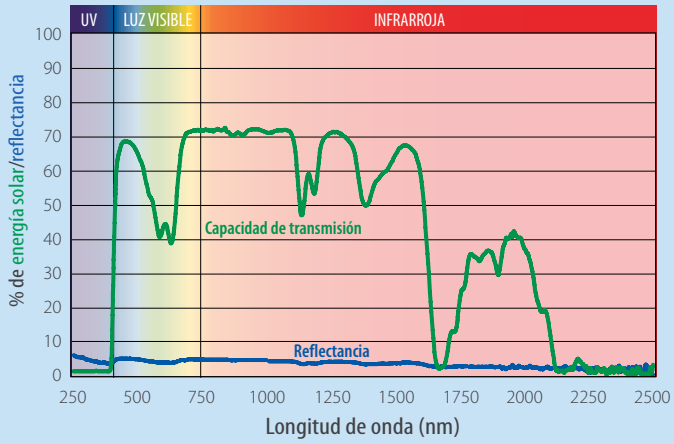
PALSUN® Breeze ofrece alta claridad al mismo tiempo que también bloquea el calor

El vidriado PALSUN con tinte Breeze transmite abundante luz natural (70%), al mismo tiempo que absorbe/bloquea una gran parte de la radiación infrarroja, lo que reduce significativamente la acumulación de calor dentro de la estructura. PALSUN Breeze también ofrece una vista clara debido a su alta transparencia, lo que no es común en productos que bloquean el calor.

PALSUN® 3 mm Breeze 70% LT
Gráfico de rendimiento solar (250 - 2.500 nm)



PALSUN® 3 mm Trans. Blue 68% LT
Gráfico de rendimiento solar (250 - 2.500 nm)

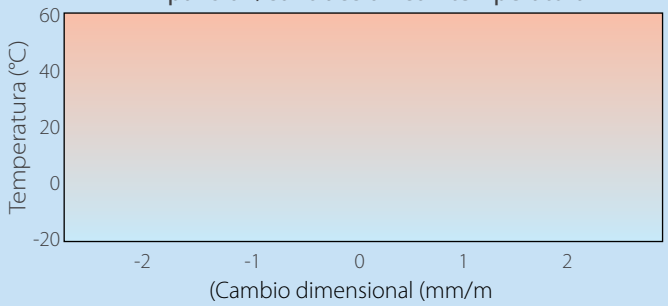


Característica térmicas

Expansión térmica

La expansión térmica de las laminas PALSUN es superior a la del vidrio. Este importante factor debe tenerse en cuenta al montar las laminas. El gráfico de la derecha muestra el grado de expansión/contracción como una función de la temperatura.

Expansión/contracción con temperatura



Rango de temperatura

El rango de temperatura en el que se conservan las características de PALSUN se extiende de -60° F a + 250° F (-50° C a + 120° C) por períodos cortos y de -60° F a + 210° F (-50° C a + 100° C) por largos períodos. Este rango de temperaturas hace que las laminas PALSUN sean adecuadas para el uso en la mayoría de los climas.

Temperatura de servicio

En días muy calurosos, la temperatura de la superficie de la lamina puede alcanzar hasta 140° F (60° C). El valor de U caracteriza el grado de transmisión térmica que ofrece un material de vidriado dado, por lo que los valores U más altos se asocian con materiales que son aislantes débiles y producen una mayor pérdida de calor. La siguiente tabla compara los valores U del vidrio y laminas PALSUN de espesores equivalentes. Las laminas más gruesas de un material dado ofrecerán un mayor aislamiento térmico y se caracterizarán por un valor U más bajo y una pérdida de calor reducida. Para cualquier espesor dado, el valor U de la lamina PALSUN es inferior al del vidrio. Esto significa que la pérdida de calor en el interior del edificio, así como la penetración del calor o el frío en un edificio, será menor si se vidriara con PALSUN que al usar vidrio. Esto puede producir una reducción significativa de los costos energéticos tanto para calefacción en invierno como para la climatización en verano. Tenga en cuenta que el uso de laminas SolarControl proporcionarán el mismo aislamiento y al mismo tiempo también reducirán los costos de aire acondicionado debido a la reflexión de la radiación infrarroja cercana y la acumulación reducida de calor.

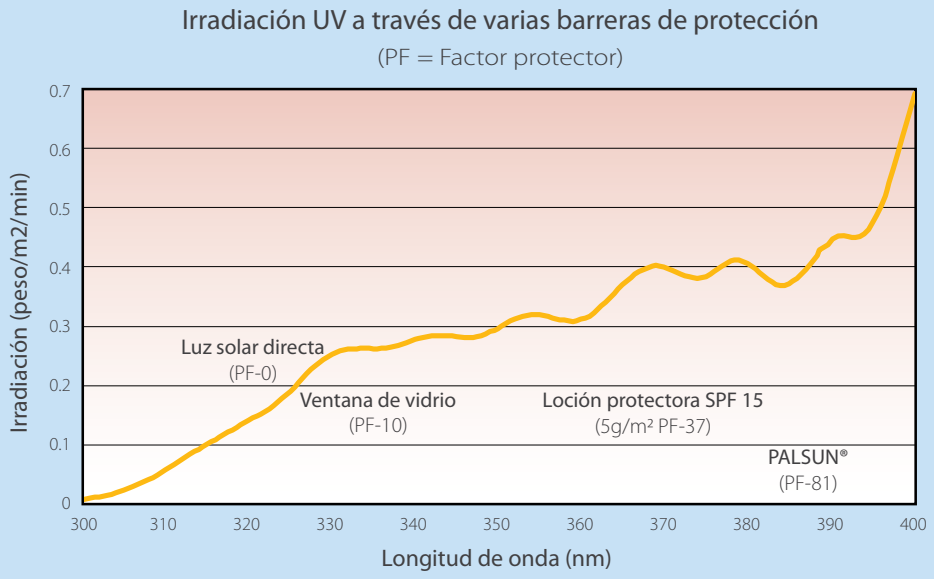
Aislamiento térmico de PALSUN® vs. Vidrio

Espesor en	Espesor (mm)	Valor U de PALSUN (Btu/hr pies cuadrados F)	Valor U del vidrio (Btu/hr pies cuadrados F)
0.12	(3)	0.96	1.02
0.20	(5)	0.91	1.01
0.24	(6)	0.89	1.00
0.31	(8)	0.82	0.99
0.39	(10)	0.79	0.97
0.47	(12)	0.78	0.96

Protección contra los efectos nocivos de la radiación UV

La exposición a la radiación ultravioleta (UV) solar es ampliamente conocida como un problema de salud importante. Durante un tiempo se pensó que los efectos adversos estaban asociados con la radiación solar UV en el rango de 280 - 315 nm (UV-B). Sin embargo, en los últimos años se ha hecho evidente que la exposición a la radiación UV-A (315 - 400 nm) también es perjudicial. Además del cáncer de piel, el envejecimiento prematuro se ha asociado con la exposición a los rayos UV-A. Las laminas de PALSUN bloquean los segmentos UV-A y UV-B del espectro UV. Este análisis de la radiación UV dañina se puede observar en la siguiente figura.

Una comparación de la protección contra UV ofrecida por PALSUN y la ofrecida por el protector solar se indica en el gráfico a continuación. Tenga en cuenta que la lamina PALSUN es la barrera más efectiva contra la radiación UV dañina, incluso mejor que la loción de protección solar con alto valor de SPF correctamente aplicada. Las palabras clave en la frase anterior son "correctamente aplicada". Si se aplica protección solar en forma incorrecta o lo que es peor, si no se utiliza una protección solar, se producirán niveles de exposición no deseados. Además, se debe tener en cuenta que los factores de protección se calculan sobre la base de la exposición a la radiación UV-B. Todavía no existe una forma de calcular la protección contra la exposición de radiación UV-A. También se debe tener en cuenta que las formulaciones que solo bloquean la radiación UV-B todavía se están comercializando. Al jugar o nadar debajo de PALSUN, la protección siempre es completa. Al nadar, no hay peligro de que la protección se lave o desaparezca. En los últimos diez años, también se ha documentado que la exposición a los rayos UV también puede causar daño oftalmológico, específicamente dañando las córneas. Usar gafas de sol fabricadas en policarbonato protege los ojos. Sin embargo, la mayoría de las personas se quitan las gafas cuando entran a una piscina.



Propiedades acústicas

Aunque pesa solo la mitad que un panel de vidrio de tamaño equivalente, el vidriado PALSUN ofrece propiedades de aislamiento de sonido similares junto con una resistencia al impacto mucho mayor. Estas propiedades combinadas hacen que el vidriado PALSUN sea el material preferido para las barreras de sonido transparentes: ligero, fácil de mantener y reemplazar si es necesario, altamente transparente y anti-vandalismo.

La tabla de la derecha muestra el rendimiento acústico delvidriado de PALSUN versus vidrio.

Aislamiento acústico de las laminas PALSUN®
según EN 17933

Espesor pulg.	**Espesor** (mm)	**Reducción de sonido** dB
.472	12	31
.591	15	33

Resistencia al clima

La radiación solar UV ataca a muchos materiales polímeros. La tasa de deterioro y agrietamiento en la superficie exterior variará para los diferentes polímeros. El agua, la suciedad, la contaminación del aire, los productos químicos, etc., aceleran la erosión. La magnitud de dicho deterioro depende de factores ambientales como la ubicación, la altitud, las condiciones climáticas locales, la contaminación del aire, etc. La primera indicación inicial es la coloración amarillenta, seguida de una reducción significativa de transmisión de luz y resistencia estructural.

Todas las laminas de la serie PALSUN UV se fabrican con una capa protectora contra rayos UV co-extruida, en uno o ambos lados (nota: no se incluye Palsun Basic, que simplemente está estabilizado contra rayos UV). Esta capa protectora asegura una larga vida útil de servicio.

2000 horas de pruebas de exposición acelerada de intemperie (exposición a rayos UV, QUV - ASTM G154), que simulan 20 años de exposición en climas cálidos y soleados, dan como resultado una disminución menor en la transmisión de luz y un ligero aumento en el índice de amarillez de PALSUN. Los cambios en la lamina PALSUN Basic estabilizada a los rayos UV son mayores.

El efecto de QUV en las laminas de las series PALSUN UV y PALSUN Basic de 3 mm se muestra en los gráficos a continuación.

Figura 6a
% de pérdida de transmisión de luz de las laminas de 3 mm

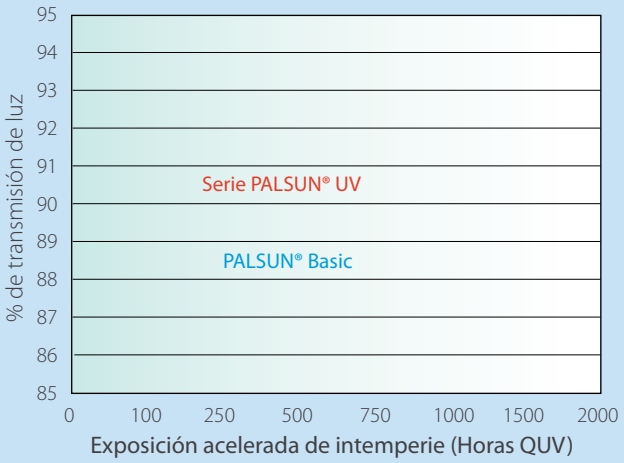
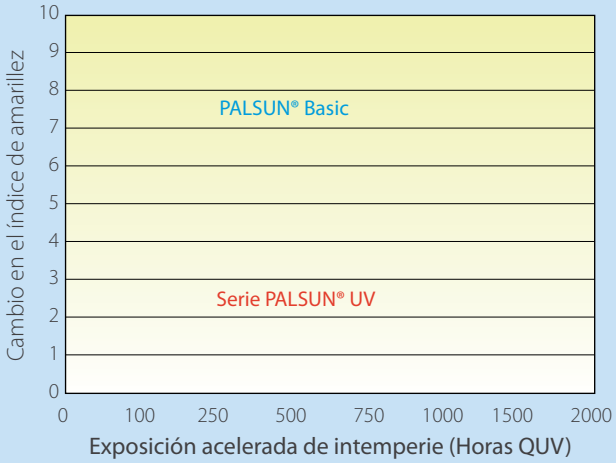


Figura 6b
Cambio del índice de amarillez en laminas de 3 mm



Inflamabilidad

Conceptos generales

Como cualquier material termoplástico, PALSUN eventualmente se derrite y se quema bajo el intenso calor del fuego directo. Sin embargo, PALSUN no propaga la llama, y se solidifica y se auto extingue tan pronto como se retira la llama directa. PALSUN no produce humos ni gases tóxicos cuando se quema.

PALSUN® FR

PALSUN FR es una lamina plana de policarbonato sólido ignífuga con índices de inflamabilidad mejorados. Los aditivos retardadores la hacen prácticamente incombustible. Cuando la llama entra en contacto con la lamina, solo se quemará y finalmente se derretirá, solidificándose rápidamente cuando se retire la fuente de calor directa. Los goteos no encienden otros materiales combustibles, ya que en realidad no se queman.

Extracción de humos y calor

En una combustión real a gran escala, cuando el vidriado superior de PALSUN (como por ejemplo tragaluces) se expone a un calor intenso, se ablandará a 302° F - 320° F (150° -160° C) y producirá aberturas en el vidriado, lo que permite al calor y humo escapar. Las temperaturas reducidas dentro de la estructura ayudan a extinguir el fuego.

Clasificaciones de inflamabilidad

PALSUN y PALSUN FR se clasifican como se muestra en la siguiente tabla, según las pruebas realizadas por laboratorios de prueba independientes certificados.

PALSUN®	
Estándar	Clasificación*
EN 13501	B, s1, d0
NSP 92501, 4	M1 (1 mm)
NSP 92501, 4	M2 (6 a 12 mm)
BS 476/7	Clase 1y
DIN 4102	B1, B2
CSE RF 2/75/A, CSE RF 3/77	Clase 1
UL-94	V2 (archivo e221255)
ASTM E-84	Clase A o B

**Depende del espesor. Para obtener más información, entre en contacto con su distribuidor PALSUN.

PALSUN® FR	
Estándar	Clasificación*
UL-94	V-0 (archivo e221255)
ASTM D-2863-87	L.O.I. = 30

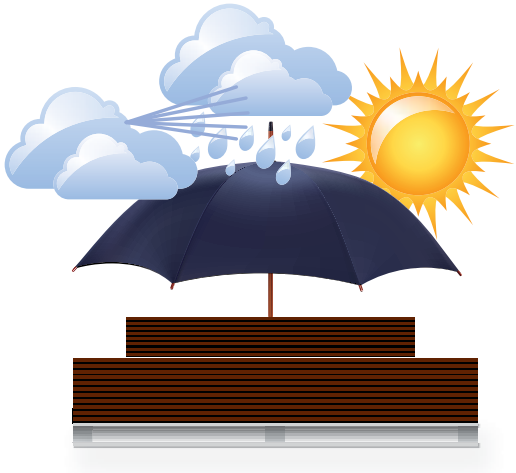
Recomendaciones generales para trabajar con PALSUN®

Manipulación y almacenamiento

1. Las laminas PALSUN deben transportarse y almacenarse horizontalmente, sobre una superficie plana y resistente cuyas dimensiones sean iguales o más grandes que las laminas más grandes. Las laminas deben asegurarse al pallet durante el transporte y el manejo en el sitio de trabajo. Se recomienda apilar las laminas junto a las laminas más largas en la parte inferior y las más cortas en la parte superior, sin dejar ninguna parte saliente sin soporte.
2. Cuando mueva un pallet con un montacargas, siempre use horquillas del mismo largo o mayor que el ancho de las laminas. Las horquillas más cortas que se usan en un pallet más ancho pueden dañar las laminas.
3. Las laminas de PALSUN se suministran de fábrica en paquetes, envueltos en polietileno blanco hermético. El envoltorio debe retirarse lo más próximo posible en el tiempo al momento real de la instalación (o uso).

   El almacenamiento de las laminas debe realizarse en un lugar cubierto, seco y ventilado, alejado de la luz solar directa y la lluvia.
4. Evite la exposición prolongada a la luz solar directa, que puede causar la acumulación excesiva de calor. El calentamiento a largo plazo puede ablandar la máscara protectora de polietileno, fusionarla con la cara de la lamina y dificultar o incluso imposibilitar la extracción.
5. Evite dejar las laminas almacenadas sin envolver. La suciedad puede acumularse en las laminas y/o sus bordes, atraídos por las cargas electrostáticas en las mismas, lo que requiere tiempo y mano de obra adicionales para la limpieza antes de la instalación.
6. Siempre que sea necesario almacenar el pallet a la intemperie, cúbralo con una lámina de polietileno opaco blanco, cartón o cualquier otro material aislante, teniendo cuidado de cubrir la pila por completo.

Figura 7: Almacenar laminas de PALSUN®



Instalación

Elección del marco

Las laminas de PALSUN se pueden montar en la mayoría de los marcos existentes de madera, PVC rígido, aluminio u otros metales. Se recomienda usar embalaje de neopreno o EPDM (nunca use PVC blando) para asegurar la lamina en el marco, en lugar de fijarla con tornillos. También se permiten bandas selladoras de caucho butílico o sellador de silicona. Palram no fabrica un sellador para usar con PALSUN.

Al elegir un sellador, es importante, antes de usarlo, contactar al fabricante para verificar su compatibilidad con el policarbonato.

Ajuste de la lamina a las dimensiones del marco

("c" y "d" se refieren a la dimensión indicada en el diagrama que se muestra a continuación).

Si la dimensión del marco "c" o "d" es:	Recortar la lamina a:
11,8" (300 mm)	0,04" (1 mm)
11,8" (300 mm) - 27,6" (700 mm)	0,08" (2 mm)
27,6" (700 mm) - 39,4" (1000 mm)	0,12" (3 mm)
39,4" (1000 mm) - 51,2" (1300 mm)	0,16" (4 mm)
51,2" (1300 mm) - 66,9" (1700 mm)	0,20" (5 mm)
66,9" (1700 mm) - 78,7" (2000 mm)	0,24" (6 mm)
78,7" (2000 mm) - 90,6" (2300 mm)	0,28" (7 mm)
90,6" (230 mm) - 106" (2700 mm)	0,31" (8 mm)
106" (2700 mm) - 118" (3000 mm)	0,35" (9 mm)

Espesor requerido de la lamina para el ancho dado de lamina* y profundidad de placa. ("a" y "e" se refieren a las dimensiones indicadas en el diagrama que se muestra a continuación).

Ancho* (a)	Espesor	Profundidad del rebaje (e)
28" (700 mm)	0,12" (3 mm)	0,6" - 0,8" (15-20 mm)
35" (900 mm)	0,16" (4 mm)	0,6" - 0,8" (15-20 mm)
43" (1100 mm)	0,20" (5 mm)	0,6" - 0,8" (15-20 mm)
51" (1300 mm)	0,24" (6 mm)	0,8" - 1,2" (20-30 mm)
59" (1500 mm)	0,31" (8 mm)	0,8" - 1,2" (20-30 mm)
67" (1700 mm)	0,39" (10 mm)	0,8" - 1,2" (20-30 mm)
75" (1900 mm)	0,47" (12 mm)	0,8" - 1,2" (20-30 mm)

*El ancho se refiere a la dimensión menor.

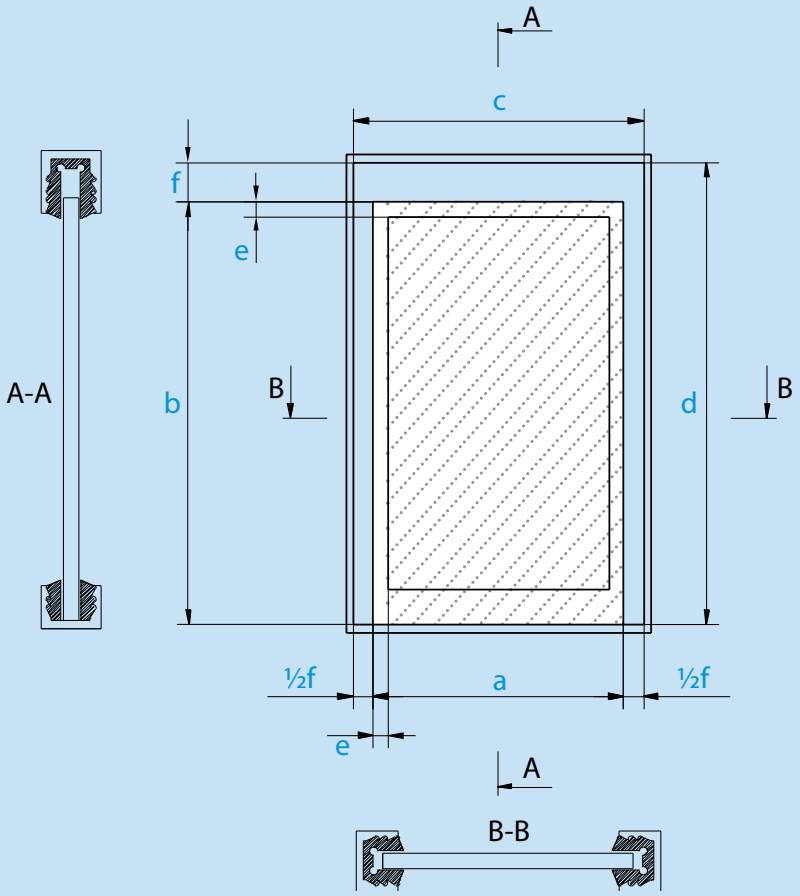
Marco de ejemplo

Leyenda

- a . . . Ancho de la lamina
- b . . . Longitud de la lamina
- c . . . Ancho del marco
- d . . . Longitud del marco
- e . . . Enganche del borde
- f . . . Capacidad de expansión térmica
- g . . . Profundidad del rebaje = ½f + e

Construcción arqueada

Las principales figuras e ilustraciones exhibidas en la sección de instalación también se aplican a la construcción en arco.



Determinación de dimensiones requeridas de las laminas

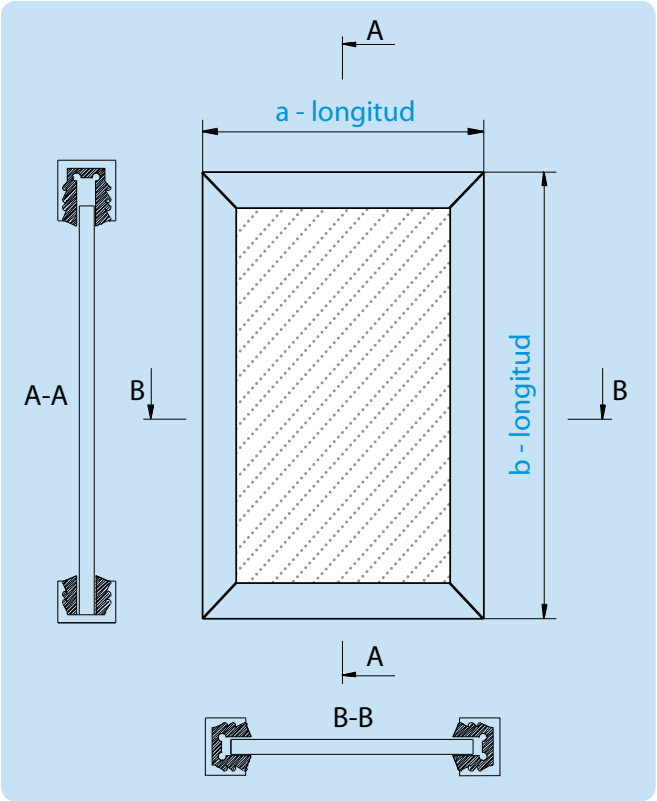
La siguiente información se presenta para ayudar a ordenar las dimensiones requeridas.

Determinación del tamaño de la lamina

Debido a la expansión térmica, las laminas PALSUN deben cortarse con precisión a las dimensiones predeterminadas que son más pequeñas que las dimensiones del marco. Al final del marco, se debe dejar espacio para la expansión. Las siguientes tablas y diagramas ayudan a calcular las dimensiones de lamina requeridas. Además, se presenta una tabla que muestra el espacio libre de expansión necesario para diversos tamaños de laminas PALSUN.

Determinación del espesor

Para determinar el espesor requerido, la siguiente tabla muestra el espesor requerido de la lamina para una carga y ancho dados (en el lado estrecho de la lamina).



Ancho de lamina recomendada PALSUN®

Tabla de carga de viento/nieve para 4 lados planos sujetados, panel simple, tramo sencillo

Espesor		Carga		Relación Longitud/Ancho (b/a)									
				Ratio 1:1		Ratio 1.25:1		Ratio 1.5:1		Ratio 1.75:1		Ratio 2:1	
pulg.	(mm)	psf	(kg/m²)	pulg.	(mm)	pulg.	(mm)	pulg.	(mm)	pulg.	(mm)	pulg.	(mm)
		5	(50)	38,78	(985)	34,45	(875)	32,28	(820)	31,30	(795)	30,91	(785)
		7	(75)	33,86	(860)	30,12	(765)	28,15	(715)	27,36	(695)	26,97	(685)
		10	(100)	30,71	(780)	27,36	(695)	25,59	(650)	24,80	(630)	24,41	(620)
.157	4	12	(125)	28,54	(725)	25,39	(645)	23,82	(605)	23,03	(585)	22,64	(575)
		15	(150)	26,97	(685)	23,82	(605)	22,44	(570)	21,65	(550)	21,26	(540)
		17	(175)	25,59	(650)	22,64	(575)	21,26	(540)	20,67	(525)	20,28	(515)
		20	(200)	24,41	(620)	21,65	(550)	20,28	(515)	19,69	(500)	19,29	(490)
		5	(50)	48,62	(1235)	42,91	(1090)	40,35	(1025)	39,17	(995)	38,58	(980)
		7	(75)	42,32	(1075)	37,60	(955)	35,24	(895)	34,25	(870)	33,66	(855)
		10	(100)	38,58	(980)	34,06	(865)	32,09	(815)	31,10	(790)	30,51	(775)
.197	5	12	(125)	35,83	(910)	31,69	(805)	29,72	(755)	28.74	(730)	28,35	(720)
		15	(150)	33,66	(855)	29,72	(755)	27,95	(710)	27,17	(690)	26,77	(680)
		17	(175)	31,89	(810)	28,35	(720)	26,57	(675)	25,79	(655)	25,39	(645)
		20	(200)	30,51	(775)	26,97	(685)	25,39	(645)	24,61	(625)	24,21	(615)
		5	(50)	57,09	(1450)	51,18	(1300)	48,23	(1225)	47,24	(1200)	46,26	(1175)
		7	(75)	51,18	(1300)	45,28	(1150)	42,32	(1075)	41,34	(1050)	40,35	(1025)
		10	(100)	46,26	(1175)	40,35	(1025)	38,39	(975)	37,40	(950)	36,42	(925)
.236	6	12	(125)	42,91	(1090)	37,99	(965)	35,83	(910)	34,84	(885)	34,06	(865)
		15	(150)	40,35	(1025)	35,83	(910)	33,46	(850)	32,68	(830)	32,09	(815)
		17	(175)	38,39	(975)	34,06	(865)	31,89	(810)	31,10	(790)	30,51	(775)
		20	(200)	36,42	(925)	32,48	(825)	30,51	(775)	29,72	(755)	29,13	(740)

Ancho recomendado del panel PALSUN® – 4 lados sujetados (continuación)

Espesor		Carga		Relación Longitud/Ancho (b/a)									
				Ratio 1:1		Ratio 1.25:1		Ratio 1.5:1		Ratio 1.75:1		Ratio 2:1	
pulg.	mm	psf	(kg/m²)	pulg.	(mm)	pulg.	(mm)	pulg.	(mm)	pulg.	(mm)	pulg.	(mm)
.315	8	5	(50)	77,76	(1975)	68,90	(1750)	63,98	(1625)	62,60	(1590)	62,01	(1575)
		7	(75)	67,91	(1725)	60,04	(1525)	56,10	(1425)	54,72	(1390)	54,13	(1375)
		10	(100)	61,61	(1565)	54,72	(1390)	51,18	(1300)	50,00	(1270)	49,21	(1250)
		12	(125)	57,28	(1455)	50,79	(1290)	47,64	(1210)	46,46	(1180)	45,67	(1160)
		15	(150)	54,13	(1375)	47,64	(1210)	44,88	(1140)	43,70	(1110)	42,91	(1090)
		17	(175)	51,18	(1300)	22,64	(1150)	42,52	(1080)	41,34	(1050)	40,75	(1035)
		20	(200)	49,21	(1250)	43,31	(1100)	40,75	(1035)	39,57	(1005)	38,98	(990)
.394	10	5	(50)	80,71	(2050)	80,71	(2050)	80,71	(2050)	78,35	(1990)	77,17	(1960)
		7	(75)	80,71	(2050)	75,20	(1910)	70,67	(1795)	68,50	(1740)	67,52	(1715)
		10	(100)	77,17	(1960)	68,31	(1735)	64,17	(1630)	62,20	(1580)	61,22	(1555)
		12	(125)	71,65	(1820)	63,39	(1610)	59,65	(1515)	57,68	(1465)	56,89	(1445)
		15	(150)	67,32	(1710)	59,65	(1515)	56,10	(1425)	54,33	(1380)	53,54	(1360)
		17	(175)	63,98	(1625)	56,69	(1440)	53,35	(1355)	51,57	(1310)	50,79	(1290)
		20	(200)	61,22	(1555)	54,13	(1375)	50,98	(1295)	49,41	(1255)	48,62	(1235)
.472	12	5	(50)	80,71	(2050)	80,71	(2050)	80,71	(2050)	80,71	(2050)	80,71	(2050)
		7	(75)	80,71	(2050)	80,71	(2050)	80,71	(2050)	80,71	(2050)	80,71	(2050)
		10	(100)	80,71	(2050)	80,71	(2050)	76,97	(1955)	74,61	(1895)	73,62	(1870)
		12	(125)	80,71	(2050)	76,18	(1935)	71,46	(1815)	69,29	(1760)	68,31	(1735)
		15	(150)	80,71	(2050)	71,65	(1820)	67,32	(1710)	65,16	(1655)	64,17	(1630)
		17	(175)	76,77	(1950)	68,11	(1730)	63,98	(1625)	62,01	(1575)	61,02	(1550)
		20	(200)	73,43	(1865)	65,16	(1655)	61,22	(1555)	59,25	(1505)	58,27	(1480)
.551	14	5	(50)	80,71	(2050)	80,71	(2050)	80,71	(2050)	80,71	(2050)	80,71	(2050)
		7	(75)	80,71	(2050)	80,71	(2050)	80,71	(2050)	80,71	(2050)	80,71	(2050)
		10	(100)	80,71	(2050)	80,71	(2050)	80,71	(2050)	80,71	(2050)	80,71	(2050)
		12	(125)	80,71	(2050)	80,71	(2050)	80,71	(2050)	80,71	(2050)	79,72	(2025)
		15	(150)	80,71	(2050)	80,71	(2050)	78,74	(2000)	75,98	(1930)	74,80	(1900)
		17	(175)	80,71	(2050)	78,74	(2000)	74,41	(1890)	72,24	(1835)	71,26	(1810)
		20	(200)	80,71	(2050)	75,79	(1925)	71,26	(1810)	69,09	(1755)	68,11	(1730)
.591	15	5	(50)	80,71	(2050)	80,71	(2050)	80,71	(2050)	80,71	(2050)	80,71	(2050)
		7	(75)	80,71	(2050)	80,71	(2050)	80,71	(2050)	80,71	(2050)	80,71	(2050)
		10	(100)	80,71	(2050)	80,71	(2050)	80,71	(2050)	80,71	(2050)	80,71	(2050)
		12	(125)	80,71	(2050)	80,71	(2050)	80,71	(2050)	80,71	(2050)	80,71	(2050)
		15	(150)	80,71	(2050)	80,71	(2050)	80,71	(2050)	80,71	(2050)	79,72	(2025)
		17	(175)	80,71	(2050)	80,71	(2050)	79,72	(2025)	76,77	(1950)	75,79	(1925)
		20	(200)	80,71	(2050)	80,71	(2050)	75,79	(1925)	73,82	(1875)	72,83	(1850)
.709	18	5	(50)	80,71	(2050)	80,71	(2050)	80,71	(2050)	80,71	(2050)	80,71	(2050)
		7	(75)	80,71	(2050)	80,71	(2050)	80,71	(2050)	80,71	(2050)	80,71	(2050)
		10	(100)	80,71	(2050)	80,71	(2050)	80,71	(2050)	80,71	(2050)	80,71	(2050)
		12	(125)	80,71	(2050)	80,71	(2050)	80,71	(2050)	80,71	(2050)	80,71	(2050)
		15	(150)	80,71	(2050)	80,71	(2050)	80,71	(2050)	80,71	(2050)	80,71	(2050)
		17	(175)	80,71	(2050)	80,71	(2050)	80,71	(2050)	80,71	(2050)	80,71	(2050)
		20	(200)	80,71	(2050)	80,71	(2050)	80,71	(2050)	80,71	(2050)	80,71	(2050)

*Para los datos de carga de viento en unidades de N/m², multiplique el valor por 10 (por ejemplo, 40 kg/m² = 400 N/m²).

Notas:

1. Para la instalación con abrazaderas de 2 lados, consulte la columna de proporción 2:1.
2. La tabla se refiere a varias relaciones de longitud (b) y ancho (a), válido tanto para la nieve como para viento.
3. La tabla se refiere a los paneles Palsun de 4 lados sujetados e instalados planos.
4. Los datos en la tabla se refieren a la dimensión corta, a.
5. La profundidad del lecho debe tener un mínimo de 20 mm.
6. Los valores se calculan de acuerdo con el criterio de desviación de L/20 del valor corto.
7. La tabla no se refiere a las desviaciones del peso propio que pueden causar problemas estéticos.
8. La tabla no se refiere a la flexibilidad de la lamina cuando se instala verticalmente.

Ancho de panel PALSUN® recomendado para instalación curva - Imperial

Máximo recomendado en la distancia de centro entre los arcos de apoyo

Espesor		Relación de curvatura de la lamina (mm)		Máximo recomendado en la distancia de centro entre los arcos de apoyo según las cargas de viento/nieve que se muestran a continuación (pulg))							
				Carga de viento/nieve uniforme (psf)							
pulg.	mm	pulg.	Pie	10	15	20	25	30	40	50	60
5/32"	4	28	2' – 4"	81	81	81	81	81	75	69	63
		36	3'	81	81	73	65	59	53	48	40
		44	3'-8"	81	75	69	63	57	50	42	36
		52	4'-4"	77	71	65	58	52	47	40	36
		59	4'-11"	71	65	59	54	48	42	36	36
		71	5'-11"	65	62	56	52	45	38	33	28
		79	6'-7"	62	58	53	50	42	35	30	26
		87	7'-3"	59	55	51	47	39	32	27	24
		110	9'-2"	53	50	47	44	36	29	24	NA
		158	13'-2"	48	42	38	34	31	26	18	NA
		236	19'-8"	34	31	29	26	24	18	NA	NA
13/64"	5	36	3'	81	81	81	81	81	81	75	69
		44	3'-8"	81	81	81	81	81	75	69	63
		52	4'-4"	81	81	81	81	77	69	63	57
		59	4'-11"	81	81	81	77	73	67	61	55
		71	5'-11"	81	81	77	73	69	61	53	46
		79	6'-7"	81	77	73	69	61	53	46	42
		87	7'-3"	77	73	69	65	59	51	44	40
		110	9'-2"	63	59	55	51	48	42	36	30
		158	13'-2"	55	51	48	44	40	34	30	20
		236	19'-8"	48	42	38	34	30	20	450	NA
1/4"	6	44	3'-8"	81	81	81	81	81	79	75	69
		52	4'-4"	81	81	81	81	81	75	69	63
		59	4'-11"	81	81	81	81	75	69	63	57
		71	5'-11"	81	81	81	77	71	65	59	53
		79	6'-7"	81	81	77	73	67	61	55	50
		87	7'-3"	81	77	73	69	65	59	53	48
		110	9'-2"	67	63	59	55	51	46	40	34
		158	13'-2"	63	59	55	51	46	40	34	29
		236	19'-8"	58	54	51	48	43	37	31	21
5/16"	8	59	4'-11"	81	81	81	81	81	75	69	63
		71	5'-11"	81	81	81	81	77	71	65	59
		79	6'-7"	81	81	81	79	75	69	63	57
		87	7'-3"	81	81	81	77	73	67	61	55
		98	8'-2"	81	81	76	73	68	62	56	50
		110	9'-2"	81	77	72	68	63	57	51	46
		158	13'-2"	77	72	68	64	59	53	48	40
		236	19'-8"	72	66	60	54	50	44	38	31
13/32"	10	71	5'-11"	81	81	81	81	81	77	71	65
		87	7'-3"	81	81	81	81	79	73	67	61
		110	9'-2"	81	81	81	77	71	69	63	57
		158	13'-2"	81	81	79	75	70	64	58	52
		236	19'-8"	81	76	72	68	61	55	50	44
1/2"	12	87	7'-3"	81	81	81	81	81	81	77	71
		110	9'-2"	81	81	81	81	81	77	71	65
		158	13'-2"	81	81	81	81	77	71	65	58
		236	19'-8"	81	81	81	77	68	62	56	51

Notas para las tablas "Ancho de panel recomendado de PALSUN® para instalación curva":

1. Las láminas de vidriado PALSUN deben instalarse con sus bordes curvos sostenidos por Arcos y abrazaderas de soporte deben soportar las cargas máximas máximas permitidas
2. Se pueden doblar laminas delgadas de hasta ¼" (6 mm) en paneles de vidriado relativamente cortos, de 6' 7" a 10' de largo, a 40" a 48" de ancho (2 - 3 m en anchos de 1000 a 1220 mm). Laminas gruesas de 5/16" (8 mm) y superiores, pueden curvarse en frío solo como paneles largos especiales de 13' 2" a 23' (4 a 7 m), especialmente cuando se instala un ancho total de 6' 9" (2050 mm) o similar.
3. Arcos y abrazaderas de soporte deben soportar las cargas máximas máximas permitidas sin dificultad.Los tramos de menos de 20" (500 mm) generalmente no son prácticos para un método de instalación de este tipo.
4. El valor de relación más bajo indicado es el radio mínimo permitido para esa lamina específica de PALSUN.
5. Las extensiones indicadas son adecuadas para la mayoría de las estructuras estacionarias comunes, bajo cargas de presión o elevación. Estructuras especiales, como las cubiertas móviles de piscinas, pueden usar extensiones más anchas, sujetas a aprobación previa.

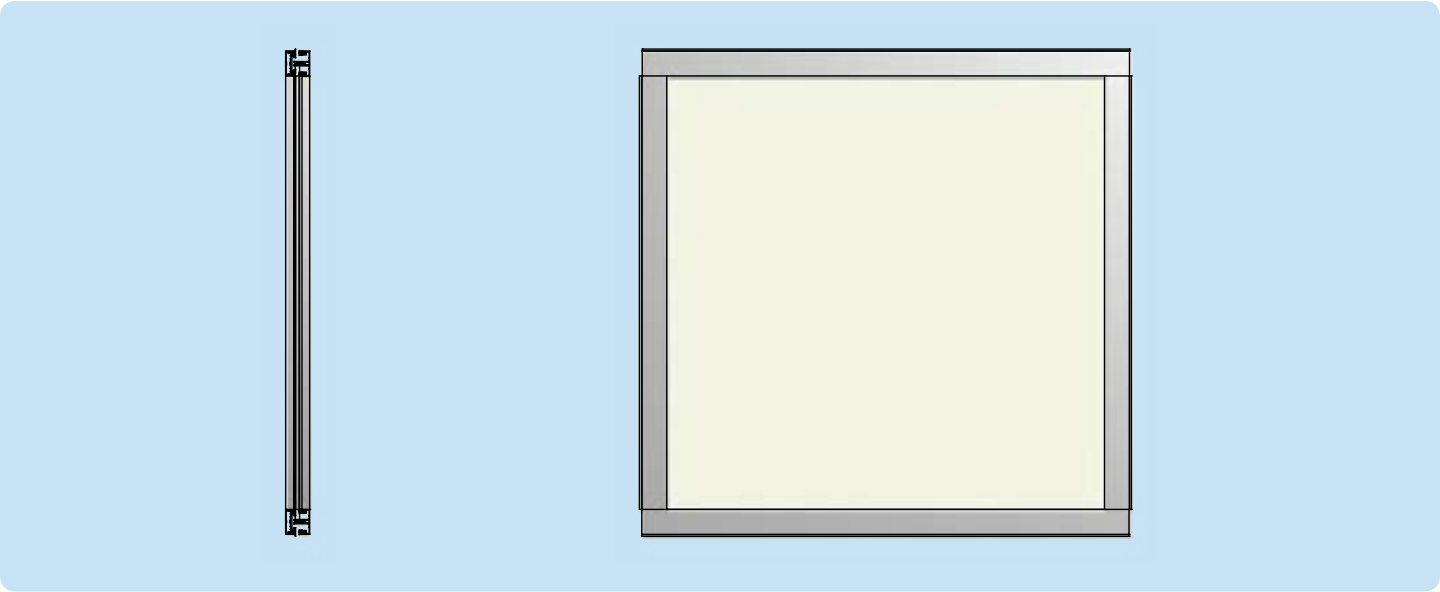
Ancho de panel PALSUN® recomendado para instalación curva - Métrico

Máximo recomendado en la distancia del centro entre los arcos de apoyo

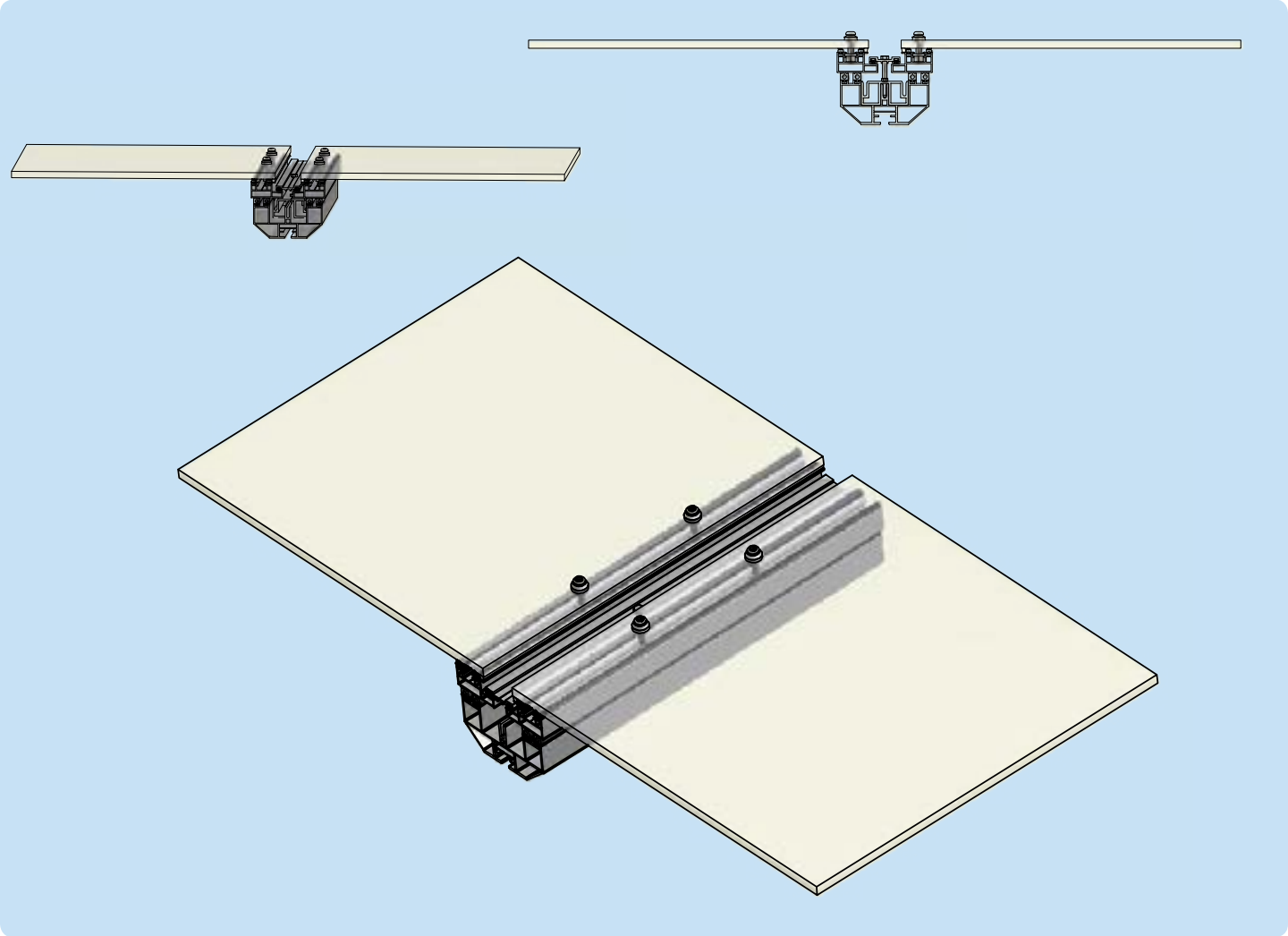
Espesor	de curvatura de lamina Relación	Máximo recomendado en la distancia de centro entre los arcos de apoyo de acuerdo a las cargas de viento/nieve abajo (mm)							
		Cargas de viento/nieve uniforme (kg/m²)							
		50	80	100	120	150	200	250	300
4 mm	700	2050	2050	2050	2050	2050	1900	1750	1600
	900	2050	2050	1850	1650	1500	1350	1200	1000
	1100	2050	1900	1750	1600	1450	1250	1050	900
	1300	1950	1800	1650	1480	1320	1180	1000	820
	1500	1800	1650	1500	1380	1200	1050	900	750
	1800	1650	1580	1420	1320	1120	950	820	700
	2000	1580	1480	1350	1250	1050	880	750	650
	2200	1500	1400	1300	1180	980	800	680	600
	2800	1350	1250	1180	1100	900	720	600	NA
	4000	1200	1050	950	850	780	650	450	NA
	6000	850	780	720	650	600	450	NA	NA
5 mm	900	2050	2050	2050	2050	2050	2050	1900	1750
	1100	2050	2050	2050	2050	2050	1900	1750	1600
	1300	2050	2050	2050	2050	1950	1750	1600	1450
	1500	2050	2050	2050	1950	1850	1700	1550	1400
	1800	2050	2050	1950	1850	1750	1550	1350	1150
	2000	2050	1950	1850	1750	1550	1350	1150	1050
	2200	1950	1850	1750	1650	1500	1300	1100	1000
	2800	1600	1500	1400	1300	1200	1050	900	750
	4000	1400	1300	1200	1100	1000	850	750	600
	6000	1200	1050	950	850	750	600	450	NA
6 mm	1100	2050	2050	2050	2050	2050	2000	1900	1750
	1300	2050	2050	2050	2050	2050	1900	1750	1600
	1500	2050	2050	2050	2050	1900	1750	1600	1450
	1800	2050	2050	2050	1950	1800	1650	1500	1350
	2000	2050	2050	1950	1850	1700	1550	1400	1250
	2200	2050	1950	1850	1750	1650	1500	1350	1200
	2800	1700	1600	1500	1400	1300	1150	1000	850
	4000	1600	1500	1400	1300	1150	1000	850	720
	6000	1480	1380	1300	1200	1080	920	780	620
8 mm	1500	2050	2050	2050	2050	2050	1900	1750	1600
	1800	2050	2050	2050	2050	1950	1800	1650	1500
	2000	2050	2050	2050	2000	1900	1750	1600	1450
	2200	2050	2050	2050	1950	1850	1700	1550	1400
	2500	2050	2050	1920	1850	1720	1580	1420	1280
	2800	2050	1950	1820	1720	1600	1450	1300	1150
	4000	1950	1820	1720	1620	1500	1350	1200	1000
	6000	1820	1680	1520	1380	1250	1100	950	780
10 mm	1800	2050	2050	2050	2050	2050	1950	1800	1650
	2200	2050	2050	2050	2050	2000	1850	1700	1550
	2800	2050	2050	2050	1950	1800	1750	1600	1450
	4000	2050	2050	2000	1900	1780	1620	1480	1320
	6000	2050	1920	1820	1720	1550	1400	1250	1100
12 mm	2200	2050	2050	2050	2050	2050	2050	1950	1800
	2800	2050	2050	2050	2050	2050	1950	1800	1650
	4000	2050	2050	2050	2050	1950	1800	1650	1480
	6000	2050	2050	2050	1950	1720	1580	1420	1280

* Ver notas en la página anterior

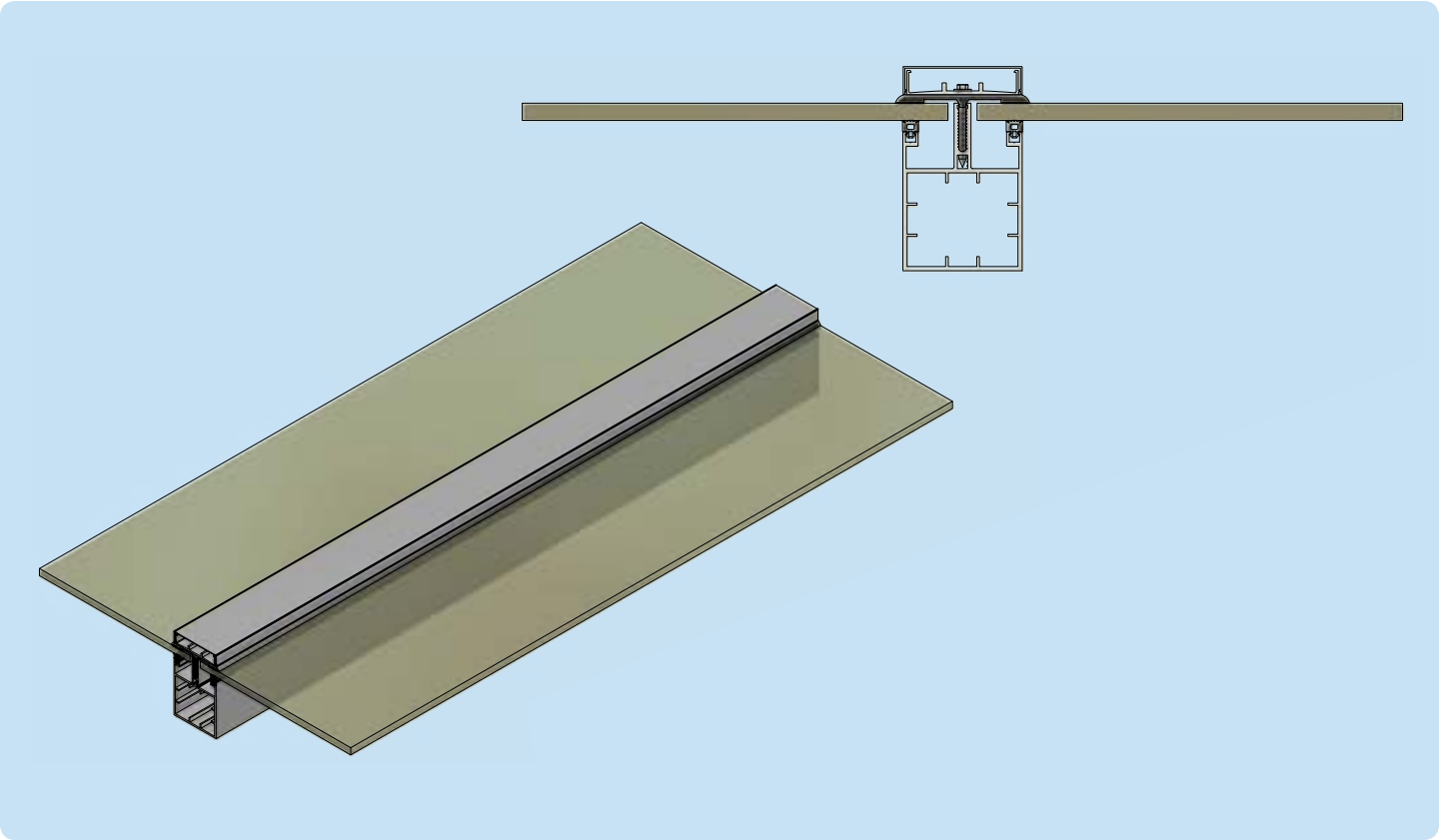
Vidriado PALSUN®



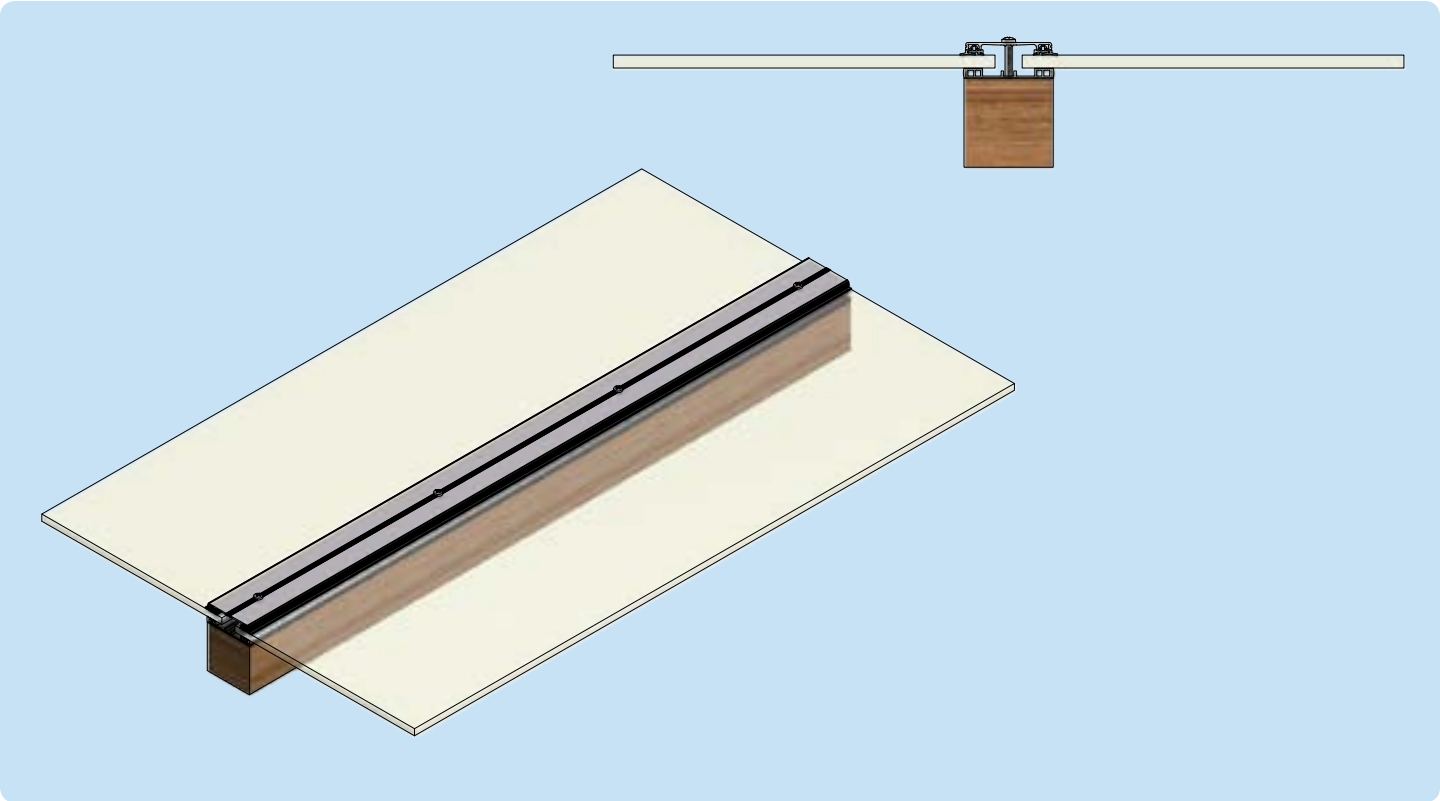
Detalle del sistema de vidriado (GA-2004)



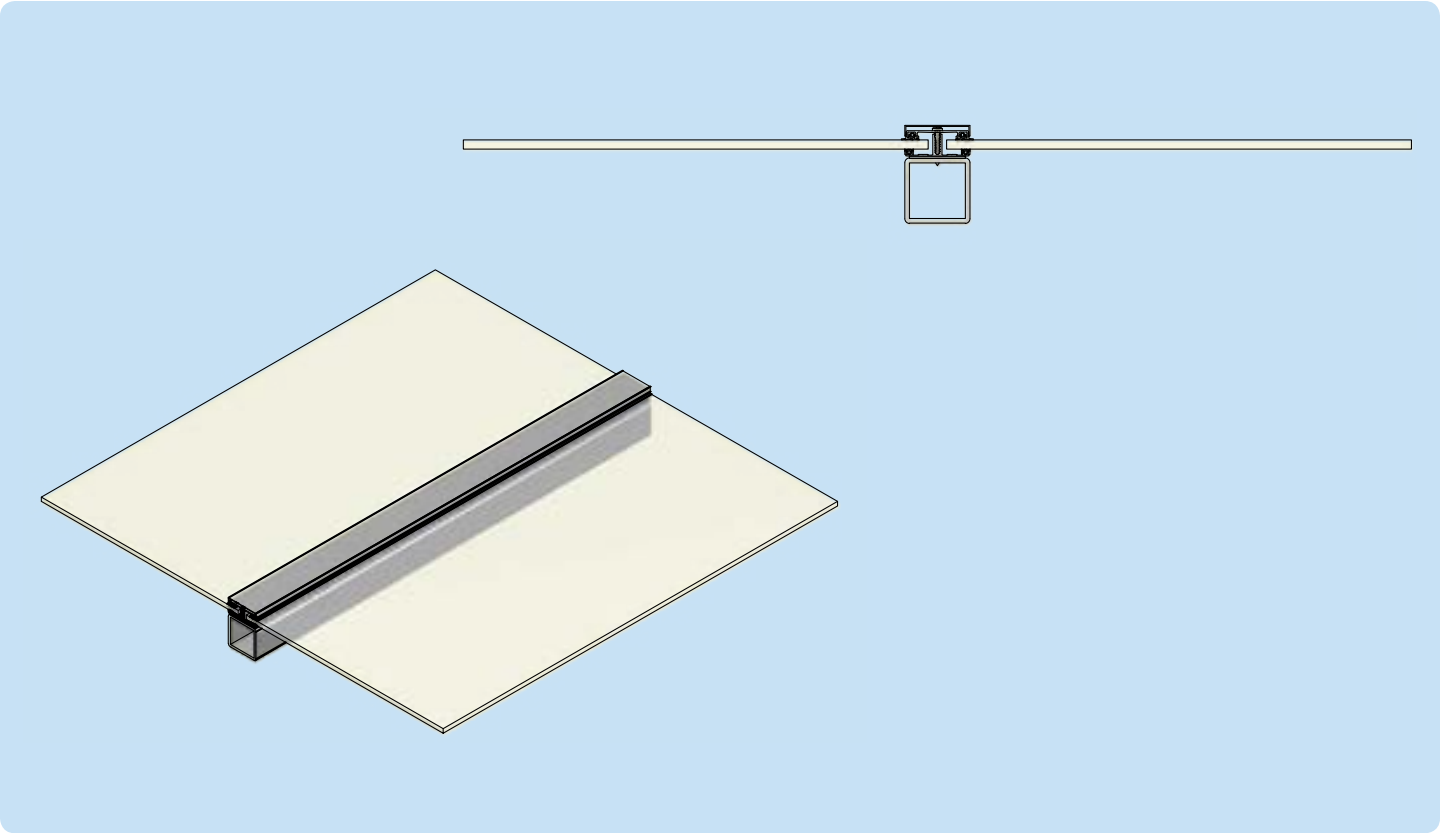
Detalle del sistema de vidriado



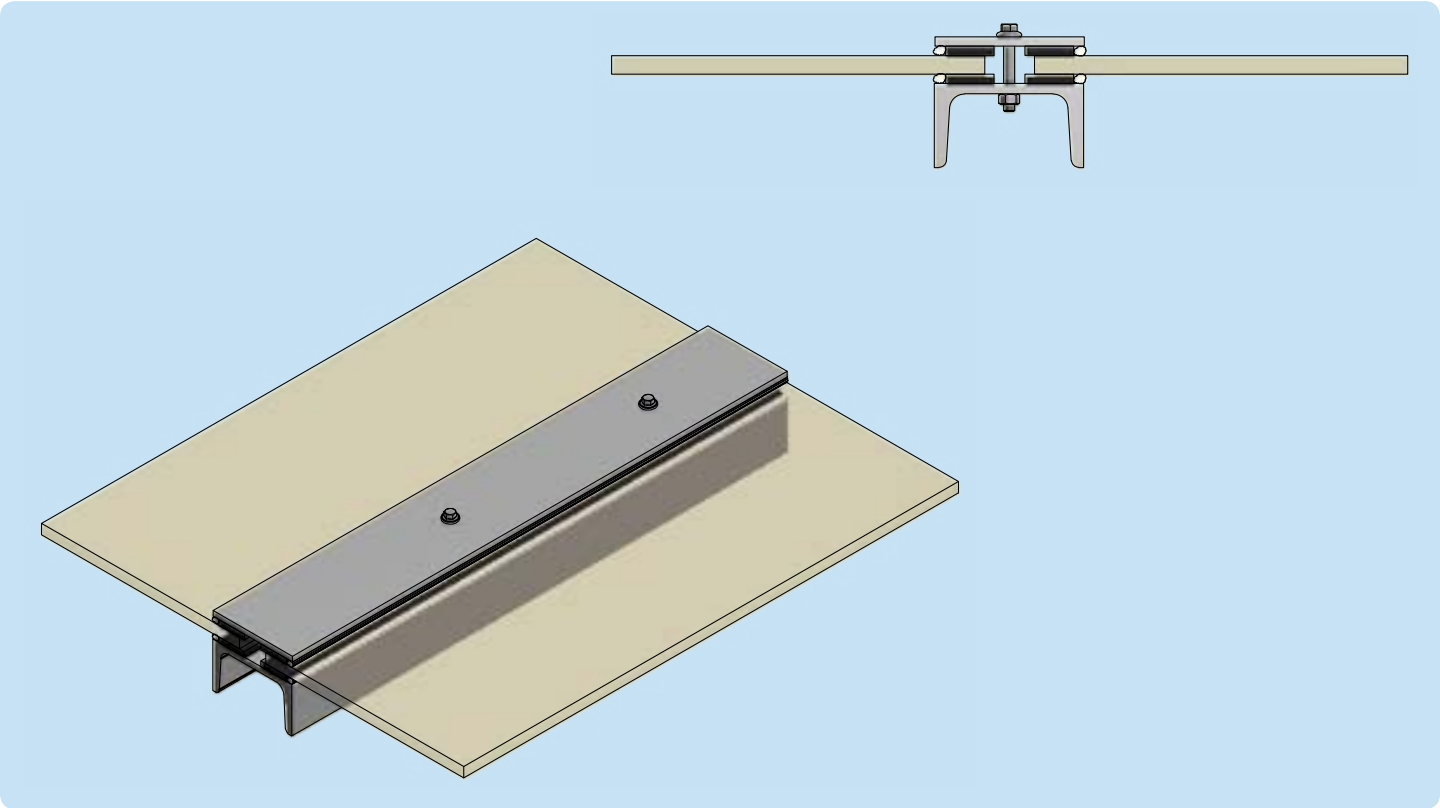
Detalle del sistema híbrido de vidriado



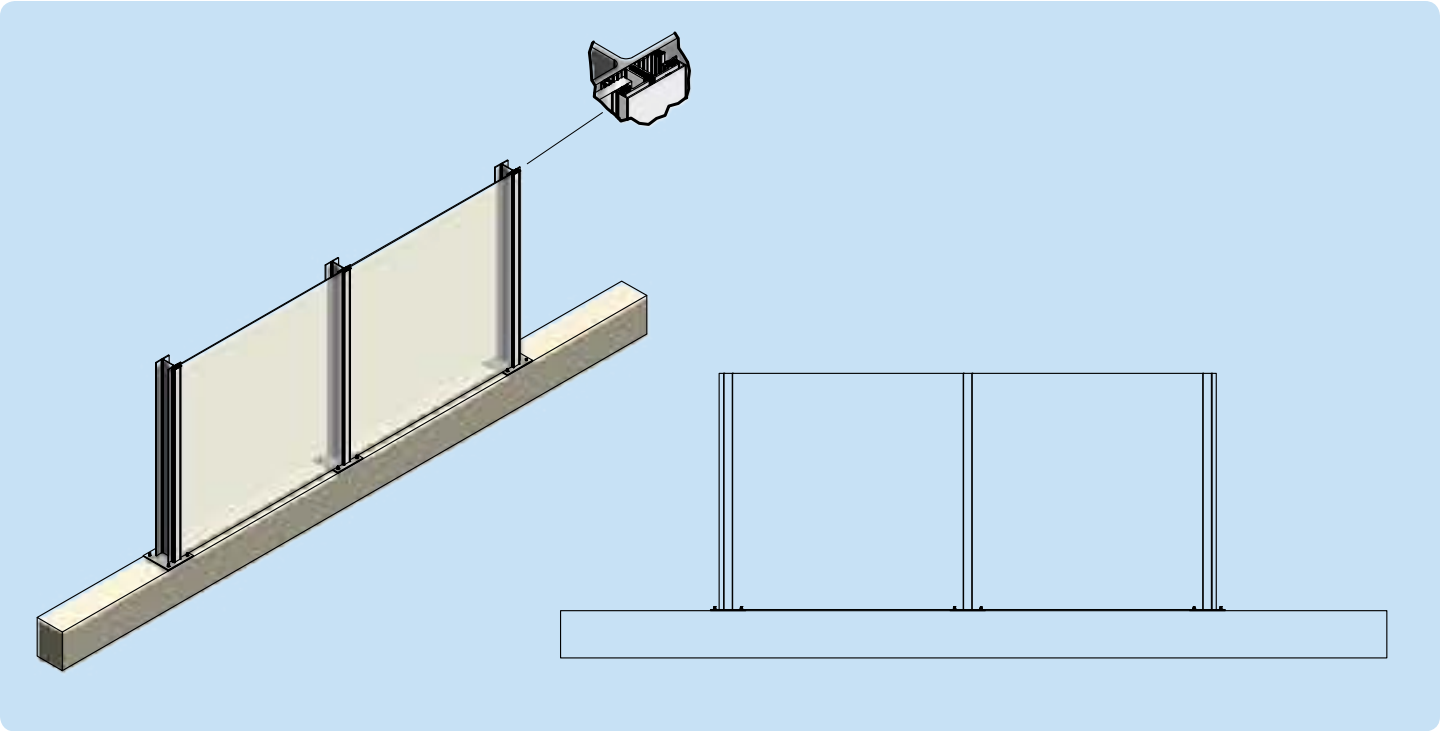
Detalle del sistema de vidriado orientado



Detalle de vidriado húmedo



Detalle del sistema de vidriado



Sujeción mecánica

Las laminas PALSUN se pueden sujetar con tuercas y tornillos, siempre que se tengan en cuenta algunas observaciones:

- Nunca use remaches, ya que aplican una fuerza excesiva y podrían causar grietas en las laminas.
- Perfore siempre un orificio ligeramente mayor de 3/32" – 1/8" (2-3 mm) para compensar la expansión térmica.
- Nunca utilice arandelas de PVC blando.
- Use EPDM y arandelas de aluminio para distribuir la carga.
- Cuando se usan sujetadores mecánicos, deben estar espaciados uniformemente para evitar la acumulación de estrés en puntos específicos.
- Con tuercas y tornillos, ajuste moderadamente y use solo materiales libres de óxido.
- Siempre que sea posible, es preferible una "lamina que flota en el marco", similar al vidrio, y sin sujetadores perforados mecánicos.

Tratamiento de laminas después de la instalación

La película de polietileno de la lamina debe retirarse después de su instalación. La película cubre la lamina para protegerla durante la manipulación, almacenamiento e instalación, **aunque una vez que se instala la lamina, debe retirarse dentro de las 24 horas posteriores a la instalación.**

Las laminas de PALSUN se pueden limpiar siguiendo cuidadosamente las instrucciones en la página 29.

Pautas generales de fabricación

Herramientas

Las laminas PALSUN se pueden tratar con herramientas eléctricas o manuales para madera o metal, siempre que estén bien afiladas y tengan la tolerancia necesaria para el mecanizado de plásticos rígidos. Sólo se deben utilizar herramientas de velocidad regulada.

Las herramientas de acero de alta velocidad son adecuadas en la mayoría de los casos. Se prefieren las herramientas con punta de carburo para las líneas de producción continua.

Las herramientas deben configurarse de modo que solo los bordes de corte entren en contacto real con el material fabricado para reducir la acumulación de calor por fricción.

Enfriamiento

- No se requiere enfriamiento en condiciones de mecanizado estándar.
- Cuando sea necesario un mecanizado de alta velocidad, se puede usar agua limpia o aire comprimido para enfriar el material y la herramienta y retirar las virutas del mecanizado.
- Nunca utilice aceite o emulsiones de refrigeración, ya que pueden dañar la lamina de PALSUN.
- Para evitar las tensiones internas inducidas generadas por el sobrecalentamiento, se debe tener cuidado de mantener la acumulación de calor al mínimo.

Regulación de las medidas

Debido a la alta tasa de expansión térmica de PALSUN, que es considerablemente mayor que la de los metales, el vidrio o el concreto, las mediciones de precisión deben realizarse siempre a una temperatura ambiente de referencia fija.

Película protectora (máscara)

La película protectora de polietileno (PE) de PALSUN puede dejarse en la lamina durante la mayor parte de los procesos regulares para evitar daños en la superficie.

Marcas de fabricación

Cuando sea necesario, marque las laminas que se procesarán sobre la película de protección.

Marcar la superficie expuesta con rasguños de objetos afilados puede iniciar fracturas e inducir fallas en casos de carga.

Serrar y cortar

Se pueden usar una variedad de sierras eléctricas, ya sea montadas en mesas o portátiles, para serrar las laminas de PALSUN. También es posible el corte mediante cizallas o punzones. El láser o el corte con chorro de agua son menos comunes, pero también son técnicas posibles.

Sierras circulares portátiles o montadas en mesa

Estos tipos de sierras son ampliamente utilizados serrar laminas de PALSUN. Existen dos tipos principales y uno del tipo portátil:

- Una mesa móvil, sierra de banco de lámina fija: preferible para serrar segmentos largos y rectos.
- Sierra de brazo radial: generalmente se utiliza para corte transversal (a lo ancho) o corte diagonal.
- Sierra circular portátil: usualmente restringida para uso en el sitio de trabajo para hacer cortes rectos, es más lenta y no tan precisa como las sierras de mesa.

Hojas de sierra circular

Deben ser de base hueca con dientes finos, o preferiblemente con puntas de carburo, astillado triple o biseles alternativos (Alt 1 y Alt 2, consulte las figuras 9a y 9b en la página siguiente, respectivamente), con un contacto mínimo del cuerpo de las hojas de sierra con el material cortado.

Recomendaciones generalmente aceptadas para especificaciones de hojas de sierra circulares

Propiedad	Unidades	Signo	Valor
Ángulo de tolerancia		α	10 – 20°
Ángulo de ataque		γ	5 – 15°
Ángulo alternativo de doble bisel (Alt. 1)		α°	45°
Ángulo de bisel alternativo (Alt. 2)		β°	10 – 15°
Velocidad de corte	ft/min (m/min.)		3.300 - 10.000 (1.000 - 3.000)
Tasa de alimentación	pulgada/seg. (mm/seg.)		1,2 (30)
Calibre delgado: Paso de diente de 1/16" - 3/36" (1,5-2,5 mm)	Dientes por pulgada (dientes por mm)	t	10 - 12 (2,5 - 6)
Calibre de rendimiento: Paso de diente de 1/8" - 1/2" (3,2 - 12 mm)	Dientes por pulgada (dientes por mm)	t	3 - 4 (6,5 - 8,5)

Notas:

1. Los fabricantes de diferentes herramientas suministran dos alternativas posibles (Alt 1 y Alt 2, ver figuras 9a y 9b a continuación) como dientes biselados alternativos para hojas de sierra destinadas a cortar plásticos y ambos ofrecen cortes satisfactorios.
2. Para cortar laminas de calibre delgado de menos de 2 mm de espesor, se recomienda agrupar 10 a 15 laminas, con una lamina inferior más gruesa (3-4 mm) como soporte.
3. El corte de cizalla es la opción preferible para cortar una sola lamina de calibre delgado.

Recomendaciones detalladas de corte de sierra circular de Palram

Estas recomendaciones se basan en la experiencia técnica, las pruebas particulares y la vasta experiencia práctica acumulada durante los años de trabajo.

Figura 8: Hoja de sierra circular típica (segmento)

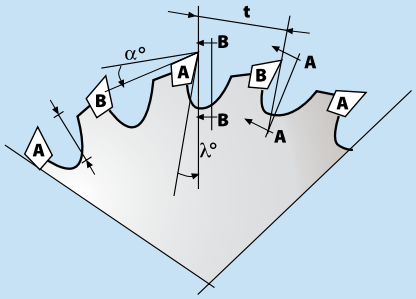


Figura 9a: ALT1 - Configuración alternativa de dientes

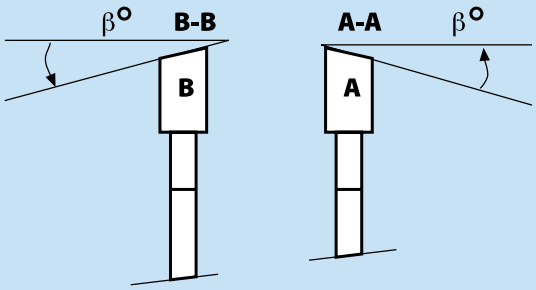
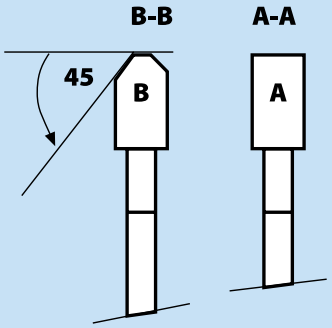


Figura 9b: ALT2 - Configuración alternativa de dientes



Especificaciones de la hoja de sierra para cortar laminas de PALSUN de hasta 5 mm de espesor

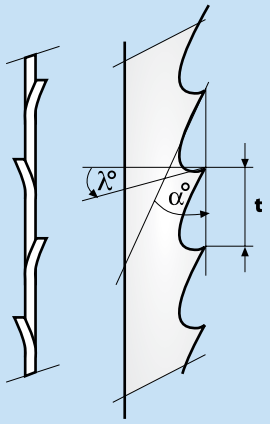
Propiedad	Unidades	Valor
Ángulo de tolerancia	pulgada (mm)	12 (300)
Nro. de dientes en la sierra		96
Espesor	pulgada (mm)	3/32" - 1/8" (2,2 - 3,2)
Ángulos de dientes		Rastrillo: 45° Tolerancia: 15°
Aspecto del diente		Alternativo: Izquierda – derecha
Velocidad	rpm	1800 - 2400

Sierra de banda

Las sierras de banda pueden usarse para cortar laminas PALSUN de la mayoría de los espesores con resultados aceptables. Las sierras de banda son herramientas de taller. En la fabricación de PALSUN, se utilizan principalmente para cortar piezas formadas o formas irregulares. También es posible cortar laminas planas en líneas rectas, pero en longitud y ancho limitados, debido a las limitaciones de la herramienta. Las laminas de calibre delgado se cortan mejor cuando se apilan hasta un espesor de 0,4" - 0,5" (10 -12 mm)

- La hoja de sierra de banda preferible debe tener dientes ligeramente asentados, con anchos de hoja de 0,4" - 0,8" (10 - 20 mm).

Figura 10: Configuración típica de la hoja de sierra de banda



Especificaciones de la hoja de sierra para cortar espesores de laminas de PALSUN de 6 mm y superiores

Propiedad	Unidades	Valor
Ángulo de tolerancia	pulgada (mm)	14 (350)
Nro. de dientes en la sierra		108
Espesor	pulgada (mm)	3/32" - 1/8" (2,2 - 3,2)
Ángulos de dientes		Rastrillo: 10° Tolerancia: 15°
Aspecto del diente		Alternativo: Izquierda – derecha
Velocidad	rpm	1800 - 2400

Notas:

1. Los diseños de las formas de dientes no se muestran a escala. Debe considerarse que sirven solo como una indicación.
2. La lamina PALSUN debe colocarse sobre una base plana firme y asegurarse en su posición durante el corte.
3. Al cortar la lamina PALSUN, se recomienda dejar la película de protección.
4. Si la lamina cortada vibra durante el corte, se puede colocar un relleno de cartón debajo de ella para absorber las vibraciones.
5. Al cortar laminas PALSUN de calibre delgado, se recomienda no cortar las laminas sueltas. Corte una una pila de 5 - 10 laminas por vez, sujetándolas firmemente a una base firme.
6. Se debe utilizar una velocidad de avance baja a moderada cuando las laminas se aproximan a la cuchilla, o viceversa. Una velocidad de alimentación demasiado alta puede provocar que los bordes de la lamina se deterioren, partan o rompan.

Propiedades recomendadas de la hoja de sierra

Propiedad	Signo	Unidades	Valor
Ángulo de tolerancia	α		10 – 20°
Ángulo de ataque	γ		5 – 15°
Velocidad de corte		ft/min (m/min)	1.950 - 3.300 (1.000 - 6.000)
Tasa de alimentación		pulgada/seg (mm/seg)	13/6 (20)
Calibre delgado: paso de diente 1/16" -3/36" (1,5 - 2,5 mm)	t	Dientes por pulgada (dientes por mm)	12 - 18 (1.5 - 2.0)
Calibre grueso: paso de diente 1/8" - 1/2" (3,2 -12 mm)	t	Dientes por pulgada (dientes por mm)	7 - 10 (2.5 - 3.5)

Notas:

1. La sierra de banda es adecuada para cortar líneas curvas y piezas formadas tridimensionales.
2. Para cortar algunos objetos moldeados de la misma forma, deben estar firmemente sujetos entre sí.
3. Un corte de sierra de banda generalmente produce un borde acabado más áspero, que debe ser alisado mediante lijado y pulido. Una lijadora de banda es la herramienta preferida para esa operación.
4. Palram recomienda usar una sierra circular para obtener mejores acabados, siempre que sea posible.

Portátiles: sierra de serrucho o vaivén

Las sierras portátiles de este tipo utilizan movimientos cortos, en lugar de una orientación en una dirección como las cuchillas de movimiento continuo de las de sierras circulares o de banda y tienen un funcionamiento mucho más lento.

- **Astillado:** Se astillan trozos de varios tamaños a ambos bordes de la línea de corte de la sierra, dejando los bordes cortados ásperos e irregulares.
- **Engomado:** Las astillas y trozos de la hoja de sierra que avanza se recalientan durante el proceso de aserrado, se funden y crean una masa de material enfriado en frente de la hoja.

El corte de sierra de vaivén o sable generalmente da como resultado un acabado inferior de los bordes cortados, peor que los resultados obtenidos con una sierra circular. Palram recomienda lijar y pulir los bordes cortados como práctica estándar. Una lijadora de banda es la herramienta preferida para esa operación.

El material engomado también puede adherirse a la cuchilla y hacer que la cuchilla se agarre.

El mismo calor incontrolado que crea la formación de engomado también puede inducir tensiones internas indebidas a lo largo de los bordes del corte, lo que requiere el enfriamiento de la lamina.

Consejos de corte:

Remedios recomendados:

- Elija el tamaño correcto de los dientes y el paso.
- Seleccione adecuada una velocidad de sierra.
- Baje la velocidad de alimentación.
- Examine el afilado de la sierra.
- Examine la alineación de la sierra.
- Enfríe la sierra con aire comprimido cuando se requieran cortes largos.
- Haga pausas frecuentes durante ciclos de producción largos, para que la hoja de la sierra se enfríe.
- Comience a cortar con la sierra ya funcionando a la velocidad máxima recomendada.

Ruteo

Una técnica versátil, que permite la diversidad de fabricaciones de bordes y recortes de laminas PALSUN, especialmente para piezas demasiado grandes o de forma irregular para una sierra de banda. Con cortadores rectos afilados de dos fresas, esta técnica puede producir bordes muy lisos.

- La velocidad de alimentación debe ser lenta, para evitar la acumulación excesiva de calor y roturas.
- Como medida de seguridad, al rutear, siempre guíe la lamina con una plantilla adecuada.
- Se puede utilizar un chorro de aire comprimido para enfriar la fresa y la lamina en el lugar de corte y ayudar a retirar las virutas.

Ruteadores estáticos de banco: Rápidos, fuertes y estables, para fabricaciones rectas complejas y precisas.

Ruteadores portátiles: Menos potentes, para trabajos más pequeños o en el sitio de trabajo. También se utilizan para recortar y fabricar bordes de formas irregulares. Se pueden realizar ciertos trabajos de fresado pequeños, como moldeado de topes en aberturas rectangulares o redondas o acabados de tope con ranura y lengüeta en laminas más gruesas.

Acabado primario del borde

- Recorte o acabado rápido y preciso de laminas PALSUN de corte recto o curvado.
- Esquinas de bordes rectos fácilmente producidas o culatas curvas.
- Elaboración de variadas fabricaciones de articulaciones y juntas de culatas.

Herramientas

- **Ruteadores:** Equipos universales, disponibles comercialmente.
- **Fresas de ruteo:** nuevas fresas para trabajar metales, mantenidas con afilado máximo.

Propiedades recomendadas de fresas de ruteador

Propiedad	Unidades	Valor
Ángulo de tolerancia		5 - 10°
Ángulo de ataque		0 - 10°
Velocidad del ruteador - sin carga	rpm	15.000 - 22.000
Velocidad de corte	pies/min. (m/min.)	330 - 1640 (100 - 500)
Velocidad de alimentación	pulgada/rev. (mm/rev.)	0.004 - 0.07 (0.1 - 0.5)

Consejos de fresado y ruteo: Para un trabajo de ruteo limpio y suave, asegure el afilado de la herramienta de corte y la alineación precisa antes de comenzar el trabajo. El enfriamiento por chorro de aire comprimido que sigue al cabezal de corte mejora la velocidad del ruteador, la calidad del corte y elimina virutas. Deje que la herramienta alcance su velocidad de operación máxima (descargada) antes de comenzar a trabajar.

Fresado y montaje

Se puede utilizar un ruteador portátil, con cortadores adecuados, para pequeños trabajos de fresado.

Se puede utilizar para recortar un cortador de carpintería estándar, preferiblemente con cuchillas/cortadores de alta velocidad o brocas de punta de carburo, lo que da como resultado un acabado de bordes de buena calidad.

Evite la extracción excesiva de material, lo que puede provocar roturas o bordes ásperos.

Recomendaciones de acabado para corte y aserrado

Las marcas de sierra no intencionadas, esquinas ásperas o irregulares o bordes diseñados desiguales creados por un corte imperfecto, pueden provocar agrietamiento y rajaduras, que pueden desarrollarse aún más e incluso fallar bajo carga.

Palram recomienda acabar los bordes de las laminas PALSUN cortadas y lograr una apariencia suave.

Esto asegurará que no se desarrollen grietas a partir de las irregularidades en los bordes.

Las técnicas de alisado se tratan en la sección n "Acabado", en la página 29.

Perforación

Indicaciones generales

Brocas: Las nuevas brocas de acero regulares de alta velocidad (Fig. 14a) o las nuevas brocas con punta de carburo son adecuadas para taladrar orificios en las laminas PALSUN, de varios espesores, siempre que estén bien afiladas.

Figura 14a: Broca Regular

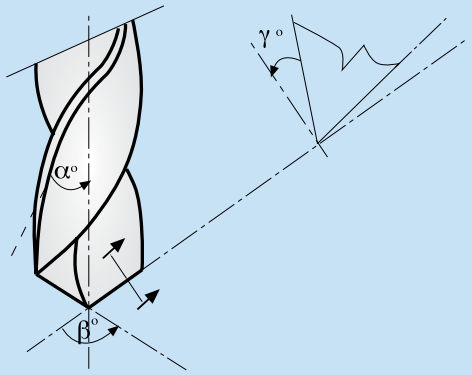
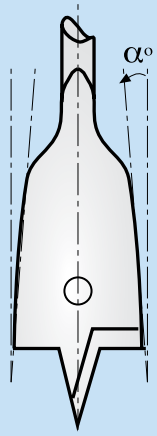


Figura 14b: Hoja de broca con filo de cincel plano



Los orificios mayores se pueden perforar con cuchillas de perforación planas de borde cincel con una punta de corte triangular (Fig. 14b) similares a las que se usan en trabajos de carpintería, que deben ser mantenidas afiladas. El ángulo de ataque debe ser de aproximadamente 5° para evitar la fricción lateral. Se utilizan principalmente para perforaciones de 1/2" a 13/16" (12 a 20 mm).

Las sierras de taladro disponibles en el mercado o las cortadoras circulares de varios tipos se pueden utilizar para realizar grandes aberturas redondas.

Velocidad: Disminuya la velocidad del taladro a medida que el diámetro del orificio y/o el grosor de la lamina aumentan

Velocidad de alimentación: Puede variar debido a las condiciones específicas.

Cambio de velocidad de avance y velocidad de perforación de acuerdo con el diámetro del orificio

Diámetro del orificio		Velocidad de perforación	Velocidad de avance	
Pulgada	mm	rpm	pulgada/rev	mm/rev
1/8	3	1500 - 1800	0,012 - 0,028	0,03 - 0,07
1/4	6	800 - 1500	0,012 - 0,028	0,03 - 0,07
13/32	10	500 - 1000	0,004 - 0,028	0,01 - 0,07
19/32	15	350 - 700	0,028	0,07
25/32	20	250 - 350	0,028	0,07

Configuraciones recomendadas de brocas

Propiedad	Signo	Unidades	Valor
Ángulo de tolerancia			10 – 20°
Ángulo de ataque	γ°		0 – 10°
Ángulo de la punta de perforación	β°		110 – 150°
Ángulo de hélice	α°		30°
Velocidad de corte		m/min. (pies/min.)	15 - 30 (49 - 98)

Notas: Para laminas de calibre pequeño (0,04" - 0,08" o 1 - 2 mm). Recomendamos el uso de brocas de punta más plana (β = 140 - 150°) para lograr un orificio más limpio con menos riesgo de astillado.

Consejos y recomendaciones de perforación

- **Ubicación:** Ubique los orificios que no estén a una distancia menor de los bordes de 2 a e 2,5 veces el diámetro del orificio pertinente, con un mínimo de 0,4" (10 mm).
- **Precisión:** Es imperativo mantener la lamina (o la pila de laminas) firmemente sujeta a una mesa de trabajo estable (o una base similar) para evitar el aleteo durante la perforación.
- **Enfriamiento:** Generalmente no se requiere enfriamiento con taladros regulares.Sin embargo, en casos de perforación profunda, como colocar orificios perpendiculares a través del borde de la lamina o al taladrar a través de una pila de laminas, es una buena práctica enfriar tanto la broca como la proximidad del orificio con un chorro de aire comprimido. También se recomienda, al taladrar orificios profundos, detenerse con frecuencia, retirar el taladro y despejar el orificio de virutas y residuos con aire comprimido.
- **Prevención de tensiones internas:** Producir un orificio limpio y suave, manteniendo la acumulación de calor al mínimo, mediante el procedimiento descrito anteriormente, evita la acumulación excesiva de calor, la fusión y la formación de engomado en el polvo y desechos de perforación y la posible rotura de la broca. También evita tensiones internas indebidas en las proximidades del agujero.
- Afilar y pulir el borde del orificio por medios mecánicos o químicos contribuye a mantener la lamina libre de tensión, evitando que se agriete.
- **Mantener el borde:** Las brocas helicoidales con punta de carburo son preferibles para trabajos de producción largos o continuos.

Acabado

Comentarios generales

Razones, medios y objetivos

El paso final en la fabricación es el acabado que mejora tanto las propiedades estéticas como los aspectos prácticos de la lamina PALSUN antes de montar el proyecto.

Esmerilar y pulir

Se realiza principalmente como parte de la preparación del borde.

Objetivo práctico: Los bordes ásperos, desiguales y no terminados pueden ser puntos de inicio de grietas y/o rajaduras después que se instala la lamina PALSUN y se expone día a día a las cargas de viento o nieve, radiación UV, expansión y contracción térmica, además de los impactos causados por los usuarios.

Objetivo estético: Los bordes lisos y bien acabados son indispensables para una apariencia de calidad del producto terminado, a menudo instalado con bordes expuestos.

Decorar: Tipo de acabado destinado principalmente al aspecto estético o para fines de visualización. Se realiza mediante la pintura, impresión, películas o estampado en caliente.

Esmerilar/lijar

General

Es una etapa primaria en el acabado de bordes, ásperos o irregulares y marcas de herramientas de corte creadas por una sierra, una máquina de corte o una fresadora que se pueden eliminar mediante el esmerilado.

Recomendaciones de esmerilado/lijado

Una lijadora de banda, equipada con una cinta de grano 400-500, que funciona a 65 - 100 pies/seg. (20 - 30 m/s), es la opción preferida, aplicando una presión de contacto baja durante la operación. El lijado húmedo y las bandas impermeables son preferibles, ya que evitan la acumulación de calor, la acumulación de polvo de lijado y prolongan la vida útil de la banda de lijado.

También se puede usar una lijadora de vaivén u orbital, aunque solo se puede aplicar mediante el método de lijado en seco. El lijado manual también se puede usar, húmedo o seco, trabajando con papel abrasivo de granos sucesivos (comenzando con 100, luego carburo de silicio de grano 280 y finalmente papel de lija de grano 400-600).

Limpieza

Instrucciones generales de limpieza para la familia de productos PALSUN

Los productos de policarbonato de Palram se pueden limpiar fácilmente con una esponja o paño suave 100% de algodón, agua tibia y un detergente suave de cocina. Todas las superficies deben enjuagarse con agua fría y secarse con un paño de algodón suave para reducir las manchas de agua. En algunos casos, este procedimiento puede ser inadecuado y requerir el uso de agentes de limpieza adicionales. Los agentes enumerados a continuación han sido aprobados para su uso a temperatura ambiente.

Limpiadores químicos:

- Alcohol metílico
- Alcohol etílico
- Alcohol butílico
- Alcohol isopropílico
- Heptano
- Hexano
- Éter de petróleo (BP 65 °)
- VM&P Nafta

Limpiadores biodegradables:

- Brillianize - Limpiador de plásticos
- Klear to Sea

Pautas generales de limpieza del policarbonato

- Nunca use limpiadores abrasivos o altamente alcalinos en las laminas PALSUN.
- No use limpiadores en las laminas de PALSUN durante un período prolongado de tiempo. Enjuague inmediatamente con agua limpia y fría.
- No aplique limpiadores con el material expuesto a la luz solar directa.
- Nunca use objetos afilados, limpiaparabrisas (rasquetas) o cuchillas de afeitar en hojas de PALSUN.
- No limpiar con gasolina.
- Siempre practique la seguridad primero y nunca pise directamente sobre las laminas de PALSUN.
- Siempre pruebe los limpiadores en un área pequeña y poco visible antes de limpiar todo el panel para evitar resultados adversos.
- Cuando utilice una lavadora a presión, no permita que la boquilla de pulverización se acerque demasiado al panel, ya que podría tener suficiente presión como para penetrar o rasgar el material.
- Evite la limpieza en seco, ya que las partículas de arena y polvo que se adhieren al exterior de los paneles pueden rayar la superficie.

Para obtener información adicional e información específica sobre Palgard, Palgard TG y Palshield, consulte el Formulario 2203 de la Guía de cuidados y mantenimiento de policarbonato de Palram.

Moldeado en frío

Curvado en frío

1. Las laminas PALSUN pueden doblarse o curvarse en frío, dentro de su radio de curvatura mínimo permitido, sin dañar su desempeño mecánico. El radio de curvatura mínimo permitido para una lamina PALSUN es un factor de su espesor y se debe calcular de la siguiente manera: 200 x el espesor de lamina (por ejemplo, para una lamina PALSUN de 5 mm, 5 x 200 = 1000 mm de radio mínimo de curvatura en frío). Además, en base a nuestra experiencia y observaciones, las tensiones internas inducidas por la curvatura da fuerza y rigidez adicionales en ambas direcciones.

2. La rigidez y los intervalos de apoyo aumentan progresivamente a medida que se reduce el radio de la curva (hasta el radio mínimo permitido). Una curva poco profunda debe considerarse virtualmente igual que una lamina plana, mientras que una curva profunda puede aumentar significativamente la capacidad de puente.

Plegado

Notas generales

1. Las laminas PALSUN se pueden doblar en frío en línea recta (línea de doblez). Las herramientas metalúrgica estándar, como por ejemplo una prensa de plegado, se pueden usar para doblarlas. El proceso de flexión da como resultado una deformación plástica permanente. El grado y la calidad de este cambio dependen del grosor de la lamina de PALSUN, del ángulo de flexión final requerido y de las herramientas utilizadas.

2. Cuando se realiza el plegado de las laminas PALSUN, las tensiones elásticas internas inducidas a lo largo de la línea de curvatura, reducen las propiedades mecánicas, la resistencia a los rayos UV y la resistencia química de la lamina. Palram recomienda usar este proceso para aplicaciones menos exigentes y proteger las áreas dobladas en frío de la lamina del contacto con productos químicos agresivos o fuerzas excesivas.

3. El recocido puede reducir el nivel de estrés residual inducido por el proceso de doblado en frío, mejorando las propiedades mecánicas de la lámina

4. Los ángulos máximos que se pueden obtener mediante este proceso dependen del espesor de la lamina de PALSUN y de la extensión de la tensión elástica interna. Palram recomienda un período de espera de 24 - 48 horas para que la lamina se relaje después de ser doblada. Para lograr el ángulo deseado, la lamina debe doblarse entre 20 y 40 grados en exceso de ese ángulo, dependiendo del ángulo y el espesor de la lamina. Durante el período de relajación de la tensión inmediatamente después del doblado, la lamina se expandirá y recuperará la forma requerida.

5. Determinados tipos de laminas no son adecuados para el moldeado en frío o térmico, como la lamina resistente a la abrasión PALGARD. Este tipo se suministra con un acabado resistente a prueba de rajaduras, que no se puede doblar y debe instalarse "tal cual".

Recomendaciones prácticas e instrucciones de trabajo

1. Preparación de las laminas y herramientas de PALSUN para el doblado:

a. Corte la lamina a su tamaño requerido antes de doblar. Palram recomienda dejar la película protectora en ambos lados durante las operaciones de corte, preparación de los bordes y el doblado en frío.

b. Lije y pula los bordes de la lamina hasta obtener un acabado muy suave. Los bordes ásperos o las fisuras más pequeñas pueden iniciar grietas y fracturas cerca de las líneas de flexión, debido a las tensiones internas inducidas por el proceso de doblado.

c. Palram recomienda realizar pruebas de flexión preliminares en muestras pequeñas del mismo grosor (o variados) de la lamina deseada, y probar valores diferentes de flexión en exceso. Después de llegar a un resultado satisfactorio se puede comenzar la producción.

d. Después de llegar a un resultado satisfactorio se puede comenzar la producción. Las cuchillas y yunques de metal estándar no son necesariamente adecuados para doblar laminas de material plástico. Para plásticos, recomendamos utilizar una cuchilla de doblado especial con un borde recto y redondeado. El radio del borde debe ser de aproximadamente 0,16" a 0,24" (4 - 6 mm). Cuanto más gruesa sea la lamina, mayor será el radio del borde. Los "bancos" externos del canal del yunque (esquinas) deben ser redondeados. Tanto la lamina como el yunque deben ser lisos y pulidos, sin proyecciones, irregularidades o bordes ásperos. Tenga en cuenta que un canal de yunque para doblar plásticos es diferente al adecuado para el trabajo con metales. Tiene un "fondo" más ancho, plano y mucho más inclinado.

2. Fabricación de doblado en frío:

a. Doblar una lamina con un lado con protección UV (el lado de la película protectora impresa) en el exterior de la curva, presenta mejores resultados. Por lo tanto, a menos que se solicite lo contrario, coloque la lamina a doblar con la cara impresa hacia abajo. Para obtener resultados óptimos, realice el plegado con 20-40 grados adicionales como se explicó anteriormente, luego deje que la lámina se relaje durante 24 - 48 horas.

a. El policarbonato curvado en frío es más sensible al abuso mecánico o químico en las proximidades de la curva. Por lo tanto, Palram recomienda un diseño que ofrezca una mejor protección para las áreas dobladas contra cualquier influencia perjudicial.

b. Evite poner presión adicional en las piezas dobladas, como forzar un ángulo de flexión hacia adentro o hacia afuera para que quepa en un marco existente.

Termoformado

Pre-secado

Reglas generales

- Casi todos los tipos de laminas PALSUN son adecuados para diversos procedimientos de termoformado (TF). Sin embargo, debido al contenido de humedad nativo absorbido después de la fabricación, las laminas exigen un proceso de pre-secado completo antes de realizar las técnicas de termoformado. Durante este proceso, la temperatura de la lamina se debe elevar a más de 320° F (160° C). Evitar este tratamiento preliminar puede provocar ampollas de humedad, dañar el aspecto del producto terminado y/o reducir sus propiedades.
- Los espesores mayores requieren períodos más largos en el horno de secado.

Tiempo típico de pre-secado en el horno para diversos espesores*

Lamina Espesor		Tiempo de secado a 260° F (125° C)
mm	Pulgada	Horas
1	0,04	1,5
2	0,08	4
3	0,12	7
4	0,15	12
5	0,2	18
6	0,24	26
8	0,32	45

Notas: El tiempo para laminas más gruesas se puede calcular interpolando los valores.

Un ejemplo acabado de termoformado PALSUN.

- Las laminas se colocan en un horno, con la película protectora removida de ambos lados y dispuestas con una separación de 3/4" - 1" (20-30 mm), para permitir la libre circulación de aire. Se pueden apilar horizontal o verticalmente, solo para que no se distorsionen ni retuerzan.
- El proceso de pre-secado se debe realizar lo más cerca posible en el tiempo del moldeado final. Las laminas completamente secas que se sacan del horno y se enfrían a temperatura ambiente se pueden trabajar dentro de un lapso de 1 a 10 horas (dependiendo de la humedad relativa y la temperatura en el taller).
- Las demoras prolongadas pueden requerir la repetición de la sesión de pre-secado. Palram sugiere, si es posible, dejar las laminas pre-secas en el horno apagado hasta el proceso de termoformado real. Este método ahorra energía y tiempo en el proceso de termoformado.
- Termostato ajustable

Pautas para el proceso de calentamiento

- Los productos termoformados de buena calidad solo se pueden lograr mediante un proceso de calentamiento cuidadoso y controlado. Todas las partes de la lamina tratada deben alcanzar una temperatura uniforme, alcanzada a una velocidad de calentamiento controlada y lenta, evitando cambios repentinos en la circulación y la temperatura del aire. Esos eventos pueden resultar en puntos calientes y posibles distorsiones. Los bordes de la lamina deben mantener la misma temperatura de formación que toda la lamina.
- Se recomienda pre-calentar el marco de sujeción entre 248˚F - 266˚F (120° C a 130° C).
- **Regulación de la temperatura:** La regulación continua de la temperatura de la lamina debe mantenerse dentro del propio dispositivo de termoformado. La lamina PALSUN (de cualquier tipo) tiende a enfriarse con bastante rapidez y puede necesitar un sistema de regulación para agregar o dispersar el exceso de calor en el lugar. La temperatura de la lamina en la zona de termoformado (o toda la lamina) debe mantenerse entre 356° F y 410° F (180° C y 210° C) durante el proceso de formación. Forzar el moldeado de la lamina a una temperatura más baja puede inducir tensiones internas perjudiciales, reduciendo la resistencia al impacto de la lamina y aumentando su sensibilidad química. Las tensiones internas son invisibles y solo pueden ser detectadas por luz polarizada. El recocido puede reducir las tensiones, aunque es un proceso complicado y podría ser ineficiente o imposible de realizar en la mayoría de los casos.
- **Película de polietileno (PE) en el proceso de termoformado:** Están disponibles películas especiales para las laminas destinadas al termoformado y deben especificarse en esos casos. Este tipo de películas se puede mantener en la lamina al realizar la mayoría de los métodos de termoformado y despegarse justo antes de realizar el procedimiento. Cuando use laminas con películas estándar, deben retirarse antes del tratamiento térmico, de lo contrario es probable que se fusionen con la cara de la lamina.

Doblado en línea caliente

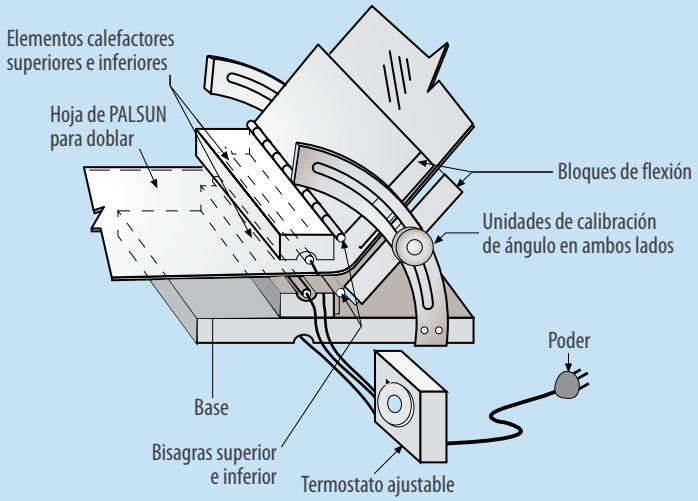
Reglas generales

1. **Descripción:** Se trata de una técnica de doblado simple, utilizada para moldear partes dobladas en un eje, en línea recta, locales (como esquinas, cajas y protecciones de máquina). Este tipo de flexión es generalmente preferible (si es posible) a la flexión en línea fría.
2. **El proceso:** Se utiliza un dispositivo de doblado con calentadores localizados en uno o los dos lados de la lamina a doblar. El método de calentamiento de dos lados "en sándwich" es preferible, ya que conserva la misma temperatura en ambos lados de la lamina. Un método de calentamiento de un lado requiere voltear la lamina varias veces durante el período de calentamiento, para mantener la temperatura óptima en ambos lados.

Pasos e indicaciones

- El método de calentamiento de una cara puede ser suficiente para láminas de hasta 0,12" (3 mm). Las laminas más gruesas o los casos más exigentes requieren el uso de calentamiento de las dos caras. Mantener el control de los límites de temperatura de la lamina de 31 - 332° F (155-167° C) es de suma importancia.
- Forzar la curva a temperaturas más bajas hará que la lamina sea más frágil en el lugar de la curva. Este sencillo proceso de doblado permite trabajar con hojas regulares, sin pre-secado previo. Experimentar con pequeñas muestras antes de la ejecución final es altamente recomendable.

Figura 15: Dispositivo de flexión de calor



- **Enmascaramiento de PE:** Cuando prepare el doblado de laminas revestidas regularmente, retire la película de ambos lados de la lamina a lo largo de la línea de curvatura, aproximadamente 4" (100 mm) en cada lado. Es posible procesar la lamina con película, hasta un espesor de 0,2" (5 mm). Para laminas de 6 mm de grosor o más, la película de PE debe retirarse a lo largo de la línea de doblado, como se describe anteriormente. Siempre pruebe en algunas muestras antes de proceder a la producción.
- **Calentadores:** Se utilizan elementos calentadores infrarrojos o de resistencia, preferiblemente con reflectores de calor. El ancho de la zona calentada depende del número de elementos utilizados, el espacio entre ellos depende de la salida térmica específica y la distancia de la lamina que se va a calentar.
- **Proceso de doblado:** Cuando la lamina ha alcanzado la temperatura requerida, los calentadores deben apagarse. La lamina, sujeta en abrazaderas giratorias, preferiblemente equipada con un calibrador, se dobla al ángulo requerido y se sujeta en esa posición hasta que se enfría y fija.
- **Nota:** Se recomienda realizar la curva unos pocos grados más apretada que el ángulo requerido, ya que el ángulo puede aumentar a medida que la lamina se enfría. El ángulo deseado se puede alcanzar después de algunas pruebas.
- **El enfriamiento** se debe hacer a temperatura ambiente, teniendo cuidado de evitar corrientes de aire repentinas. Ello podría causar distorsiones del producto final.
- El radio de curvatura mínimo de la línea caliente es tres veces el espesor de la lamina doblada. Se pueden lograr radios mayores ampliando la zona calentada.

Moldeado - Notas para considerar

La curvatura de la línea caliente local (o cualquier otro calentamiento localizado) induce tensiones internas en la pieza terminada, reduciendo la resistencia química del elemento en la zona de la línea de la curva. Por lo tanto, dicho tratamiento se recomienda para su uso en entornos menos exigentes.

Las características de expansión/contracción localizadas de calentamiento y enfriamiento son impredecibles en muchos casos. Los elementos cortos (hasta 3,0' o 1.00 m) generalmente permanecen planos. Los elementos más largos pueden distorsionarse hasta formar una forma cóncava (los bordes exteriores son más largos que el lado doblado por la línea debido a una contracción desigual).

Este fenómeno se puede corregir o reducir mediante plantillas o marcos simples, que mantienen la pieza en la posición correcta durante el período de enfriamiento. El recocido (consulte la página 38) también puede corregir este problema. Siempre se recomienda fabricar muestras de prueba experimentales para verificar la viabilidad de la operación de doblado.

Consejos de termoformado de laminas PALSUN®

- La uniformidad consistente de parte a parte se asegura mejor si las laminas sin trabajar preparadas para el proceso de termoformado se cortan a partir de la lamina básica siempre en la misma dirección.
- Los mejores resultados en termoformado se logran cuando las piezas se calientan a temperaturas justo por encima del HDT de 300° F (150° C).
- Las piezas de termoformado por debajo de la temperatura HDT inducen tensiones internas.
- Controle el área de enfriamiento de las piezas termoformadas contra corrientes de aire indebidas. Un enfriamiento desigual puede dar lugar a deformaciones y/o curvatura de las piezas. Asegúrese de tener un control preciso y sistemático sobre la temperatura del horno y el tiempo de calentamiento.
- PALGARD (resistente a la abrasión) y PALSUN FR (retardador/ignífugo) no se recomiendan para su uso en termoformación. La flexión y el estiramiento implicados durante el proceso dañarán las laminas en forma permanente.

Moldeado en caliente

Descripción

Se trata de una técnica simple, utilizando un único molde positivo (macho) o negativo (hembra), en el que se coloca una lamina PALSUN calentada. La lamina, ablandada por un proceso térmico apropiado, se hunde y se ajusta a la forma del molde por su propio peso, o por una ligera presión mecánica aplicada a mano. El moldeado en caliente se utiliza generalmente para lograr una conformación térmica simple, uniaxial y de gran curvatura.

El proceso

Existen dos técnicas principales, que se diferencian por la posición del molde durante la primera etapa.

1. **1er método:** La lamina (sin película), se coloca sobre el molde en su estado básico y plano. Tanto la lamina como el molde se deslizan en un horno de circulación de aire caliente y se calientan a aproximadamente a 150 - 155° C (300 - 312° F). Cuando la lamina (y el molde) alcanza la temperatura requerida, se hunde y cubre el molde calentado. Luego se retiran ambos del horno y se los ayuda rápidamente, con las manos enguantadas, para que se ajusten con mayor precisión al molde. Luego se deja enfriar.
2. **2do método:** La lamina se coloca en un horno de circulación de aire caliente (sin película) y se calienta a aproximadamente 300 - 312° F (150 - 155° C). Cuando la lamina alcanza la temperatura requerida, se saca rápidamente del horno y se coloca sobre el molde. Allí la lamina se hunde, ayudada rápidamente por las manos enguantadas para tomar la forma precisa del molde. Para obtener mejores resultados, recomendamos pre-calentar el molde a aproximadamente 175 - 210° F (80 - 100° C) antes de colocar la lámina calentada en la parte superior.

Moldeado en caliente asistido por vacío

Esta técnica puede ser asistida por vacío y luego es muy similar en detalle a la formación de vacío recto positivo (macho).

Figura 16: Moldeado en caliente asistido por vacío

Nivel 1

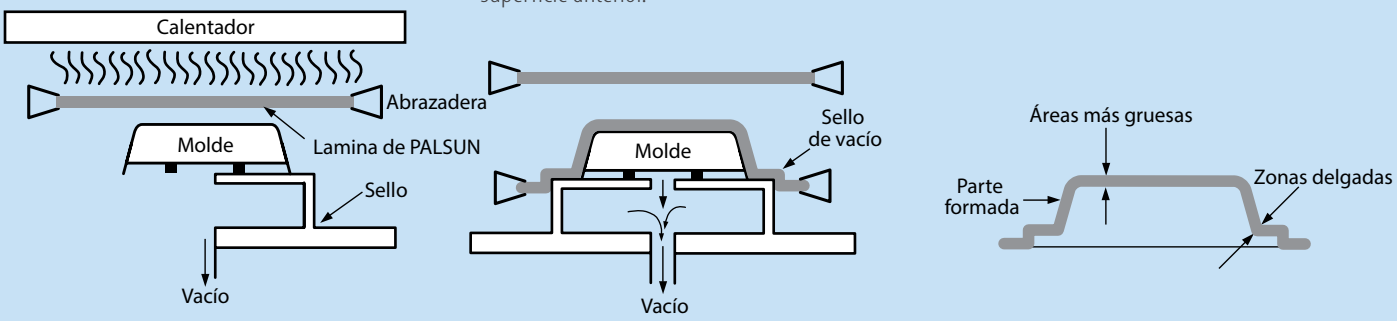
La lamina PALSUN sujeta y calentada se puede colocar sobre el molde, o se puede forzar el molde en la lamina.

Etapa 2

Una vez que la lamina ha formado un sello alrededor del molde, se aplica vacío para tirar de la lamina firmemente contra la superficie anterior.

Etapa 3

Distribución del espesor de la pared final en la pieza moldeada.



Notas para considerar

(Estas notas excluyen el moldeado en caliente asistido por vacío)

1. No hay necesidad de pre-secado en esta técnica, debido a la menor temperatura operativa que se requiere.
2. La menor temperatura de operación hace que la superficie exterior sea más dura, lo que ayuda a mantenerla sin marcas, con una mejor calidad óptica.
3. El énfasis en la operación rápida durante el toque de acabado final de la lamina calentada, se deriva de las propiedades de enfriamiento rápido y configuración de la lamina de PALSUN una vez que se saca del horno.

Moldes

1. **Moldes regulares:** Pueden ser de metal (acero, aluminio u otro) o madera, siempre que puedan soportar la temperatura dentro del horno sin distorsión visible. La superficie superior generalmente está cubierta por un fieltro resistente al calor, que no dañará la superficie exterior de la lamina de frente a la cara del molde.
2. **Moldes premium:** Los productos terminados que requieren una calidad óptica superior (como visores, escudos de policía, vidriado de seguridad de vehículos, etc.) necesitan moldes con una superficie superior muy suave, brillante y resistente al calor. Pueden ser de acero pulido, aluminio, cerámica esmaltada o vidrio.

Moldeado en caliente

Reglas generales

El moldeado al vacío es el proceso de termoformado más versátil y ampliamente utilizado. El equipo requerido es más simple y menos costoso de operar que la mayoría de las técnicas de termoformado mecánico o por presión. Los buenos resultados se logran con bastante facilidad con laminas pre-secas y buenos equipos de moldeo de vacío.

Reducción de espesor El procedimiento de moldeado al vacío generalmente estira partes de la lamina procesada a un espesor menor en áreas variadas (según el sistema elegido). Siempre tenga esto en cuenta al elegir el espesor de la lamina primaria.

Moldes:

Se pueden preparar prototipos o moldes de producción limitada de yeso alisado, madera dura, epoxi reforzado o resinas de poliéster (o una combinación de estas opciones).

Los moldes de acabado de alta calidad o de producción completa para obtener resultados de calidad o herramientas de operación de liberación rápida deben calentarse a temperaturas de trabajo de 248° F a 266° F (120° C a 130° C).

Esquinas del molde: Diseñe el molde con esquinas redondeadas, con radios al menos tan grandes como el espesor de la lamina procesada, para evitar el exceso de adelgazamiento o arrugas durante el moldeo.

Retirar del molde: Se puede lograr una buena liberación del molde diseñando el molde con un ángulo de tiro de al menos 4 a 6 grados en las paredes verticales. Permita una contracción de moldeo de hasta el 2%.

Evacuación del aire a través del molde: El moldeado al vacío trabaja según el principio de succión, creando vacío debajo de la lamina procesada. La succión se obtiene a través de pequeños orificios colocados en la cara del molde. Para evitar que se marque el molde, el diámetro de los orificios en el exterior no debe superar los 0,8 mm (0,031 pulg.). En el lado interior del molde, el orificio puede agrandarse para acelerar la evacuación del aire.

Moldes positivos (machos) o negativos (hembras): El moldeado al vacío se puede realizar en moldes positivos (machos) o negativos (hembras), utilizando diferentes equipos y técnicas, con diferentes resultados..

Moldeado en caliente positivo (macho): Una lamina calentada se baja sobre un molde sobresaliente y se estira hasta el fondo, luego el aire se evacua a través del molde y se crea un vacío, que "succiona" la lamina estirada hasta que se adhiere a la cara del molde. (Similar al moldeado en caliente asistido por vacío).

Moldeado en caliente negativo (hembra): Se coloca una lamina calentada sobre la cavidad del molde negativo, luego se aspira aire a través del molde. El vacío "chupa" la lamina hasta que se adhiere a la cara interna del molde.

Molde positivo (macho): Su uso da como resultado un fondo más grueso y paredes más delgadas. El acabado interno del producto final es mejor. Este tipo de molde es adecuado para obtener un diseño más profundo (relación de profundidad a diámetro de hasta 4: 1). Por lo general, tiene una única protuberancia, en una forma simple o más elaborada. Esta es una técnica relativamente compleja y lenta y, como resultado, requiere un ciclo de producción más largo.

Molde negativo (hembra): Su uso da como resultado un fondo más delgado y paredes y bordes más gruesos. El acabado exterior del producto final es mejor. Se puede usar en una sola cavidad (simple o elaborada), especialmente adecuada para moldes de cavidades múltiples y espacios pequeños. Su uso da como resultado un adelgazamiento de los bordes durante el diseño profundo, por lo que es más adecuado para diseños simples, poco profundos y de liberación rápida, con un ciclo de producción relativamente rápido.

Máquinas automáticas de moldeado caliente en vacío: Son preferibles en el uso, sosteniendo la lamina por todos los lados durante el proceso. Es especialmente importante cuando se trabaja con laminas de 0,04" o 0,08" (1 o 2 mm) de espesor. Las laminas delgadas tienden a contraerse hasta un 5% durante el procesamiento térmico y el período de enfriamiento, y deben mantenerse firmemente en un marco de tamaño fijo. Cuando se inserta una lamina en la máquina de moldeado al vacío, verifique que el lado protegido contra la radiación UV esté correctamente orientado para adaptarse al producto terminado. El moldeado al vacío usualmente requiere el secado previo de las laminas. También se puede realizar sin pre-secado, en moldes poco profundos y con un tratamiento cuidadoso. En ese caso, la temperatura de la lamina no debe exceder los 320° F (160° C). El calentamiento desigual, que da lugar a puntos calientes localizados, con más de 320-330° F (160-165° C), puede hacer que aparezcan burbujas en la zona sobre calentada.

Diversas técnicas de moldeado en vacío

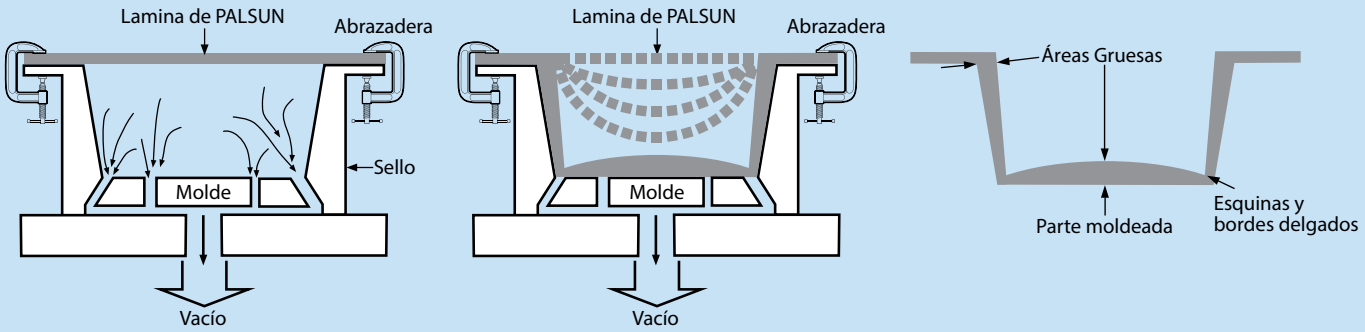
1. **Moldeado de vacío recto:** En el moldeado al vacío recto, la lamina PALSUN se sujeta en un marco y se calienta hasta que alcanza un estado elástico. Luego se coloca sobre la cavidad del molde negativo y el aire se succiona por vacío. La presión atmosférica fuerza a la lamina caliente contra los contornos del molde. Cuando la lamina PALSUN se haya enfriado lo suficiente, la parte formada se puede retirar del molde. El adelgazamiento de los bordes superiores de la pieza generalmente ocurre con moldes negativos (hembra) relativamente profundos. La lamina caliente que se diseña primero en el centro del molde causa adelgazamiento. El área de la lamina en los bordes del molde se estira más, por lo que se convierte en la sección más delgada del elemento moldeado. El moldeado al vacío recto se usa normalmente para diseños simples y poco profundos. Ver las figuras a continuación.

Figura 17: Moldeado de vacío recto:

Nivel 1
Una lamina calentada y sujeta se empuja hacia abajo en el molde por presión de aire después de aplicar vacío en el molde.

Etapa 2
La lamina plástica se enfría al entrar en contacto con el molde.

Etapa 3
Las áreas de la lamina que tocan el molde en último lugar son las más delgadas..



Otras técnicas de termoformado: Otras técnicas de termoformado más especializadas utilizan el vacío junto con asistencia de energía y otras dependen de diferentes principios mecánicos. Estas técnicas fueron desarrolladas para aplicaciones típicas o para lograr ciertos resultados:

2. **Termoformación de molde emparejado:** Una lamina calentada se coloca entre dos moldes calentados macho/hembra, que luego se presionan entre sí. Las bolsas de aire atrapadas se extraen mediante vacío a través de los orificios de los moldes. El sistema permite un muy buen detalle de las superficies, pero es relativamente costoso debido a la necesidad de herramientas precisas y menor tolerancia al error.

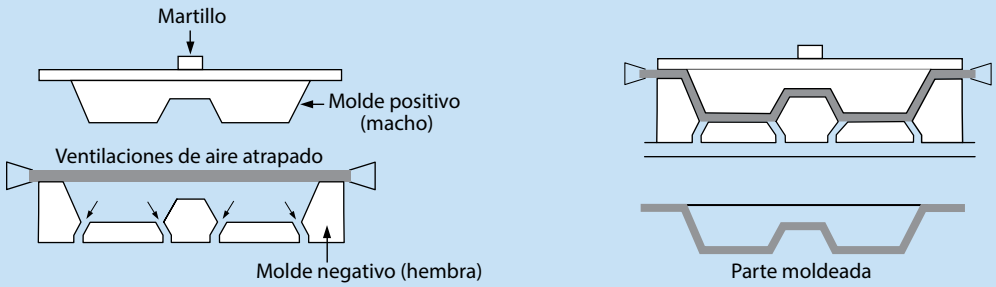
Figura 18: Termoformación de molde emparejado:

Nivel 1

La lamina PALSUN calentada puede sujetarse sobre la matriz hembra, como se muestra o colocarse sobre la forma del molde.

Etapa 2

Los respiraderos permiten que el aire atrapado escape cuando el molde se cierra y se moldea la parte.



3. **Moldeado de presión de contacto-caliente de la lamina atrapada:** El proceso se basa en principios similares a los del moldeado de vacío, excepto que tanto la presión de aire como la asistencia de vacío se utilizan para forzar la lamina PALSUN en un molde hembra. Se utiliza una temperatura de trabajo más baja y tiene un ciclo de producción más rápido. Otros beneficios son un mejor control dimensional y un acabado más fino. Las figuras a continuación describen los pasos en el proceso.

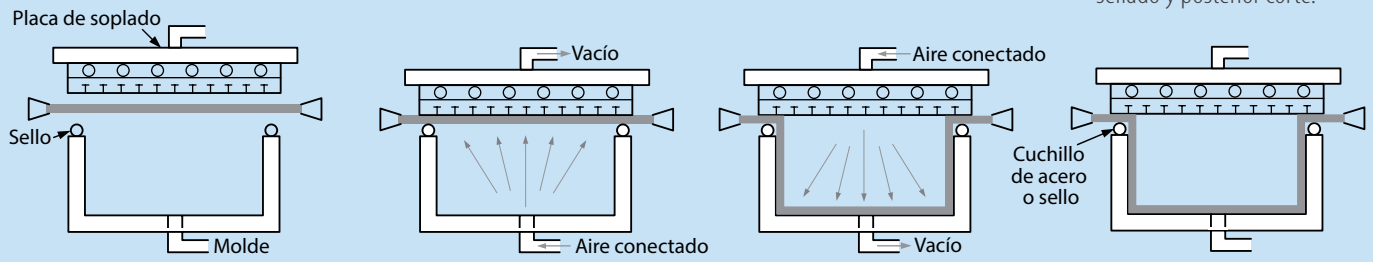
Figura19: Moldeado de presión de contacto-caliente de la lamina atrapada

Nivel 1
Una placa plana y porosa permite que el aire salga a través de la cara.

Etapa 2
La presión del aire desde abajo y vacío por encima fuerzan la lamina firmemente contra la placa calentada

Etapa 3
Se sopla aire a través de la placa para forzar la lamina PALSUN en la cavidad del molde.

Etapa 4
Después del moldeado, se puede ejercer una presión adicional. Si se ejerce una presión adicional en esta etapa, se puede utilizar una cuchilla de acero para el sellado y posterior corte.



4. **Moldeado asistido por tapón:** Disponible en variados sistemas de presión/vacío para diseños más profundos y un mejor control sobre el espesor de la pared.

5. **Moldeado de vacío asistido por tapón de presión-burbuja:** La técnica de moldeado al vacío asistido por tapón de presión-burbuja se utiliza cuando una lamina se va a moldear en ítems profundos que deben tener una buena uniformidad de espesor. La lamina en el marco se calienta, luego se usa una presión de aire controlada para crear una burbuja. (Ver las figuras a continuación.) Cuando la burbuja se estira a una altura predeterminada, con la ayuda de un tapón macho (normalmente calentado) se baja para forzar la lamina estirada en la cavidad. La velocidad y la forma del tapón pueden variar para mejorar la distribución del material.

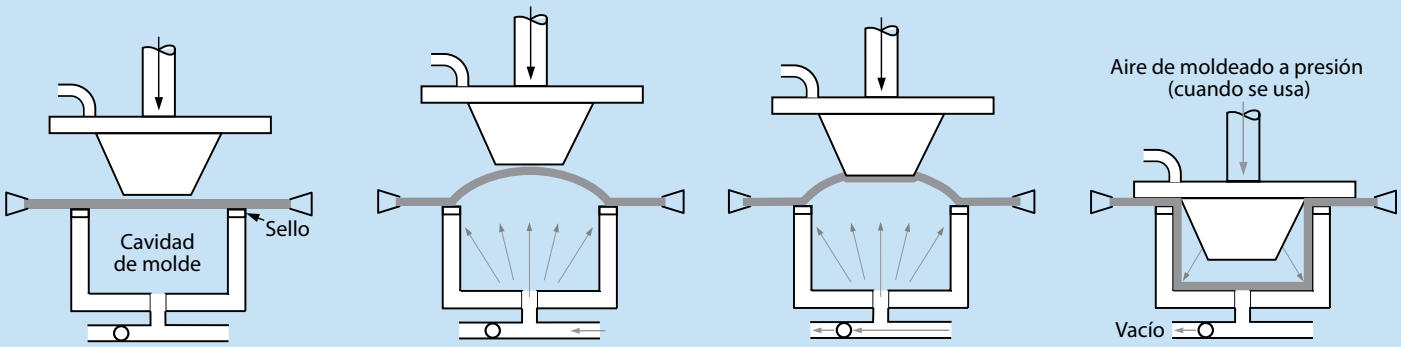
Figura 20: Moldeado de vacío asistido por tapón de presión-burbuja:

Nivel 1
La lamina PALSUN se calienta y sella a través de la cavidad del molde.

Etapa 2
Se introduce aire, soplando hacia arriba en una burbuja uniformemente estirada.

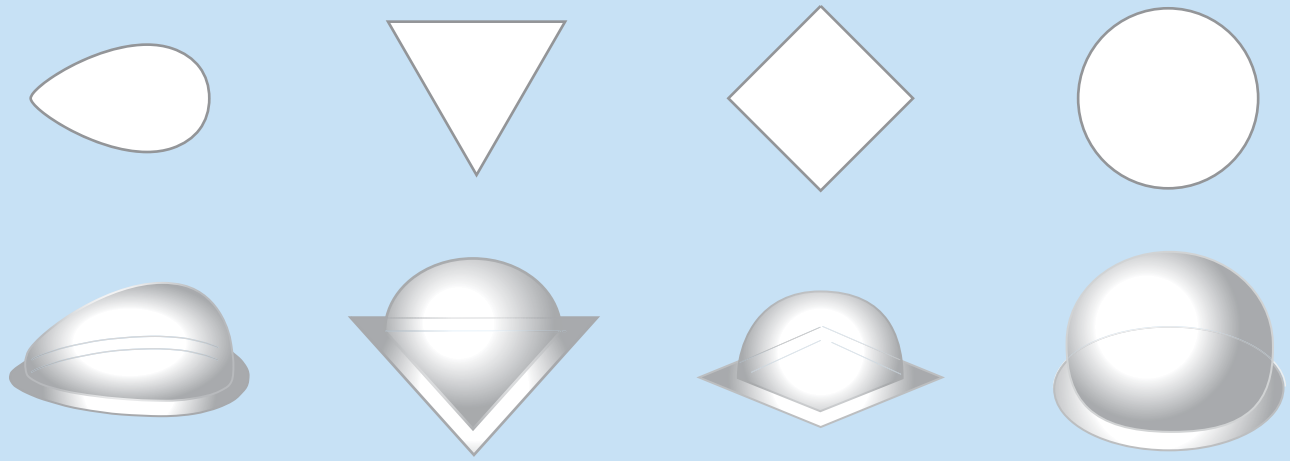
Etapa 3
Un tapón con forma aproximada al contorno de la cavidad presiona hacia abajo dentro de la burbuja, forzando dentro del molde.

Etapa 4
Cuando el tapón alcanza su punto más bajo, se extrae el vacío para tirar del material plástico contra las paredes del molde. Se puede introducir aire desde arriba para ayudar al moldeado.



6. Alta presión de aire sopla una lamina calentada a través de una abertura con forma (matriz), dando como resultado la formación una forma lisa libre de burbujas, sin tocar la cara del molde. Tanto las superficies interiores como las exteriores permanecen lisas y sin manchas.

Figura 21: Moldeado libre



Ejemplos de moldeado libre que se pueden obtener con aberturas.

7. **Moldeado mecánico:** Este método no utiliza moldes, solo medios mecánicos como doblar, estirar o sujetar para moldear piezas de diseño relativamente simple.

Consejos para solucionar problemas de termoformado

Consulte la tabla de fallas y soluciones de termoformado (página siguiente) al final de este manual.

Moldeado - recocido

La fabricación en frío, o varios sistemas de termoformado de las laminas PALSUN, pueden inducir tensiones internas perjudiciales, que eventualmente pueden causar fallas, y deben eliminarse mediante el recocido. El recocido se logra calentando los objetos fabricados uniformemente en un horno con circulación de aire de hasta 248° F a 266° F (120 a 130 ° C) y dejándolos adentro durante aproximadamente una hora por cada 3 mm de espesor. (Por ejemplo: 6 mm de espesor de la parte moldeada - 2 horas de "cocción".) Después del período de "cocción", las partes deben dejarse enfriar lentamente a la temperatura ambiente. Es preferible dejar enfriarla dentro del horno cerrado.

Fallas y remedios en la práctica de termoformado

#	Falla reconocida	Causa probable	Tratamiento propuesto	Doblado en línea caliente	Moldeado en caliente	Moldeado de vacío	Soplado libre
1	Burbujas en lamina	Contenido de humedad demasiado alto	Pre-secado	+	+	+	+
2		Temp. de trabajo. demasiado alta	Disminuir la temp. de trabajo.	+		+	+
3	Fisuras capilares, piezas frágiles.	Parte sobrecalentada	Disminuir el período de calentamiento			+	+
4		Molde subcalentado	Aumentar la temperatura del molde.			+	
5		Extracción tardía de parte	Disminuir el ciclo de enfriamiento			+	
6		Velocidad de vacío demasiado alta	Reducir la tasa de vacío			+	
7		Esquinas del molde demasiado afiladas	Redondear esquinas afiladas			+	
8		Lamina base demasiado pequeña	Aumentar el tamaño de la lamina			+	
9	Arrugas	Calentamiento errático	Prevenir puntos calientes o fríos			+	
10		Molde de plomo inadecuado	Comprobar el espaciamiento-min. profundidad x 2			+	
11		Velocidad de vacío demasiado alta	Reducir la tasa de vacío			+	
12		Lamina base demasiado grande	Espaciado de abrazadera/molde <50 mm			+	
13	Detalles borrosos o parciales	Vacío demasiado débil	Sellar las fugas/agregar orificios de vacío			+	
14		Lamina rígida, subcalentada	Extender el período de calentamiento o la temp.			+	
15	El producto se pega al molde	Molde sobrecalentado	Disminuir la temperatura del molde			+	
16		Liberación del producto retrasada	Acortar el período de liberación			+	
17		Ángulo de inclinación demasiado empinado	Aumentar el ángulo hasta 4-6°			+	
18	Zonas marcadas en el producto	Acabado irregular del molde	Tratar el molde para lograr un acabado consistente			+	
19		Orificios de succión mal colocados	Instalar nuevos orificios mejor ubicados			+	
20		Lamina sobrecalentada	Disminuir el período de calentamiento/temp.	+	+		
21	Fallas exteriores/rugosidad	Suciedad en la lamina/molde	Limpiar/Aspirar el molde/lamina		+	+	
22		Succión de orificios mal colocados	Instalar orificios nuevos, mejor colocados			+	
23	Forma inconsistente de la pieza.	Molde/refuerzo sub-calentado	Extender el pre calentamiento del molde/refuerzo			+	
24		Calentamiento/enfriamiento irregular	Prevenir corrientes de aire, reparar calentadores defectuosos	+	+	+	+
25		Liberación demorada del producto	Acortar el período de liberación			+	

Impresión

PALSUN es un material adecuado para todos los métodos de impresión aplicables a laminas rígidas. Ha sido probado y aprobado por los principales fabricantes de impresoras digitales, logrando excelentes resultados en todos los parámetros. Las laminas PALSUN transparentes poseen la alta claridad de otras laminas termo plásticas, aunque ofrecen mejores propiedades de adhesión y facilidad de impresión sin necesidad de ningún tratamiento adicional de la superficie.

Impresión digital directa

Las impresoras de formato ancho (rollo a rollo) y de cama plana utilizan varias tecnologías de curado de tinta y tintas para permitir una impresión de alta calidad a velocidades relativamente altas. La impresión digital de alta calidad depende de varios factores:

- Capacidades de la impresora
- Tecnología y calidad de la tinta
- Tipo de sustrato de impresión y calidad
- Nivel de experiencia del operador de la máquina

PALSUN es un material adecuado para usar con tintas digitales a base de solventes y curado UV y para secado por infrarrojo cuando se usan tintas a base de agua. PALSUN conservará su claridad o tinte, incluso después de un curado intenso con UV.

Enmascaramiento mediante película protectora

La película protectora de polietileno ayuda a prevenir la abrasión de la superficie y las manchas. Sin embargo, retirar la película protectora puede causar un aumento de la carga eléctrica estática que puede afectar la cobertura de la tinta. Por lo tanto, después de despegar la película de la lamina, la electricidad estática que se acumuló en la misma debe descargarse con una pistola ionizada o un dispositivo adecuado suministrado por el fabricante de la impresora.

Limpieza de las laminas PALSUN® y preparación para la impresión

La superficie debe estar limpia antes de imprimir. Inspeccione cuidadosamente cada lamina para asegurarse de que no haya: polvo, huellas dactilares, residuos u otras sustancias extrañas que puedan afectar la cobertura o adhesión de la tinta. Si es necesario, las laminas PALSUN deben limpiarse con un paño húmedo o con alcohol isopropílico.

Adherencia de la tinta

PALSUN es un material adecuado para todos los tipos de tintas: acuosas, a base de solventes y curables por UV. Esta capacidad es reafirmada por los principales fabricantes de impresoras, como HP, AGFA, Canon, EFI, Mutoh y otras. Para obtener información y recomendaciones de compatibilidad, consulte el manual de la impresora o póngase en contacto con el fabricante de la misma.

Secado de la tinta

Existen dos tecnologías principales utilizadas para el secado de la tinta en la impresión digital:

IR (infrarrojo) – las temperaturas de servicio a corto y largo plazo de PALSUN son 248˚F (120°C) y 212˚F (100°C) respectivamente, lo que hace que sea un material muy adecuado para impresoras con túneles de secado por infrarrojos.

UV (ultravioleta): PALSUN es inmune a la exposición a rayos UV a largo plazo y es material adecuado para el curado UV.

Ajuste del cabezal de impresión

La distancia entre el cabezal de impresión y el sustrato puede afectar significativamente la calidad de la misma. Las especificaciones del fabricante, combinadas con la experiencia del operador, deben determinar la distancia del cabezal de impresión del sustrato. La distancia de inicio sugerida no debe ser más de 2 mm desde el cabezal de impresión hasta el sustrato.

Resistencia química

Las laminas PALSUN son compatibles con muchos materiales y productos químicos, muestran una resistencia limitada a otros y son incompatibles con un tercer grupo, con el que el contacto puede ser muy dañino. El mecanismo de ataque químico sobre laminas de policarbonato difiere significativamente del mecanismo de corrosión de los metales. La corrosión de los metales provoca una pérdida gradual del material de la superficie como resultado de la acción electrolítica de los productos químicos relevantes. En los casos en que se produce un ataque químico en las laminas de policarbonato, se puede observar todo o una parte de un rango de efectos. El cloruro de etileno, el cloroformo, el tetracloroetano, el m-cresol, el pirideno y otros productos químicos pueden causar la disolución parcial del policarbonato. Los agentes de hinchado del material incluyen benzeno, clorobenceno, tetralina, acetona, acetato de etilo, acetonitrilo y carbontetracloruro. Los efectos adicionales incluyen cambio de color y/o blanqueamiento. Es posible que estos efectos no siempre provoquen fallas en el producto, especialmente en laminas no cargadas. Sin embargo, el nivel de propiedades mecánicas medidas se reducirá. El efecto más crítico del ataque químico es el agrietamiento por tensión o arrugado, que puede variar en tamaño, desde visible a simple vista hasta solo observable bajo un microscopio. Las grietas por tensión siempre darán como resultado una falla de la lamina a partir de las áreas de mayor tensión (tornillos, fijaciones, curvas, etc.).

Las láminas de policarbonato generalmente no se recomiendan para uso con acetona, cetonas, éteres e hidrocarburos aromáticos y clorados, además de las soluciones alcalinas acuosas o alcohólicas, el gas amoniaco y sus soluciones y aminas.

El policarbonato es resistente a los ácidos minerales, muchos ácidos orgánicos, agentes oxidantes y reductores, soluciones de sales ácidas y neutrales, muchas grasas, ceras y aceites, hidrocarburos y alcoholes saturados, alifáticos y cicloalifáticos, con la excepción del alcohol metílico. La resistencia del policarbonato al agua puede describirse como buena hasta aproximadamente 60° C (140° F). A temperaturas más altas, se produce una degradación, cuya extensión depende del tiempo y la temperatura. Por lo tanto, el policarbonato no debe exponerse por largos períodos de tiempo al agua caliente. Sin embargo, el contacto breve con agua caliente no produce efectos. Por ejemplo, la vajilla de policarbonato se puede lavar más de 1000 veces en una lavadora de platos sin que se observen efectos adversos.

La tabla que aparece en las siguientes páginas enumera la resistencia de la lamina de policarbonato a una serie de productos químicos comunes y otros medios corrosivos a temperatura ambiente. (La información sobre la resistencia química a temperaturas más altas se suministrará a petición). Cuando la resistencia química varía con la concentración, se presentan los resultados de las pruebas a diferentes concentraciones. La información sobre la resistencia química se basa en nuestra investigación y experiencia. Para productos químicos y medios corrosivos no indicados en la lista, comuníquese con su representante de PALRAM. Será puesto en contacto con el Departamento de I+D y Tecnología de PALRAM.

Para obtener información detallada sobre la resistencia química de PALSUN/policarbonato, visite:
https://palram.mk401.signature-it.com/datafiles/Chemical_Resistance-Polycarbonate.pdf

Adhesivos y selladores

Los adhesivos y selladores son una clase especial de sustancias que a menudo se requieren durante la instalación o la fabricación de PALSUN.

Palram no fabrica un sellador para usar con PALSUN.

Al elegir un sellador, es importante, antes de usarlo, contactar al fabricante para verificar su compatibilidad con el policarbonato.

Las tiras de sellado y las juntas de caucho EPDM son la opción preferida (aunque se permite el uso de neopreno) debido a una mayor vida útil y durabilidad. Las juntas de PVC blando y/o las bandas de sellado están absolutamente prohibidas para el uso, ya que son perjudiciales y pueden causar fallas de la lamina

Consulte la sección Fresado y montaje en la página 27 para obtener detalles específicos adicionales.

PALRAM AMERICAS
9735 Commerce Circle
Kutztown, PA, 19530 EE. UU.
Tel: 800.999.9459
contactus.usa@palram.com

Build On.

Distribuidor autorizado

F815 08.14.2019 PBW

Dado que PALRAM Industries no tiene control sobre el uso que otros pueden dar al material, no garantiza que se obtengan los mismos resultados que los descritos en este documento. Cada usuario del material debe hacer sus propias pruebas para determinar la idoneidad del material para su propio uso particular. Las declaraciones sobre los usos posibles o sugeridos de los materiales aquí descritos no deben interpretarse como una licencia de acuerdo a ninguna patente de PALRAM Industries que cubra dicho uso o como recomendaciones para el uso de tales materiales en la infracción de cualquier patente. PALRAM Industries o sus distribuidores no se hacen responsables de ninguna pérdida en la que se pueda incurrir. De acuerdo con la política de nuestra empresa de desarrollo continuo de productos, le aconsejamos que consulte al proveedor local de PALRAM Industries para asegurarse de haber obtenido la información más actualizada.

©2012-19 PALRAM Industries Ltd. | PALSUN es una marca registrada de Palram Industries Ltd.

ICC EVALUATION ESR-1893

CCMC APPROVED

MADE IN THE USA