

MR



**USO  
GENERAL**

Manual Técnico  
**LÁMINA ACRÍLICA CELL CAST  
USO GENERAL**



Manejo y almacenaje	4
- Protección	
- Almacenaje	
- Limpieza	
Recomendaciones generales	6
- Reducción del calentamiento por fricción	
- Enfriamiento	
Corte	7
- Corte con sierra circular	
- Corte con sierra cinta	
- Corte con otros equipos	
- Láser	
- Corte con agua a presión	
Guía de problemas y soluciones	11
Maquinado	14
- Routeado	
- Barrenado	
- Roscado manual	
- Fresado	
- Torneado	
- Grabado	
- Canteado	
- Lijado	
- Pulido	
- Brillado	
Guía de problemas y soluciones	20
Termoformado	23
- Recomendaciones generales	
- Temperaturas y ciclos de formado	
- Equipos de calentamiento	
- Técnicas de termoformado	
- Equipo de termoformado	

Guía de problemas y soluciones	30
Técnicas de pegado	33
- Preparación de la superficie	
- Tipos de unión	
- Métodos de pegado	
- Capilaridad	
- Inmersión y remojo	
- Adhesivo polimerizable	
- Otras técnicas de pegado	
- Impresión	
Guía de problemas y soluciones	39
Acabado	40
- Aspersión	
- Serigrafía	
- Metalizado	
- Matizado	
Guía de problemas y soluciones	42

# Manejo y Almacenaje



## Protección

Para protección y facilidad de manejo de la lámina acrílica, PLASTIGLAS ofrece 4 diferentes tipos de protección de acuerdo a sus necesidades de producción:

Película antiestática (PP)

Esta es una protección menos resistente que el papel, a base de una película plástica estática transparente la cual es aplicada en ambas caras de la lámina para protegerla de daños que pudiera sufrir durante el transporte, manejo, almacenaje y maquinado.

Papel tipo Kraft (PJ)

Esta protección es aplicada en ambas caras de la lámina para protegerla contra daño que pudieran causarse durante su transporte, manejo, almacenaje y transformación. Por su alta resistencia esta protección es recomendada para procesos de transformación muy largos, además de permitir trazos con marcador, lápiz o crayón.

Película plástica adhesiva (PF)

Esta protección plástica transparente es recomendada para largos procesos de maquinado ya que por su alta resistencia permite que la lámina quede protegida durante los diferentes procesos de manufactura, presentando una resistencia al transporte, manejo y almacenaje similar a la de la protección de papel kraft.

Película termoformable (PT)

Esta protección plástica termoformable (transparente) es aplicada en una cara de la lámina, ideal para la manufactura de productos termoformados con gran profundidad (tinajas de baño), con una resistencia al transporte, manejo, almacenaje y transformación similares a los de la película EVA. Su uso se recomienda en hornos de gas con circulación forzada de aire y temperaturas entre 180° C - 200° C.

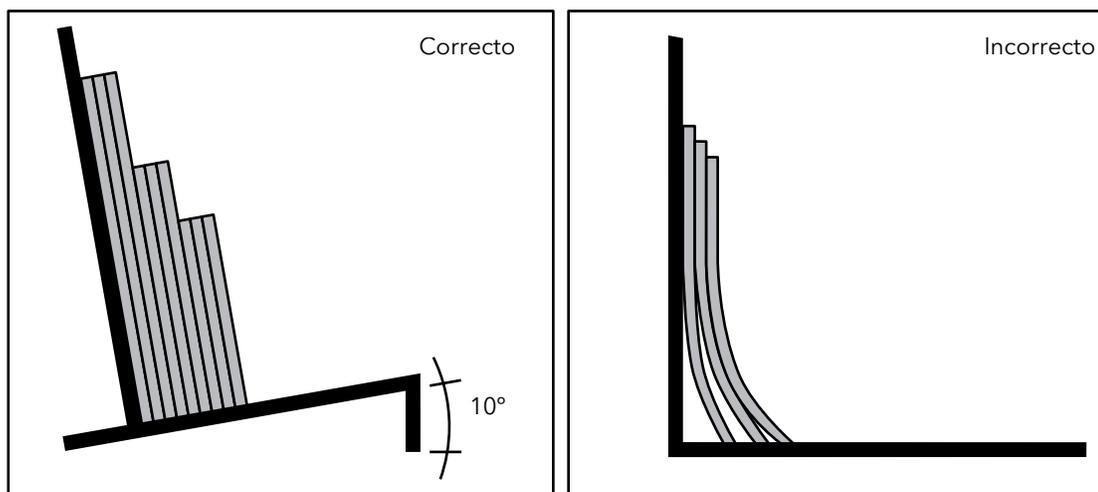
La lámina acrílica Plastiglas se ofrece en México con protección estática en ambas caras sin costo adicional en espesores de 1.5 hasta 6.0mm y con protección de papel kraft en espesores de 8.0 a 32.0mm., sin embargo usted puede elegir con cargo adicional y bajo pedido otro tipo de protección.

## Almacenaje

La lámina acrílica PLASTIGLAS por ser un material termoplástico, puede sufrir deformaciones previas o posteriores a los diferentes procesos de transformación si se almacena cerca de fuentes de calor. Evite almacenarlo junto a radiadores, recipientes calientes, hornos o líneas de vapor.

Asimismo, la lámina acrílica PLASTIGLAS es atacada por algunos solventes, evite que los vapores lleguen a estar en contacto con el material.

La lámina acrílica PLASTIGLAS es un material de combustión lenta y no presentará ningún riesgo especial en cuanto a peligro de incendio. El almacenaje deberá ser en posición vertical, en estantes ligeramente inclinados con un ángulo aproximado de 10° y una base no mayor a 25 cms. De ésta manera, las caras de la lámina acrílica PLASTIGLAS se apoyarán en toda su superficie, evitando deformaciones y facilitando el manejo como se observa en la siguiente ilustración.



Almacene sus láminas de acrílico en un caballete vertical con una ligera inclinación.

Si se almacenan las láminas de acrílico de una forma totalmente vertical, tenderán a deformarse.

## Limpieza

La lámina acrílica PLASTIGLAS se limpia completa y fácilmente utilizando una solución de agua y 1% de detergente suave o jabón. Se aplica con un paño o franela limpia y seca, obteniendo resultados satisfactorios para remover grasa y aceite. Sólo en casos extremos podrá utilizarse alcohol isopropílico, nafta o hexano.

Es importante no utilizar solventes orgánicos como por ejemplo: acetona, thinner, benceno, tetracloruro de carbono, tolueno, ya que atacan la superficie de la lámina.

Para evitar la atracción de polvo por cargas electrostáticas en la lámina, deberá limpiarse siempre con un trapo húmedo o con productos hechos para tal fin, como el antiestático-abrillantador PLASTIGLAS.

Cuando el material presente rayaduras superficiales utilice el pulidor PLASTIGLAS, aplicando sobre la superficie de la lámina con un paño o franela limpia y seca, esperando de 10 a 20 segundos para eliminarlo y posteriormente devolver el brillo con antiestático-abrillantador PLASTIGLAS.

# Recomendaciones generales



La lámina acrílica PLASTIGLAS puede ser maquinada en la misma forma que la madera y los metales suaves como el cobre y el latón. La lámina acrílica PLASTIGLAS inclusive puede ser suajada, guillotizada o troquelada sin problema. Cuando realice cualquiera de estas operaciones de maquinado deberá considerar las siguientes indicaciones:

- a) Las herramientas deberán estar bien afiladas, libres de escoriaciones. Asimismo, éstas deberán estar apoyadas firmemente para evitar estrellamientos. La viruta o polvo que se produzca durante el maquinado, deberá retirarse de la superficie de la lámina acrílica PLASTIGLAS para evitar que se provoquen marcas.
- b) Prefiera usar herramientas duras del tipo de dientes de carburo de tungsteno, ya que conservan el filo por mayor tiempo y permiten acabados más finos.
- c) Es muy importante mantener una buena limpieza en herramientas y materiales para obtener un trabajo satisfactorio. Las superficies de trabajo deberán limpiarse y estar libres de polvo y viruta para evitar que puedan rayar la superficie del material durante los diferentes procesos de transformación.

## Reducción del calentamiento por fricción

El calentamiento por fricción generado por las operaciones de corte y maquinado debe ser eliminados al mínimo en cuanto éste se produzca, esta medida es esencial para reducir el esfuerzo térmico en la zona de maquinado en la lámina y que puede tener por consecuencia el craqueo posterior. Por esta razón el filo de las herramientas de corte deberán estar en buenas condiciones, de acuerdo a las especificaciones recomendadas.

## Enfriamiento

Dado que la lámina acrílica PLASTIGLAS tiene una conductividad térmica más baja que los metales, tenderá a reblandecerse si se genera exceso de calor. En consecuencia, es necesario seleccionar el equipo de corte, la herramienta y la velocidad de alimentación. El enfriamiento por medio de aire, agua, aceites o líquidos especiales son una forma efectiva para evitar el sobrecalentamiento. En lámina de espesores delgados (1.5 mm hasta un máximo de 10 mm) no es necesario el enfriamiento durante el proceso de corte.

# Corte



La lámina acrílica PLASTIGLAS puede cortarse de diversas maneras, utilizando herramientas manuales o eléctricas, (como las que se usan para cortar madera) y su selección dependerá del tipo de trabajo y producción a fabricar.

Las láminas delgadas pueden ser cortadas en forma muy similar al vidrio (existen en el mercado cutters o navajas especiales para cortar plásticos, hojas laminadas, etc.), al realizar esta operación deberá colocar el material sobre una superficie plana apoyado de una regleta, se requiere repasar varias veces con el filo de la navaja y atravesar aproximadamente  $\frac{1}{3}$  del espesor del material. Sujete firmemente la lámina verificando que la línea trazada en el material quede hacia arriba luego del corte. Presione la parte saliente hacia abajo hasta desprenderla.

Raspe los bordes para evitar los filos. Para esta operación se recomienda usar guantes y no hacer cortes muy largos o en un material mayor a 6.0 mm al emplear este método.



Siempre haga la incisión siguiendo una regla o con una pieza de borde recto.



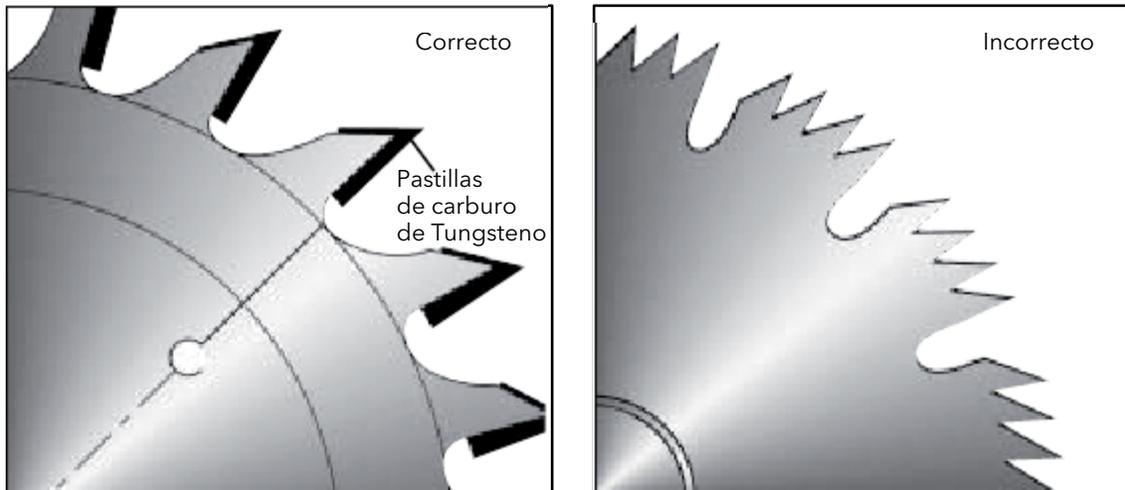
Coloque la lámina sobre un borde recto, sujétela bien y desprendala.

## Corte con sierra circular

La sierra circular deberá tener dientes rectos para favorecer el enfriamiento y no reblandecer el material. Los dientes de carburo de tungsteno brindan un corte excelente y mayor duración entre afiladas. La alimentación de corte debe ser lenta para evitar el calentamiento o estrellamiento del material. La sierra deberá operarse a velocidades relativamente altas y antes de iniciar el corte asegúrese de que haya desarrollado la máxima velocidad.

Mientras mayor sea el espesor del material que se va a cortar, mayor deberá ser el diámetro de la sierra y menor el número de dientes por centímetro (mínimo 2 dientes por pulgada). Cuando se utilice una sierra circular de mano, es necesario sujetar firmemente la lámina y alimentar con presión y velocidad uniformes para evitar estrellamientos.

#### Especificaciones del disco

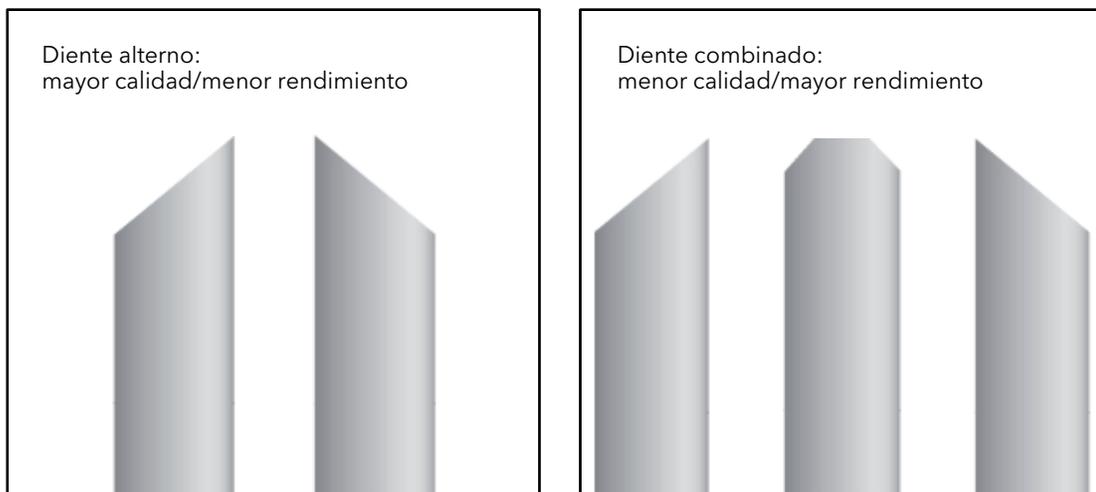


No se use disco de combinación

Una vez elegido el tamaño de disco, número y tipo de dientes conforme el número de láminas a cortar y espesor del material, es recomendable para prolongar la vida útil del herramental y obtener cortes uniformes de gran calidad, que en el caso de sierras de mesa con el disco de corte montado por debajo de la mesa, el disco sobresalga aproximadamente de 1/8 a 1/2 pulgada por encima de las piezas a cortar. Con esta medida de ajuste del disco obtendrá cortes uniformes con huellas poco profundas, además de reducir al mínimo el calentamiento por fricción y el esfuerzo térmico en el área de IMPACTAMR que se machine, eliminado en consecuencia el craqueo posterior debido a esta causa.

En el caso de equipos con sierras aéreas, como las viajeras o de banco, el disco deberá sobresalir por debajo del material 1/32 de pulgada; con este ajuste también obtendrá cortes uniformes de gran calidad y reducirá al mínimo el calentamiento por fricción.

## Características del diente.



ESPECIFICACION DE CORTE CONSIERRA CIRCULAR, VIAJERA O RADIAL						
DISCO	LAMINA ACRILICA (espesoenmm.)					
	1.5- 2	3-4	5- 10	12- 15	18- 21	25- 32
Diámetro (")	8	10	10	12	12	12 - 14
Espesor. (")	3/32	1/8	1/8	1/8	1/8	5/32
Dientes	96	82 - 96	82 - 96	82 - 96	48 - 52	48 - 52

Dientes con pastillas de carburo de tungsteno, diente con cara recta al centro, combinado o alterno.

## Corte con sierra cinta

La sierra cinta es el equipo indicado para hacer cortes curvos en hojas planas y para refiletear piezas formadas. Se recomienda el uso de sierra cinta con velocidad variable hasta 5000 pies /min. y con una profundidad de garganta mínimo de 10 pulgadas. Es conveniente utilizar una cinta para cortar metal o las especiales para plásticos, también es necesario ajustar la guía lo más cercano al material para evitar estrellamientos en la línea de corte y reducir al mínimo la vibración en la sierra.

ESPECIFICACION DE CORTE CONSIERRA CINTA					
CINTA / MOTOR	LAMINA ACRILICA (espesoenmm.)				
	1.5- 2	3-4	5- 10	12- 15	18- 21
Ancho mínimo (")	3/16	3/16	1/4	3/8	3/8
Dientes X (")	18	14	10	8	8
H.P.	1	1.5	1.5	1.5 - 2	2
R.P.M	de 2500 a 3500				

## Corte con otros equipos

Actualmente existen métodos de corte sin generación de rebabas. Estos métodos resultan muy eficientes ya que el material no sufre calentamiento por fricción y además, la superficie del corte no necesita de operaciones como el canteado y lijado.

### Láser

El corte con láser es una técnica ya usada por algunos sectores industriales desde hace varios años, que tiene como características principales:

- alta precisión de corte
- flexibilidad de manufactura
- reducción de costos

Una ventaja que ofrece el sistema de corte con láser es la versatilidad de aplicación ya que además de su empleo directo en el corte de láminas acrílicas ofrece la posibilidad de procesado en muchos otros tipos de materiales.

Con el dispositivo láser es posible cortar, soldar y desbastar superficies hasta de 30 mm. de espesor, debido a que la energía láser se concentra en un sólo punto y la generación de calor se puede limitar a una zona mínima con lo cual no se obtiene deformación por calor ni cambios estructurales en el material. Se obtienen también cortes finos con cantos precisos, lo cual es muy recomendable para piezas de acrílico con formas muy intrincadas. Se pueden efectuar barrenos desde 0.1 mm. de diámetro a una velocidad de hasta 150,000 perforaciones por hora.

### Agu a a presión

El sistema abrasivo de agua a presión, elimina muchos de los problemas asociados con la maquinaria y operaciones de corte convencional. Concentrando un chorro muy fino de agua a gran presión, a grandes velocidades se crea la alta presión de agua, la cual es capaz de cortar hasta una pieza de 10 pulgadas de espesor en aleaciones de titanio.

Usando una combinación de agua altamente presurizada y materiales abrasivos como polvo de sílice, el corte con agua puede cortar todos los materiales sin producir calentamiento y dejando un excepcional acabado en la superficie del corte.

Las ventajas que ofrece este sistema de corte en el acrílico son la eliminación de distorsión por calentamiento, se puede realizar cualquier ángulo de corte, por su tipo de corte multidireccional integrado a sistemas computacionales puede realizar cualquier tipo de trazo, elimina operaciones secundarias como lijado o pulido y reduce el material de desperdicio por tener una área de corte muy reducida.



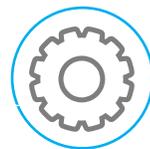
DEFECTO	CAUSA POSIBLE	SOLUCION SUGERIDA
<b>ALMACENAJE Y MANEJO</b>		
• Deformación de la lámina	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Almacenaje junto a fuentes de calor como radiadores, hornos o líneas de vapor.</li> <li>• Almacenaje en posición vertical con rack o sin éste (mal almacenaje).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alejar las fuentes de calor.</li> <li>• Reubicar zona de almacenaje.</li> <li>• Almacenar en racks con una inclinación en la base de 10° y no mayor a 25 cms.</li> </ul>
• Craqueo de la lámina	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Almacenaje junto a vapores de solventes o cercanos a lugares como área de pinturas, impresión, etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Almacenar en posición horizontal.</li> <li>• Alejar todo tipo de solventes.</li> <li>• Reubicar zona de almacenaje.</li> </ul>
<b>CUTTER (cuchilla para plástico)</b>		
• Corte desviado de línea de incisión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Surco poco profundo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ahondar la incisión aproximadamente 1/3 del espesor del material.</li> <li>• Posicionar una regla metálica debajo del material y ejercer presión.</li> </ul>
<b>CORTE</b>		
• Corte no escuadrado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tope o guía desajustado.</li> <li>• Sierra desajustada (radial o viajera).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alinear guía con respecto al disco.</li> <li>• Verificar y/o alinear el disco conforme a bancada o brazo.</li> </ul>
• Astillamiento de cantos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disco desafilado</li> <li>• Disco no adecuado</li> <li>• Vibración del disco</li> <li>• Baja velocidad</li> <li>• Insuficiente profundidad de corte</li> <li>• Pieza mal sujeta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Afilar disco y/o cambiar pastillas de carburo de tungsteno rotas o desafiladas.</li> <li>• Cambiar a un disco especificado.</li> <li>• Apretar tuercas de la flecha del motor.</li> <li>• Cambiar platos más grandes.</li> <li>• Verificar y/o modificar RPM.</li> <li>• Ajustar profundidad de corte.</li> <li>• Mejorar sujeción de la pieza.</li> </ul>

DEFECTO	CAUSA POSIBLE	SOLUCION SUGERIDA
<b>CORTE</b>		
• Material reblandecido	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disco no adecuado</li> <li>• Alta velocidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambiar a un disco especificado</li> <li>• Cambiar a una velocidad especificada</li> <li>• Verificar y/o modificar RPM</li> </ul>
• Sobrecalentamiento (material y motor)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rápida velocidad de corte</li> <li>• Espesor del material demasiado grueso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducir velocidad de alimentación</li> <li>• Cortar a menor profundidad en pasos</li> <li>• Enfriar con agua o líquidos refrigerantes</li> </ul>
• Disco trabado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Motor de poca potencia (HP)</li> <li>• Disco de diámetro pequeño</li> <li>• Espesor del material demasiado grueso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambiar el motor por uno de mayor potencia (HP) según especificaciones.</li> <li>• Cambiar a un disco con mayor diámetro.</li> <li>• Cortar a menor profundidad o menor cantidad de piezas.</li> </ul>
• Corte comido	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tope o guía desajustado</li> <li>• Sierra desajustada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alinear tope con respecto al disco.</li> <li>• Alinear disco conforme a bancada o brazo.</li> </ul>
<b>SIERRA CINTA</b>		
• Corte irregular	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tensión de la cinta</li> <li>• Cinta no adecuada</li> <li>• Guías desajustadas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ajustar tensión de la cinta.</li> <li>• Cambiar a una cinta especificada.</li> <li>• Ajustar guías.</li> </ul>
• Atascamiento de la cinta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Velocidad baja</li> <li>• Poca potencia del motor (HP)</li> <li>• Cinta no adecuada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambiar la velocidad a una recomendada.</li> <li>• Cambiar a más HP del motor según lo recomendado.</li> <li>• Cambiar a una cinta especificada.</li> </ul>
• Corte radial limitado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ancho de cinta mayor a radio de curvatura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar tabla de corte radial y cambiar a cinta apropiada.</li> </ul>

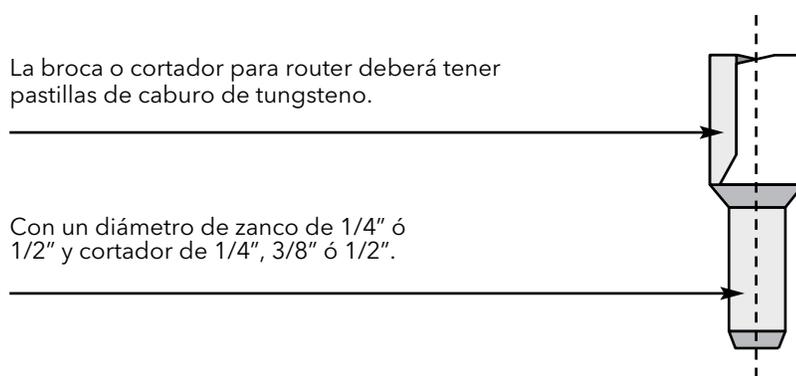
SIERRA CINTA		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estrellamiento del material</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cinta no adecuada</li> <li>• Cinta desafilada</li> <li>• Guías desajustadas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambiar a una cinta especificada.</li> <li>• Cambiar a una cinta nueva.</li> <li>• Ajustar guías.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corte lento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cinta desafilada</li> <li>• Cinta no adecuada</li> <li>• Velocidad baja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambiar a una cinta nueva.</li> <li>• Cambiar a una cinta recomendada.</li> <li>• Aumentar velocidad.</li> </ul>

# Maquinado

## Routeado



La lámina acrílica PLASTIGLAS puede ser cortada con router portátil o fijo (eléctrico o neumático). Se recomienda utilizar un router eléctrico de min. 1.5 HP de 20,000 a 30,000 RPM, procurando utilizar brocas o cortadores con pastillas de carburo de tungsteno y de diámetro min. de 1/4" ó 3/8" e idealmente de 1/2" para evitar que la vibración producida por la alta velocidad rompa el material. Este método brinda un corte sumamente uniforme y sirve tanto para dar forma, como para realizar agujeros de gran diámetro. Se puede utilizar el router fijo a una mesa y con una guía copiadora para piezas de diseño complicado.

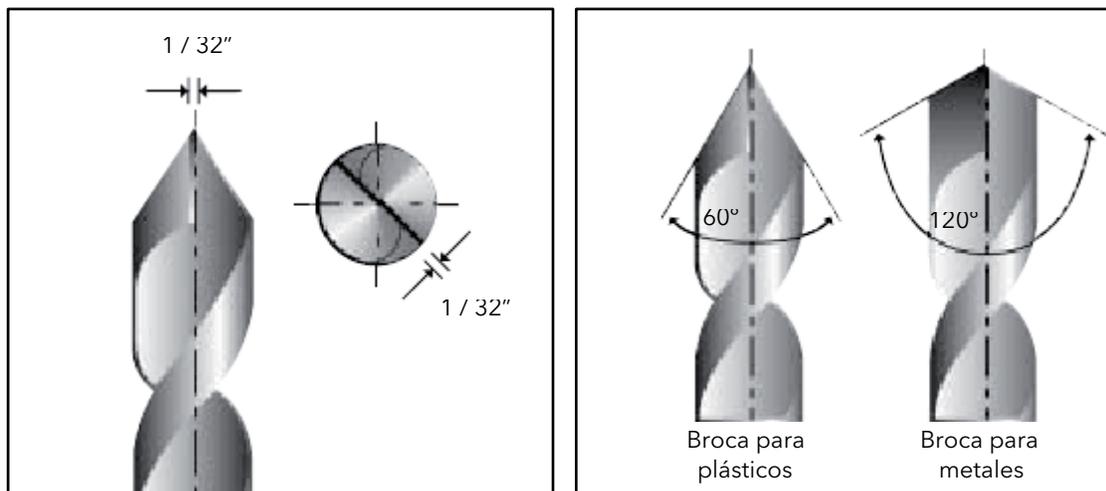


## Barrenado

Cualquier tipo de taladro portátil o de pedestal puede ser usado para perforar la lámina acrílica PLASTIGLAS. Un taladro de pedestal es ideal porque dá un mejor control y mayor precisión. Teniéndo un poco de cuidado, la técnica adecuada y un correcto afilado de su broca, podrá utilizar con buenos resultados un taladro manual ordinario.

Una broca de alta velocidad para acero puede ser utilizada, pero es recomendable modificarla para prevenir fracturas en su material. Dicha modificación se realiza afilando pequeños planos en ambos filos de la broca, con un esmeril de grano mediano o fino. Estos planos deben quedar paralelos a la longitud de la broca con 1/32" de espesor y un ángulo de inclinación entre 60° y 80°.

Para un mejor acabado dentro de la perforación, use una broca con canales pulidos y de espiral lenta, los cuales limpiarán la perforación de viruta sin maltratar o quemar las paredes. Si la broca está correctamente afilada y operada a una velocidad adecuada, dos virutas continuas de material emergerán de la perforación. Cuando sea necesario hacer perforaciones de diámetro mayor a 19 mm (3/4"), se recomienda utilizar brocas tipo sierra con hueco interior o en su defecto, brocas de extensión a velocidad lenta.



## Roscado manual

Roscado macho:

Una barra redonda se puede roscar con un dado, lo importante es que el diámetro de la barra sea ligeramente mayor que el diámetro del dado.

Roscado hembra:

Para realizar este tipo de maquinado es necesario barrenar un agujero ligeramente más pequeño que el diámetro del machuelo.

Consideraciones generales:

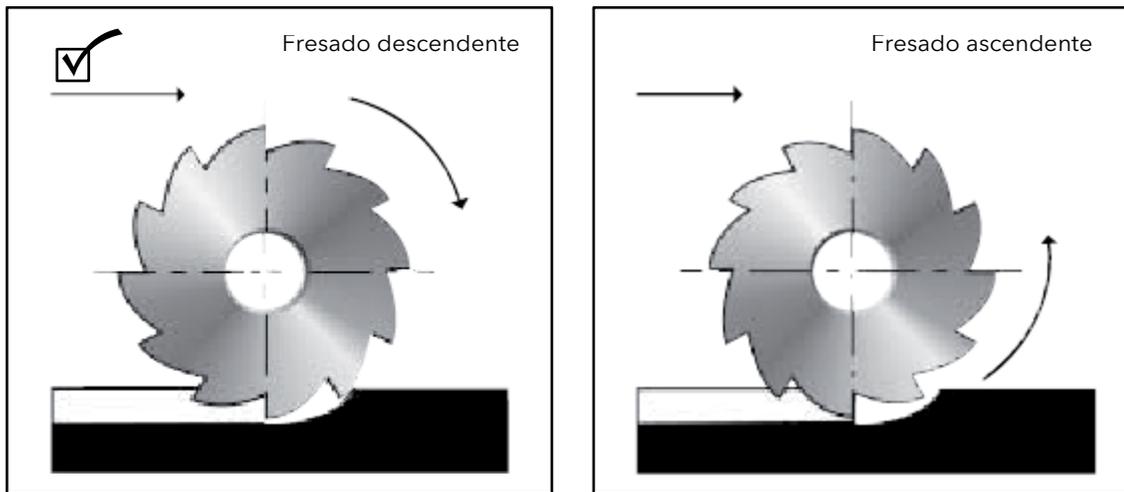
- El proceso de roscar envuelve el peligro de generar craqueo. El machuelo o tarraja deberá de regresarse para remover virutas.
- Para disminuir los esfuerzos internos de la pieza durante y después del roscado, es necesario utilizar aceite o solución de agua jabonosa durante el proceso.
- Debido a que el material sufre contracciones y dilataciones, es necesario que exista una tolerancia en el ajuste de la pieza con la otra a unir, para evitar piezas rotas.

## Fresado

Se sugiere utilizar una fresadora para metales, un material idóneo para la herramienta de corte es acero de alta velocidad o acero al carbono, al molibdeno o vanadio.

Para la dirección de giro de la fresadora, el fresado descendente es mejor que el ascendente.

El fresado descendente ofrece ventajas como una vida más larga de la herramienta de corte y la viruta se desprende más fácilmente. El extremo del cortador debe de ser seleccionado acorde a la forma del material a procesar.



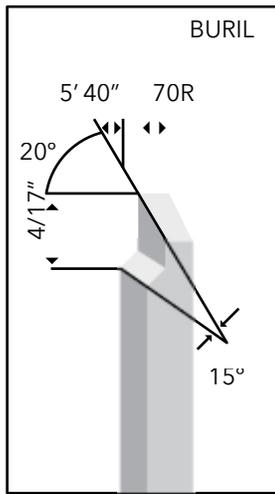
#### CONDICIONES DE OPERACION

- Velocidad de corte: 600-800 mt/min
- Profundidad de corte: 1 mm o menor
- Velocidad de alimentación: 90 mm/min

### Torneado

Se puede utilizar un torno para madera o metales. El material de la herramienta de corte debe ser de acero de alta velocidad o acero al carbono. Cuando se monte el material en el chuck se deberá manejar con un paño o franela para evitar el rayado en la pieza.

La herramienta de corte debe posicionarse al centro de la pieza o ligeramente más abajo. Si la profundidad de corte es grande y la velocidad de alimentación alta, se originará craqueo en la superficie y la herramienta causará astillamiento y vibración. Cuando se requiera un acabado muy fino, la velocidad de alimentación debe de estar entre 33 a 66 pies/min., es importante que la herramienta tenga un filo adecuado para poder lograr un acabado fino.



CONDICIONES DE OPERACION		
	acabado burdo	acabado fino
ángulo de corte	0-3°	0-3°
ángulo de alivio	10-20°	10-20°
ángulo de corte	60-80°	60-80°
velocidad de corte	100-200 mt/min	15-60 mt/min
velocidad de alimentación	1-2 mm/min	.01-.03 mm/min
profundidad de corte	3-5 mm	.01-.07 mm

Cuando se corta lámina acrílica PLASTIGLAS, independientemente de la técnica que se utilice, quedarán asperezas en los bordes, lo que no es recomendable para unirla con otra lámina o para el acabado de la pieza. Es necesario emparejar éstos bordes mediante la aplicación de diferentes técnicas, dependiendo del acabado deseado, siendo una de ellas el lijado.

### Grabado

Para grabar lámina acrílica PLASTIGLAS se puede utilizar un moto-tool eléctrico o neumático con velocidad variable (5000 a 20000 RPM), existe una gama muy amplia de fresas de corte para dar distintos efectos. Generalmente este equipo se emplea para grabados de piezas artísticas.

### Cantado

Es la operación que tiene por objeto eliminar la huella que se produjo durante la operación de corte. Se puede realizar con cantadora eléctrica para madera y cortador con pastilla de carburo de tungsteno, cantadora eléctrica manual o con una cuchilla en forma manual.

### Lijado

Antes de proceder al pulido de lámina acrílica PLASTIGLAS debe lijarse hasta obtener un acabado uniforme y mate. La calidad del lijado dependerá del tipo de lija que se utilice. Mientras más fino sea el grano, más fino será el acabado. Si el trabajo ha ocasionado marcas profundas en la superficie de la lámina, deberá lijarse con una lija de grano medio entre No. 180 y 320, para continuar con una lija fina, de preferencia lubricando con agua, del No. 400 al 600 hasta obtener una superficie uniforme, mate y libre totalmente de toda marca. Esta operación se puede realizar tanto a mano, como usando equipo mecánico o eléctrico.

### Lijado a mano

Para lijar a mano se aplican técnicas similares al trabajo con madera, pero con más cuidado. Se debe emplear una cuña de madera o hule para efectuar el lijado.

En la eliminación de marcas, asegúrese de que el lijado abarque un área mayor a la de la marca para evitar distorsiones y se vea manchada. Trabaje con un movimiento circular, presionando ligeramente y lubricando con agua de preferencia.

A medida que usted trabaje con lámina acrílica PLASTIGLAS, adquirirá experiencia suficiente para determinar las necesidades de lijado para cada caso.

### Lijado con equipo mecánico

Se pueden utilizar lijadoras mecánicas comerciales para trabajar con lámina acrílica PLASTIGLAS. Realice la operación como si se tratara de madera, pero empleando menor presión y velocidad.

Obviamente es necesario cambiar el tipo de lija, dependiendo del trabajo a realizar, siempre lubricando con agua, sobretodo con lijas finas de los números anteriormente recomendados.



# Pulido

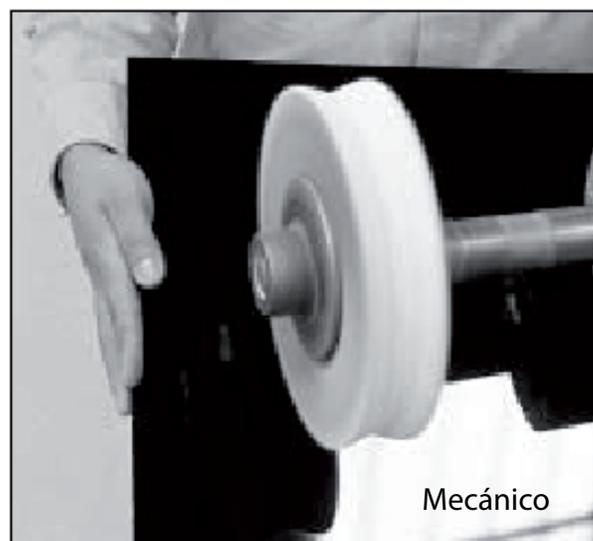
Para restablecer el brillo de la lámina acrílica PLASTIGLAS en bordes y superficie, se puede utilizar un pulidor eléctrico o neumático, aunque también es posible pulir a mano.

## Pulido a mano

Aplique a su lámina acrílica PLASTIGLAS silicón automotivo o cera en pasta con una franela blanca, dejando una capa delgada uniforme, después frote repetidamente con la franela, por último limpie con otra franela blanca humedecida (no aplique en zonas impresas para no dañarlas).

## Pulido mecánico

Se pueden utilizar motores de 3 a 5 HP con ruedas pulidoras equipadas con discos de franela suave unidos para formar una rueda de aproximadamente 2.5 a 7.5 cm. de espesor (1" a 3") y de 15 a 30 cm. de diámetro (8" a 12"). También se pueden emplear herramientas eléctricas o neumáticas del tipo portátil equipadas con discos de franela. Se recomienda trabajar a velocidades entre 1000 y 1800 RPM. Nunca use rodetes que hayan sido utilizados para pulir metal, la viruta metálica ocasiona rayaduras al acrílico.



La lámina acrílica PLASTIGLAS puede pulirse usando un componente pulidor del tipo comercial, cera en pasta o silicón automotivo que no contengan solventes. Primero debe aplicarse el pulimento en la rueda de franela. Mueva la pieza de un lado a otro de la rueda hasta obtener una superficie uniformemente lisa y brillante. Tenga cuidado, no aplique mucha presión y mantenga su pieza en movimiento para evitar el sobrecalentamiento de la lámina, que la puede quemar o desfigurar.

Por razones de seguridad, es importante no empezar a pulir cerca del borde superior de la lámina. La rueda fácilmente puede atraparlo y precipitar la pieza fuera de sus manos, lanzándola lejos...o hacia Usted. Siempre empiece a pulir aproximadamente una tercera parte hacia abajo del borde superior de la lámina y mantenga en movimiento de un lado al otro hasta alcanzar el borde inferior, luego de vuelta a la lámina y repita el proceso, se recomienda el uso de guantes y lentes de seguridad.

Este método se utiliza cuando se requiere abrillantar zonas donde el pulidor no puede, es una operación fácil, rápida y limpia, ahorra tiempo y dinero. Se pueden utilizar los siguientes equipos:

- Oxígeno-acetileno
- Oxígeno-butano
- Oxígeno-propano
- Oxígeno-hidrógeno cromatográfico

Es importante que la flama alcance una temperatura de 1200° a 1300° centígrados, utilice boquillas de corte para joyería o industria dental, la velocidad de aplicación es de aproximadamente 4 mts./min., en proporción de 2 kgs. de oxígeno por 1 kg. de gas.



DEFECTO	CAUSA POSIBLE	SOLUCION SUGERIDA
<b>MAQUINADO</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Astillamiento de cantos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Broca inadecuada</li> <li>• Broca desafilada</li> <li>• Dirección de corte en el sentido del filo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambiar a una broca con carburo de tungsteno</li> <li>• Afilar y/o cambiar pastillas de carburo de tungsteno</li> <li>• Corregir dirección</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vibración en la pieza y en el router</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Router mal fijado a la base</li> <li>• Broca mal apretada</li> <li>• Espesor del material muy grueso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apretar router a la base</li> <li>• Corregir apriete</li> <li>• Menor profundidad de corte</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Material reblandecido</li> <li>• Corte con guía copiadora y plantilla defasado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Broca inadecuada</li> <li>• Broca desafilada</li> <li>• Dirección de corte en el sentido del filo</li> <li>• Broca excéntrica a la guía</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambiar broca especificada</li> <li>• Afilar y/o cambiar pastillas de carburo de tungsteno</li> <li>• Corregir dirección</li> <li>• Ajustar centros</li> </ul>
<b>BARRENADO</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estrellamiento del material a la entrada y/o salida</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ángulo de ataque de la broca inadecuado</li> <li>• Filo no adecuado</li> <li>• Diámetro de broca muy grande</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modificar ángulo de ataque a 60 u 80°</li> <li>• Modificar a un doble filo a 1/32"</li> <li>• Cambiar a una broca de extensión o a una broca tipo sacabocados</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Craqueo o reblandecimiento del material</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sobre calentamiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enfriar con agua o líquidos refrigerantes</li> </ul>
<b>ROSCADO MACHO Y HEMBRA</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flancos ásperos y agrietados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Machuelos desafilados</li> <li>• Barreno pequeño</li> <li>• Cojinetes (tarrajas) embotados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambiar machuelos</li> <li>• Barrenar un agujero mayor</li> <li>• Limpiar cojinetes/lubricar abundantemente</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Filetes de rosca no tallados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Barreno muy grande</li> <li>• Relación diámetro/rosca inadecuada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Repetir la pieza / aumentar diámetro de rosca</li> <li>• Verificar tablas de relación</li> </ul>

DEFECTO	CAUSA POSIBLE	SOLUCION SUGERIDA
<b>FRESADO</b>		
• Reblandecimiento del material	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fresa no adecuada</li> <li>• Velocidad alta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar tipo de fresa, cambiar si es necesario</li> <li>• Corregir velocidad</li> </ul>
• Estrellamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fresa desafilada</li> <li>• Corte en contra dirección</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Afilarse y/o cambiar fresa</li> <li>• Cambiar a un corte paralelo</li> </ul>
<b>TORNEADO</b>		
• Reblandecimiento del material	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Velocidad alta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modificar velocidad</li> </ul>
• Estrellamiento y/o vibración	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buril desafilado</li> <li>• Velocidad de alimentación alta</li> <li>• Profundidad de corte grande</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Afilarse y/o cambiar buril</li> <li>• Disminuir velocidad de alimentación</li> <li>• Disminuir profundidad de corte</li> </ul>
<b>LIJADO</b>		
• El canto tiene huella de la sierra o router	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta lijado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lijar más y/o aumentar presión</li> </ul>
• El canto está alabeado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mala técnica del lijado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No balancear la mano (Si es manual la operación)</li> </ul>
• Las esquinas están alabeadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor presión en los extremos del canto de la pieza</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equilibrar la presión ejercida en el centro y hacia las esquinas</li> </ul>
• El canto tiene un lijado burdo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lija demasiado burda</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambiar a una lija más fina</li> </ul>
• El canto ha sido lijado, dando por resultado una inclinación, no hay paralelismo entre cantos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor concentración de presión hacia alguno de los lados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equilibrar la presión ejercida en el centro y hacia las esquinas</li> </ul>

DEFECTO	CAUSA POSIBLE	SOLUCIONSUGERIDA
<b>PULIDO ABRILLANTADO</b>		
•Distorsión de la superficie	•Exceso de presión	•Disminuir presión
•Cantos quemados y/o alabeados	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Pasta insuficiente</li> <li>•Rodetes inadecuados</li> <li>•Técnica de abrillantado mal aplicada</li> <li>•Flama muy cercana al material</li> <li>•Velocidad de aplicación lenta</li> <li>•Mala mezcla de los gases</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Agregar más pasta</li> <li>•Cambiar a rodetes especificados</li> <li>•Mejorar Técnica</li> <li>•Cambiar a pulido mecánico</li> <li>•Alejar flama</li> <li>•Aplicar flama a una velocidad de 4mts x min.</li> <li>•Regular flama a alta temperatura</li> </ul>
•Craqueo posterior	•Pasta o pulidor con restos de solventes	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Cambiar a pastas especificadas</li> <li>•Limpiar rodetes</li> </ul>
•Sobrecalentamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Pieza estática</li> <li>•Exceso de presión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Pieza en movimiento</li> <li>•Disminuir presión</li> </ul>
•Amarillento	•Mala mezcla de los gases	•Regular flama a alta temperatura
•Piezas fundidas	• Presión entre las piezas	•Dejar separación entre las piezas



El termoformado de la lámina acrílica PLASTIGLAS es el proceso más simple y generalizado para transformarla. Siendo un material termoplástico se reblandece y se maneja fácilmente pudiendo tomar cualquier forma cuando se ha calentado a la temperatura y tiempo adecuados. Al enfriarse recobra su rigidez y conserva la forma a la que fue sometida.

El costo de equipo y moldes es relativamente bajo y se pueden obtener formas bidimensionales o tridimensionales por medio de una amplia variedad de procesos.

- 1) Las características del producto terminado serán determinadas en el proceso de formado.
- 2) El material debe de ser calentado uniformemente al punto de revenido y formado antes de que se enfríe por debajo de su temperatura de moldeo.
- 3) El acrílico deberá enfriarse lenta y uniformemente mientras está en el molde a temperatura ambiente. Deberá considerarse el mismo tiempo que permaneció el material en el horno para evitar posibles deformaciones de la pieza formada.
- 4) La pieza formada deberá enfriarse antes de ser pintada.
- 5) En el diseño de la pieza deberá tomarse en cuenta el encogimiento del 2% en ambos lados y aumento del 4% en el espesor y una contracción del 0.6 al 1% al enfriar.

### Temperaturas y ciclos de formado

La temperatura de revenido de la lámina acrílica PLASTIGLAS está dentro del rango de: 160° a 180° centígrados.

- A baja temperatura se obtienen esfuerzos internos como craqueo o fisuras
- A alta temperatura se tienen burbujas y marcas del molde.

Existe una fórmula para determinar el tiempo de permanencia de una lámina de acrílico dentro de un horno de gas con recirculación forzada de aire:

$2.1 \times E \text{ (mm)} = T \text{ (minutos)}$  donde:

2.1 = Factor

E = Espesor del material en mm.

T = Tiempo en minutos

### 1. Horno de gas con circulación forzada de aire

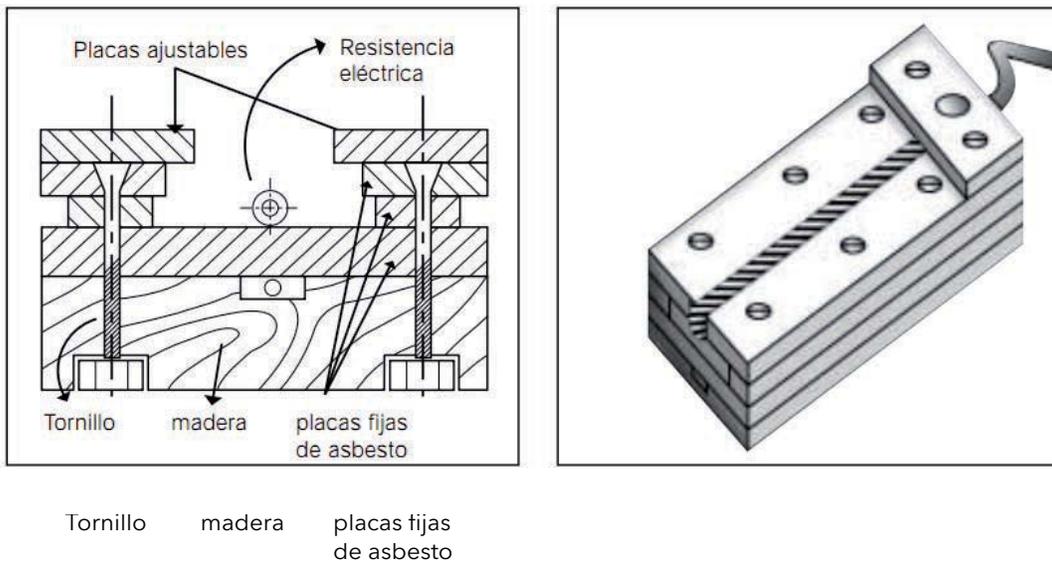
- Este proporciona calor uniforme y temperatura constante con el mínimo riesgo de sobrecalentar la lámina acrílica.
- Se deben utilizar ventiladores eléctricos para forzar al aire caliente a circular por la lámina acrílica a una velocidad aproximada de 150 pies/min y dispositivos o defletores para distribuir el aire hacia todas las zonas del horno.
- Los hornos de gas requieren intercambiadores de calor para prevenir la acumulación de tizne provocado por el flujo de gas, así como controles para interrumpir el paso de gas en caso de ser necesario. Los hornos eléctricos pueden ser calentados, utilizando grupos de resistencias eléctricas de 1000 watts. En el caso de usar un horno con capacidad de 100 m<sup>3</sup>, se consumirá aproximadamente 25,000 watts de potencia y la mitad de ésta será utilizada para compensar la pérdida de calor por fugas, transmisión del aislamiento y por el uso de las puertas.
- Se sugiere que el espesor del aislamiento sea de 2" y que las puertas del horno sean lo más angostas posible para reducir al máximo la pérdida de temperatura.
- Se deben usar dispositivos automáticos para el control estricto de temperatura entre los 0° y 250°C.
- Para obtener un calentamiento más uniforme de la lámina es importante que se cuelgue en forma vertical y esto se puede lograr teniendo un sistema que sujete el material a lo largo con broches o canales con resortes y que éstos se recorran por medio de carretillas que se deslicen sobre rieles tipo closet.

### 2. Hornos de calentamiento infrarrojo

- Es comúnmente utilizado en las máquinas termoformadoras automáticas, calentando la lámina por medio de radiación a una velocidad de 3 a 10 veces más que en un horno con circulación de aire, proporcionando ciclos de tiempo muy reducidos, donde la temperatura es muy crítica y es más difícil obtener un calentamiento uniforme del material.
- La energía infrarroja es absorbida por la superficie expuesta del acrílico alcanzando rápidamente temperaturas sobre 180°C, para después ser transmitida al centro del material por la conducción lenta de temperatura.
- El calentamiento por radiación infrarroja se puede obtener usando elementos tubulares de metal, resistencias eléctricas de espiral (tipo resorte) o agrupando lámparas de luz infrarroja. Para lograr una distribución más uniforme del calentamiento, se puede utilizar montando entre los elementos de calentamiento y el material, una red o malla metálica que funcione como difusor de la temperatura. Asimismo colocar la plancha superior de calentamiento infrarrojo a aproximadamente 30 cm. del material y la plancha inferior a unos 50 cm. de distancia.
- Para regular la entrada de energía al equipo, es recomendable utilizar dispositivos tales como transformadores variables o medidores de porcentaje que ayuden al control de temperatura.

### 3. Resistencias eléctricas de calentamiento lineal

Una resistencia eléctrica puede usarse únicamente para formar dobleces en línea recta, para esto es necesario contar con una resistencia eléctrica de tipo resorte (No. 20) o del tipo blindada (aprox. 1 Kw. x 1.2 mts). Las resistencias lineales son de alambre, encerradas en tubos de cerámica Pyrex. El material no deberá entrar en contacto con el tubo para evitar marcas en la superficie. Se recomienda una distancia de 6 mm del tubo al material para lograr un calentamiento uniforme en material delgado. Cuando se va a calentar por este procedimiento material de más de 3 mm de espesor, es aconsejable colocar resistencias a ambos lados del material.



Es fácil hacer un dispositivo de calentamiento con una resistencia lineal.

## Técnicas de termoformado

### 1. Termoformado bidimensional

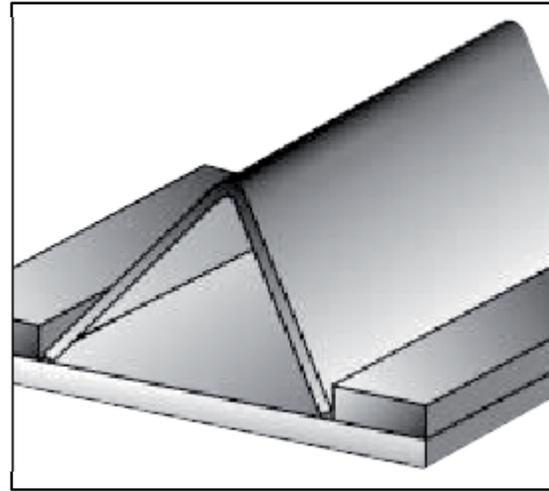
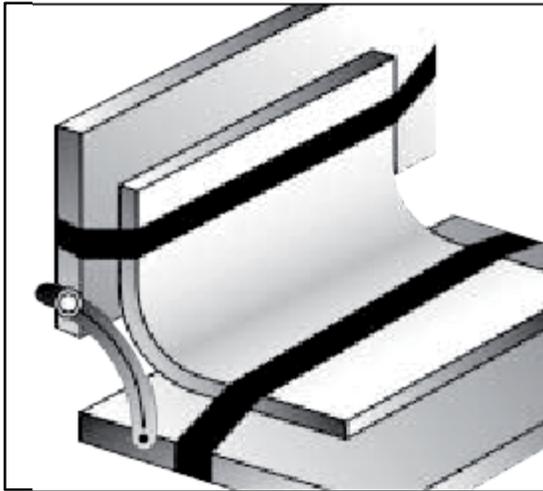
El formado bidimensional es un proceso de doblado que se puede conseguir por dos métodos:

#### Doblado por calentamiento lineal

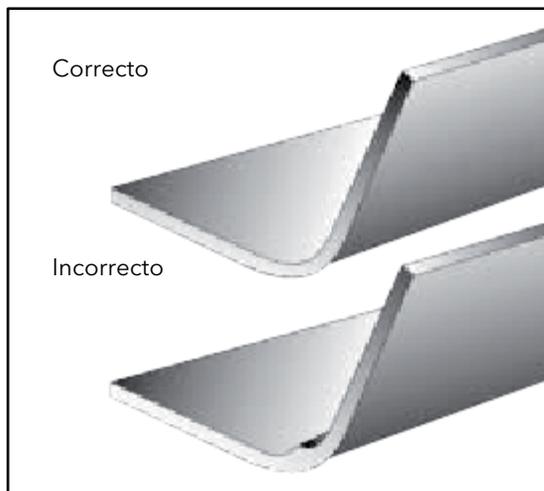
Se coloca la lámina acrílica PLASTIGLAS a calentar sobre una resistencia lineal, doblando al ángulo deseado. Para proceder al doblado, remueva la protección (papel o película plástica) de la línea de doblez (puede dejarse el resto de la protección para proteger las áreas donde no se va a trabajar). Coloque la lámina sobre los soportes con la línea a doblar directamente sobre la línea de calor, haciendo el doblez por el lado calentado. El tiempo de calentamiento varía según el espesor de la lámina. Para doblar la lámina acrílica PLASTIGLAS de espesor mayor a 4mm es recomendable calentarla por ambos lados para lograr un doblez adecuado. Caliente la lámina hasta que se empiece a reblandecer en la zona de doblez. No intente doblar la lámina antes de que

esté bien calentada o al estar parcialmente fría, ésto puede ocasionar esquinas irregulares, plegadas o craqueo.

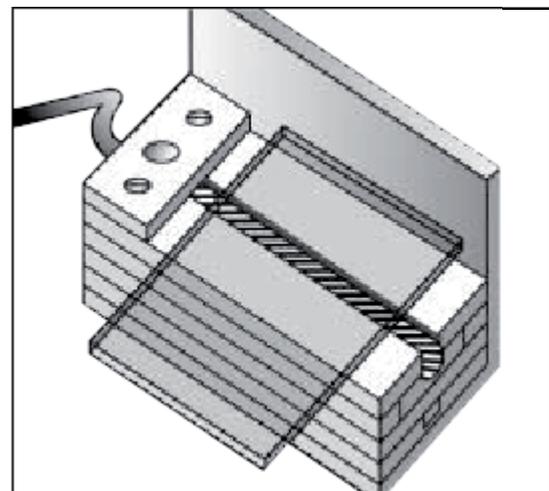
Caliente cuidadosamente. Un calentamiento irregular puede causar arqueo en la línea de doblez. A veces ésto es difícil de evitar, especialmente en piezas de longitud mayor a 60 cm. El arqueo puede ser disminuído sujetándo el material recién formado con unas pinzas o una plantilla hasta que enfríe. Las plantillas pueden hacerse de madera, fijas o ajustables. Utilice guantes ligeros de algodón durante el manejo de la lámina caliente para proteger sus manos.



Utilice plantillas fijas o ajustables para mantener la pieza en el ángulo deseado.



Con un calentamiento adecuado obtendrás esquinas limpias y brillantes.



Coloque la lámina sobre los soportes con la línea a doblar directamente sobre la línea de calor, el material no deberá tener contacto con las paredes de la resistencia, esto para evitar marcas.

Formado en frío.

La lámina acrílica PLASTIGLAS puede ser formada en frío en marcos curvos, siempre que el radio de la curvatura sea mayor de 180 veces el espesor del material utilizado.

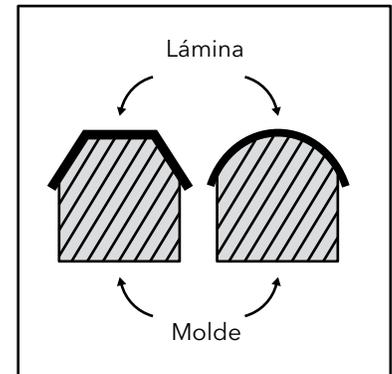
Fórmula:  $R$  (radio) =  $180 \times E$  (espesor en mm.)

## 2. Termoformado tridimensional (con moldes)

Los procedimientos para formado tridimensional requieren en general el uso de equipo de vacío, aire a presión, mecánico o una combinación de ellos para termoformar la lámina acrílica PLASTIGLAS a la forma deseada. A continuación se describen algunas de estas técnicas:

### Formado libre o por gravedad.

Este método es el más sencillo de todos debido a que la lámina una vez reblandecida, se coloca sobre el molde y por el peso propio del material adopta la figura. Las orillas del material pueden sujetarse al molde para evitar las ondulaciones que tienden a formarse durante el enfriamiento.

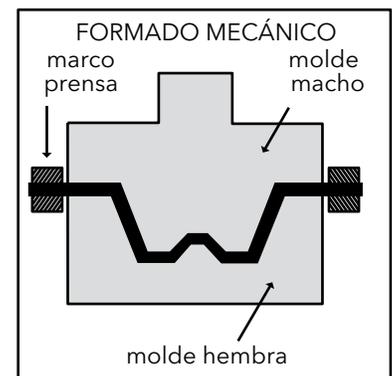


### Formado mecánico

con molde hembra y macho.

La lámina acrílica PLASTIGLAS puede ser formada prensando el material revenido entre moldes hembra y macho para producir piezas de dimensiones muy exactas. Este procedimiento requiere un excelente acabado de los moldes para reducir al mínimo las marcas de los mismos.

La lámina acrílica PLASTIGLAS puede ser formada como hoja de metal, prensando el material caliente; obteniendo piezas de dimensiones exactas y con la textura deseada.

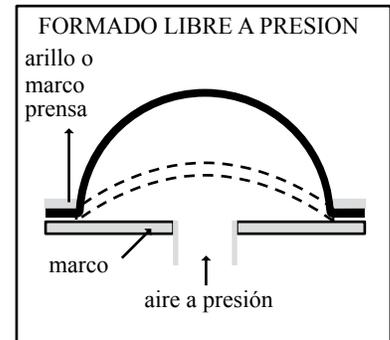


Formado libre a presión o vacío de aire.

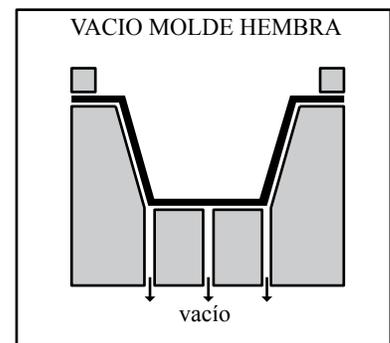
Las piezas que requieren claridad óptica como domos, ventanillas de aviones, cabinas de helicópteros, etc., se pueden formar sin molde, basta estirar el acrílico.

La forma de la pieza terminada, será dada por la forma y tamaño de arillo que lo fije al marco y por la altura que se dé por vacío o presión; estas formas sin embargo, se limitan a contornos esféricos o burbujas libremente formadas.

Para el formado libre deberá preferirse el uso de vacío; para presiones mayores a una atmósfera se tendrá que usar soplado o presión de aire. La forma de la pieza será dada por la forma y tamaño del arillo que la fije al marco. Formado a vacío y presión molde hembra.



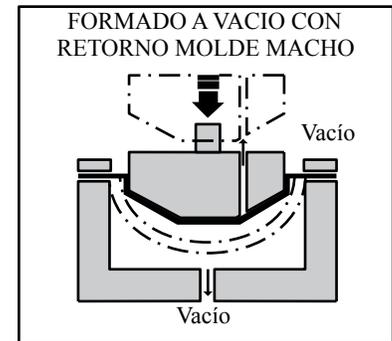
Este procedimiento permite formar piezas sobre moldes cuya forma requiera mayor precisión que la que se obtiene por vacío. De esta manera se logra piezas con buena definición de detalles y tolerancias dimensionales cerradas. Sin embargo, las altas presiones causarán marcas del molde en la pieza. Si se requiere presiones altas, los moldes deberán ser de metal, resinas epoxy u otros materiales que soporten grandes presiones sin deformarse. El buen acabado de los moldes es imperativo para lograr piezas de calidad.



Formado a presión con ayuda de pistón molde hembra. La técnica de la ayuda de pistón se utiliza para reducir el adelgazamiento en el fondo de las piezas formadas. El pistón estira el material antes de que la presión sea aplicada. Velocidad del pistón de 1 a 3.5 m/min, más de 6 m/min. daña el material en su contacto inicial. Presión de moldeo 2.8 Kg/cm<sup>2</sup>.

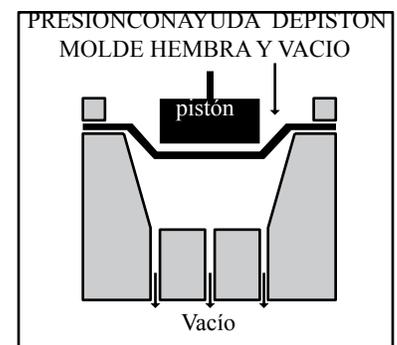


Formado a vacío con retorno y molde macho.  
 Este método es valioso para formar piezas que requieran espesor uniforme en las paredes y la menor cantidad de marcas de moldeo. La lámina revenida se estira en una caja de vacío hasta alcanzar la profundidad necesaria para dar cabida al molde; una vez que éste ha penetrado, se libera gradualmente el vacío para que el acrílico regrese a su forma original, encontrando el molde y conformándose a él. Se pueden lograr formas más definidas si al regreso se aplica vacío al molde.



Este método proporciona uniformidad de espesor en las paredes de la pieza y mínimas marcas de moldeo. Formado a presión con ayuda de pistón, molde hembra y vacío.

Este método es el más sofisticado de todos puesto que es una combinación de casi todos los anteriores, generalmente se utiliza para termoformados muy profundos donde se requieren espesores más controlados y donde existe el problema de ruptura por una excesiva profundidad de moldeo.



## Equipo de termoformado

El equipo de termoformado consiste de los siguientes elementos básicos:

Equipo de calentamiento

- Horno de gas con recirculación de aire
- Horno de calentamiento por radiación infrarroja

Equipo mecánico

- Prensa hidráulica 2000 Kg/cm<sup>2</sup> min.
- Presión de aire 7 Kg/cm<sup>2</sup>, tubos de 3/4" de diámetro mínimo
- Vacío 0.05 m<sup>3</sup> /min., tubos de 1 a 3" de diámetro, tanques de 0.5 a 3 m<sup>3</sup> que almacenan de 600 a 710 mm de Hg (24" a 28" Hg).

Aditamentos

- Marcos metálicos
- Mangueras
- Bases para sujetar el material
- Clamps
- Válvulas de bola



DEFECTO	CAUSA POSIBLE	SOLUCION SUGERIDA
<b>TERMOFORMADO BIDIMENSIONAL (doble línea)</b>		
• Burbujas en la zona de doblez	• Sobrecalentamiento de la pieza	• Disminuir temperatura y/o tiempo
• Arrugas en la zona de doblez	• Pieza demasiado fría	• Aumentar temperatura y/o tiempo
• Arqueo en la zona de doblez	• Sobrecalentamiento de la pieza	• Disminuir temperatura y/o tiempo
<b>TERMOFORMADO TRIDIMENSIONAL (con moldes)</b>		
• Burbuja o ampollas en la hoja	• Calentamiento muy rápido	• Reducir temperatura y/o tiempo del horno
• Detalles y formas incompletas	• Calentamiento no uniforme • Calentamiento insuficiente de la hoja • Vacío insuficiente	• Verificar y arreglar horno • Aumentar temperatura o tiempo de calentamiento • Mayor capacidad de tanques y bomba de vacío
• Cambio de color en la hoja	• Calentamiento excesivo • La hoja se adelgaza demasiado	• Reducir temperatura o tiempo de calentamiento • Incrementar el espesor de la hoja
• Alabeo o pandeo excesivo en la hoja	• Hoja muy caliente	• Disminuir temperatura y/o tiempo de calentamiento
• Marca por enfriamiento en la pieza formada	• Hoja demasiado caliente	• Disminuir temperatura y/o tiempo de calentamiento • Disminuir temperatura del molde
• Pequeñas arrugas o marcas irregulares	• Hoja muy caliente • Barrenos de vacío muy grandes	• Disminuir temperatura del horno • Rellenar y barrenar a un diámetro más pequeño
• Variación en el pandeo de la hoja	• No hay uniformidad de temperatura de la hoja	• Verificar y/o arreglar horno

DEFECTO	CAUSA POSIBLE	SOLUCION SUGERIDA
<b>TERMOFORMADO TRIDIMENSIONAL (con moldes)</b>		
• Arrugas durante el formado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Excesivo calentamiento de la hoja</li> <li>• Vacío insuficiente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminuir temperatura del horno</li> <li>• Verificar y/o corregir sistema de vacío</li> </ul>
• Líneas o zonas muy brillantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoja sobrecalentada</li> <li>• Aire atrapado entre el material y el molde</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminuir tiempo de calentamiento</li> <li>• Sand-blastear la superficie del molde</li> </ul>
• Mala apariencia de la superficie de la pieza	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vacío insuficiente</li> <li>• Hoja sucia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incrementar el número de orificios de vacío</li> <li>• Limpiar hoja</li> </ul>
• Distorsión excesiva o post-encogimiento después de desmoldar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pieza desmoldada demasiado rápido</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prolongar el ciclo de enfriamiento</li> <li>• Utilizar ventiladores</li> </ul>
• Excesivo adelgazamiento del espesor de la pared de la pieza	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Técnica inadecuada de termoformado</li> <li>• Hoja muy delgada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar otra técnica de termoformado</li> <li>• Aumentar el espesor del material</li> </ul>
• Torceduras de las piezas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pieza no enfriada convenientemente</li> <li>• Temperatura insuficiente del molde</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ajustar el ciclo de enfriamiento</li> <li>• Incrementar temperatura del molde</li> </ul>
• Marcas de encogimiento en las esquinas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Superficie del molde demasiado lisa</li> <li>• Vacío insuficiente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sand-blastear la superficie del molde</li> <li>• Verificar y/o corregir sistema de vacío</li> </ul>
• Pre-estiramiento de la burbuja no uniforme	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baja temperatura</li> <li>• Espesor desigual de la hoja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incrementar temperatura</li> <li>• Mayor tiempo de calentamiento a una menor temperatura</li> </ul>
• Esquinas de espesor delgado en formados de profundidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calentamiento inadecuado del molde</li> <li>• Calentamiento no uniforme de la hoja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumentar la temperatura del molde</li> <li>• Verificar y/o corregir la operación del horno</li> </ul>

DEFECTO	CAUSA POSIBLE	SOLUCION SUGERIDA
<b>TERMOFORMADO TRIDIMENSIONAL (con moldes)</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La pieza se amarra a la ayuda mecánica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El ángulo de salida es insuficiente</li> <li>• Baja temperatura de la ayuda</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumentar el ángulo de salida</li> <li>• Aumentar la temperatura</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La pieza se amarra al molde</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alta temperatura de la pieza</li> <li>• El ángulo de salida es insuficiente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminuir temperatura</li> <li>• Aumentar ángulo de salida</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las esquinas de la pieza se estrellan una vez en servicio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño inadecuado de la pieza</li> <li>• Concentración de esfuerzos en la pieza</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rediseñar pieza</li> <li>• Aumentar radios del molde</li> </ul>



# Técnicas de pegado

La lámina acrílica PLASTIGLAS puede ser pegada con solventes y adhesivos, formando uniones fuertes, durables y transparentes. La fuerza y apariencia de la unión dependerá del cuidado y destreza con que se realice. Practique en pequeñas piezas, mientras más experiencia tenga, un mejor acabado obtendrá.

## Preparación de la superficie

Es conveniente que las superficies no se forcen al unir, es más fácil trabajar cuando están planas o rectas. No necesitan preparación adicional las áreas de la lámina que formen parte de la superficie original, así como un corte limpio hecho con sierra. Pero si el área a unir tiene imperfecciones, es necesario lijarla o darle algún otro acabado hasta dejarla plana, lisa y a escuadra. No pula los lados a unirse pues se redondeará la superficie, disminuirá el área de contacto y se craqueará la unión. Siempre remueva la protección (papel o película) del área que se va a unir. Es bueno proteger la superficie cercana al área de pegado con cinta adhesiva que no sea afectada por el solvente o adhesivo, presiónela bien para que éstos no se filtren debajo de ella. La cinta debe ser removida después que la unión se haya realizado. Use solventes tales como cloruro de metileno, dicloruro de etileno, tricloroetileno, cloroformo, ether o acetona.

Algunas precauciones para trabajar con solventes:

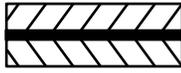
- Siempre trabaje en un área bien ventilada
- No fume, los solventes son inflamables y altamente volátiles
- Proteja su piel del contacto directo (se recomienda el uso de lentes de seguridad)

TIPOS DE ADHESIVOS		
TIPO	EJEMPLO	CARACTERISTICAS
Solventes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cloruro de metileno</li> <li>• Cloroformo</li> <li>• Acetonas</li> <li>• Tolueno</li> </ul>	Son líquidos de baja viscosidad, funden el acrílico en poco tiempo, su evaporación es rápida, pegan rápido.
Cementos Solventes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los mismos solventes + viruta de acrílico</li> <li>• AD-CRYL extra</li> </ul>	Se puede dar la viscosidad requerida rellenan huecos, pegan relativamente rápido
Adhesivos Polimerizables	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AD-CRYL III</li> <li>• PG-PLUS</li> </ul>	Son de la misma materia prima del acrílico, únicos estables a la intemperie, forman uniones muy resistentes

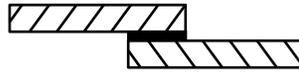
## Tipos de unión

Se pueden efectuar tipos de uniones como los que se trabajan en madera, estas uniones se pueden lograr por medios mecánicos o pegándolos con adhesivos. A continuación se enlistan los tipos de unión más comunes:

Sandwich



Traslape



En "V"



Recta o a "hueso"



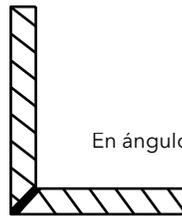
Mortero



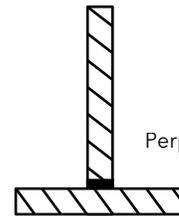
En este tipo de uniones se sugiere utilizar adhesivos polimerizable.



En ángulo a 90°



En ángulo a 45°



Perpendicular

En este tipo de uniones se pueden utilizar los tres grupos de adhesivos.

## Métodos de pegado

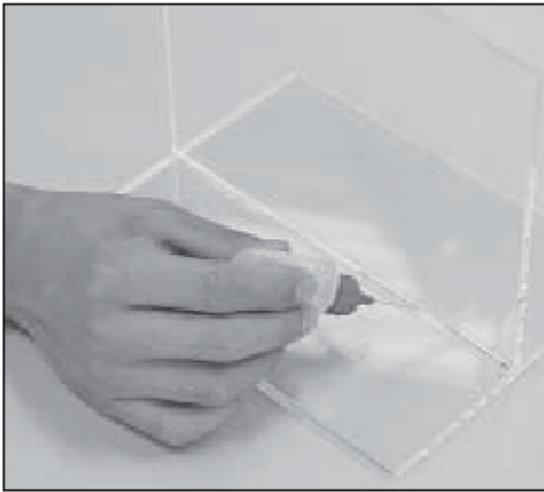
Existen métodos para el pegado con cualquier adhesivo de los grupos anteriormente mencionados, dependiendo del tipo de unión, forma de la pieza, volumen a producir y resistencia a esfuerzos. Los principales métodos son:

- Capilaridad
- Inmersión o remojo
- Técnicas de adhesivo polimerizable

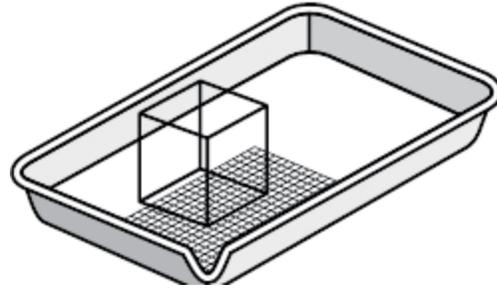
## Capilaridad

Es la acción de un adhesivo de baja viscosidad o solvente, de fluir entre las superficies de pegado.

Las superficies a unir deberán asentar correctamente y usando una jeringa hipodérmica, gotero o recipiente de boquilla estrecha, se aplica el adhesivo o solvente en un extremo el cual cubrirá toda el área a pegar.



Aplicado el solvente o adhesivo de baja viscosidad (de canto) este fluirá por acción capilar.



En el método de inmersión el material no debe reposar directamente sobre el fondo de la charola

## Inmersión o remojo

Se sumerge el canto de una de las piezas a unir directamente en el solvente de 3 a 5 minutos. Utilice una bandeja poco profunda de aluminio, acero inoxidable, acero galvanizado, vidrio o polietileno, para sumergir el acrílico.

Coloque una malla metálica dentro de la charola, para que el borde de su lámina no toque el fondo de la misma. Procure que la charola esté nivelada y vierta solvente dentro de ella sólo a cubrir uniformemente la malla metálica. Luego cuidadosamente coloque la orilla que se va a pegar dentro de la charola hasta que se apoye sobre la malla y sujétela con un soporte o con las manos mientras se remoja.

La parte en contacto se hincha y se disuelve ligeramente propiciando la unión. La pieza se retira permitiendo escurrir el exceso, se coloca en la parte a pegar y se mantienen las partes en firme contacto hasta que el solvente se evapore o la unión este firme.

La lámina de acrílico PLASTIGLAS debe ser reposada en el solvente de 1 a 5 minutos, dependiendo del espesor de la lámina, el tipo de solvente y la fuerza de pegado requerida. El tiempo de remojo (inmersión) debe ser el suficiente para que el canto de la lámina se hinche. Permita que escurra el exceso de solvente, sujetando la pieza en ángulo inclinado. Luego cuidadosamente, pero rápido, coloque la pieza remojada precisamente sobre la otra parte que se va a unir. Mantenga las partes unidas sin presionar, más o menos 30 segundos, para permitir que el solvente actúe en la superficie de la otra pieza y se evapore. Cuando las piezas estén unidas, manténgalas en firme contacto, sujetándolas de 5 a 15 minutos sin que se muevan.

## Adhesivo polimerizable

Este método es utilizado cuando no se pueden emplear los anteriores debido a que las partes no asientan correctamente o el área a pegar es difícil. Se aplica el adhesivo directamente al área de pegado con un recipiente de boquilla estrecha hasta rellenar, previamente deberá colocarse cinta adhesiva alrededor del área para protección.

Remueva el papel protector del área que va a unir y aplique el adhesivo cuidadosamente, con una brocha, espátula o con un recipiente de boquilla estrecha. Coloque cinta adhesiva o de enmascarar alrededor del área que se va a pegar para protegerla, ésta puede ser retirada después de unos 5 minutos, cuando el adhesivo aún está fresco. Coloque cuidadosamente adhesivo en uno de los lados de la unión y luego junte las piezas y manténgalas inmóviles un mínimo de 10 minutos.



Utilice cinta adhesiva para cubrir la parte que no debe tocar el adhesivo

## Otras técnicas de pegado

En la actualidad, gracias al desarrollo tecnológico, se cuentan con métodos muy revolucionarios para unir piezas de acrílico, a continuación se presentan dos técnicas muy versátiles:

Pistola de aire caliente para plásticos

Ahora los termoplásticos como el acrílico, PVC, polietileno y poliestireno entre otros, pueden ser fácilmente soldados o pegados, separados o doblados con una pistola de aire caliente.

Dependiendo de la aplicación, la herramienta se ajusta electrónicamente para proporcionar diferentes temperaturas, velocidades y el acoplamiento de diferentes boquillas.

La herramienta tiene un soplador que produce entre 50 y 230 litros de aire por minuto a temperaturas entre 1° y 700° C, dependiendo del tamaño de la boquilla que se le acople.

Como la herramienta puede ser finamente ajustada, se adecúa a soldar aún los termoplásticos más difíciles.

Sin boquillas, la herramienta proporciona gran cantidad de aire para calentar, separar, doblar o acelerar alguna reacción. Existen gran variedad de boquillas y accesorios que son adaptados a esta herramienta manual en unos cuantos segundos.

#### Ultrasonido

Es un método de ensamble, unión o procesamiento eficiente, rápido, limpio, de partes termoplásticas rígidas y películas.

Varias técnicas de ensamble por ultrasonido son usadas por todos los segmentos de la industria para unir plástico con plástico, y plástico a partes metálicas u otros materiales no plásticos así como la inserción de elementos reemplazando o excluyendo el uso de solventes, adhesivos, sujeciones mecánicas y otros productos.

Una alta frecuencia de energía eléctrica es suministrada a un convertidor (un componente que convierte la energía eléctrica a una energía mecánica vibratoria a frecuencias de ultrasonido). La energía vibratoria producida por el convertidor, es entonces transmitida a través de un dispositivo de amplitud modulada llamado "booster to the horn" -sonotrodo-. Esta es una herramienta acústica que transfiere esta energía vibratoria directamente a las partes que van a ser unidas. Las vibraciones son pasadas a través de la pieza de trabajo hacia el área de unión, en donde la energía vibratoria es convertida a calor por fricción que funde el plástico. Cuando se alcanza este estado de fundición, la vibración se para; se mantiene brevemente la presión en las piezas mientras solidifican las partes fusionadas creando una fuerte unión molecular entre ellas. Los ciclos normalmente son menores a 1 segundo, y la unión alcanza la apariencia del material de la pieza.

	MATRIZ DE PEGADO ACRILICO vs. OTROS MATERIALES									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ACRILICO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PVC ESPUMADO	X			X		X	X		X	X
POLIESTIRENO	X	X	X	X		X	X			X
ALUMINIO			X	X	X	X	X			X
FIERRO			X	X	X	X	X			X
MADERA			X		X	X	X			X

- 1: Solventes
- 2: Cementos solventes
- 3: Polimerizables
- 4: Cianoacrilatos (Crazy Kola LokaMR)
- 5: Epóxicos
- 6: Películas
- 7: Cintas adhesivas
- 8: Ultrasonido
- 9: Soldadura aire caliente
- 10: Sujeciones mecánicas (tornillería)

# Guía de problemas y soluciones



DEFECTO	CAUSA POSIBLE	SOLUCION SUGERIDA
<b>PEGADO</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La pieza presenta craqueo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Superficie o cantos pulidos o brillados</li> <li>• Adhesivo polimerizable sobrecatalizado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No pulir o brillar</li> <li>• Verificar y corregir formulación</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Burbujas (aire atrapado) en cantos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Canto con huella de corte</li> <li>• Solvente inadecuado</li> <li>• Técnica de pegado insuficiente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asentar canto con router</li> <li>• Cambiar a otro tipo de adhesivo</li> <li>• Practicar técnica</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Burbujas entre las superficies de pegado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poca presión</li> <li>• Adhesivo inadecuado</li> <li>• Técnica de pegado insuficiente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumentar presión</li> <li>• Cambiar a otro tipo de adhesivo</li> <li>• Cambiar de técnica</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Haze o nebulosidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contacto con vapores de solventes</li> <li>• Superficie con grasa o silicón</li> <li>• Presencia de humedad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminuir tiempo de contacto</li> <li>• Limpiar con agua y jabón o hexano</li> <li>• Secar superficie</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Amarillamiento de la unión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adhesivo polimerizable sobrecatalizado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar y corregir formulación</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Despegado o delaminado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Superficie con grasas o silicones</li> <li>• Adhesivo inadecuado</li> <li>• Tiempo de pegado insuficiente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpiar con agua y jabón hexano</li> <li>• Cambiar adhesivo</li> <li>• Aumentar el tiempo</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pobre resistencia a esfuerzos mecánicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adhesivo inadecuado</li> <li>• Tipo de unión inadecuado</li> <li>• Adhesivo polimerizable inadecuado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambiar adhesivo</li> <li>• Cambiar tipo de unión</li> <li>• Cambiar adhesivo</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Curado incompleto (Gel)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Catalización deficiente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar y corregir formulación</li> </ul>



# Acabado

A la lámina acrílica PLASTIGLAS, se le pueden dar diferentes acabados como pintado con pistola de aire, serigrafía, metalizado, etc.

## Aspersión

Es el método de pintado donde se utiliza la pistola de aire, siendo el más común. La lámina acrílica PLASTIGLAS puede ser pintada con uno o más colores, usando técnicas comunes de enmascarillamiento o plantillas. Se pueden utilizar esmaltes o lacas acrílicas de preferencia, ya que son perfectamente compatibles con el acrílico, evite aquellas que contengan solventes (acetonas, toluol o thinner).

Para lograr un mejor acabado con la pistola de aire es mejor aplicar varias capas ligeras que una sola pasada de pintura espesa. La película enmascarante (latex) es particularmente útil cuando se van a aplicar varios colores. Al usar thinner, siga las instrucciones del fabricante cuidadosamente, el mal uso o exceso de cantidad puede causar serios defectos en la superficie del acrílico.

## Serigrafía

Este método se utiliza para diseños en donde se requieren varios colores o cuando el grafismo tiene cierta complejidad o se quiere repetir el diseño en una forma exacta y a bajo costo. El equipo para la serigrafía consiste básicamente de: un marco base, barra con bisagra, una malla y un rasero.

Comúnmente las plantillas son hechas con clichés fotográficos. En relación a las tintas es importante utilizar aquellas que son base acrílicas o epóxicas, también se pueden utilizar tipo base solventes siempre y cuando no se vaya a realizar un pegado; cuando se vaya a realizar un laminado o pegado se recomienda utilizar base acrílica o epóxica, dejar secar la tinta por espacio de 24 hrs. y aplicar el adhesivo en el acrílico que no tiene impresión.

## Metalizado

El acrílico se puede metalizar con el proceso de alto vacío y partículas de aluminio o de titanio. Generalmente este tipo de acabado se efectúa por maquila debido a que el proceso es muy delicado y la maquinaria tiene un alto costo.

El acabado que presenta es similar al espejo, adicional a que se puede metalizar en una gama muy amplia de colores.

## Matizado

Este acabado se puede lograr por diferentes métodos, el primero consiste en lijar la pieza con una lija de agua; entre más fina sea la lija el acabado será más uniforme, se recomienda utilizar lija del No. 400 ó 600, es importante señalar que se pueden obtener dos tipos de textura ya sea lijando en seco o con agua. El segundo método consiste en sumergir la pieza en solventes o ácidos fuertes, es más recomendable los primeros debido a que su manejo no es tan riesgoso como con los ácidos. Se recomienda usar cloruro de metileno, tolueno o algún otro solvente similar, el grado de textura que puede lograr el acrílico está en relación al tiempo en que se deje la pieza en contacto con el solvente.

## Sand blast

El "sand blast" consiste en hacer pasar arena muy fina por medio de una boquilla a presiones de aire muy altas, obteniendo así un equipo idóneo para matizar piezas en acrílico. La textura que se obtiene es muy uniforme y se pueden matizar tanto piezas completas como áreas específicas utilizando enmascarillantes. Existen dos tipos de máquinas de "sand blast", las tradicionales que manejan exclusivamente aire y las hidrosandblasteadoras que utilizan agua.

## Hot stamping

El estampado en caliente es una técnica que se puede emplear con alta calidad y excelente acabado en piezas de acrílico. Se utiliza principalmente en impresos como llaveros, piezas de dominó, agitadores y otros artículos publicitarios. La maquinaria que se emplea normalmente es manual y lo único que requiere es de un cliché grabado en metal (entre más realzado sea el grabado, más profundo será el estampado), el estampado se realiza ejerciendo presión a la vez que se aplica calor sobre el cliché y la pieza a grabar, adicionalmente se puede imprimir con colores básicos y metálicos.



DEFECTO	CAUSA POSIBLE	SOLUCION SUGERIDA
<b>ASPERSOR (pistoladeaire)</b>		
• Craqueo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilización de pinturas base solvente</li> <li>• Limpieza con solventes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambiar a pinturas base acrílica o epóxica</li> <li>• Limpiar con solución de agua jabonosa</li> </ul>
• Lagrimeo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pintura diluida o rebajada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mezcla más homogénea</li> </ul>
• Descascarado (pobre anclaje al sustrato)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Secado demasiado rápido</li> <li>• Superficie sucia, no desengrasada</li> <li>• Capa delgada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminuir solvente</li> <li>• Limpiar superficie con agentes químicos adecuados</li> <li>• Aumentar espesor</li> </ul>
<b>SERIGRAFIA</b>		
• Craqueo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilización de tintas base solvente</li> <li>• Limpiar con solventes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambiar a tintas base acrílica o epóxica</li> <li>• Limpiar con solución de agua jabonosa</li> </ul>
• Tinta corrida	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Malla demasiado abierta o saturada</li> <li>• Tinta diluida</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambiar a malla más fina o limpiar malla</li> <li>• Mezcla más densa</li> </ul>
• Descascarado (pobre anclaje al sustrato)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Superficie sucia, no desengrasada</li> <li>• Tinta inadecuada para acrílico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpiar superficie con agentes químicos adecuados</li> <li>• Cambiar de tinta</li> </ul>
• Lagrimeo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pintura demasiado aguada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espesar pintura</li> </ul>

**IMPORTANTE: PLASTIGLAS de México S.A. de C.V. no asume ninguna responsabilidad legal por las sugerencias y datos proporcionados en este manual, mismos que están basados en información que consideramos verdadera, la ofrecemos de buena fé, pero sin garantía, debido a que las condiciones de transformación y uso del producto están fuera de nuestro control.**



# USO GENERAL

[www.plastiglas.com.mx](http://www.plastiglas.com.mx)

