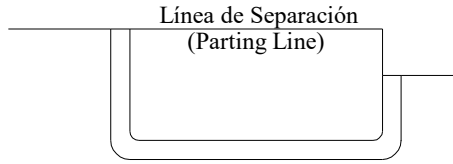


## Sugerencias Básicas para el Diseño de Piezas Termoendurecidas

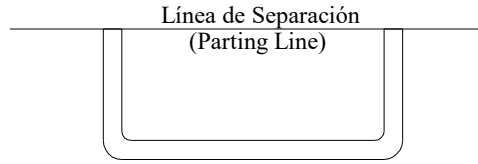
La decisión sobre qué método de moldeo termoendurecido debería ser usado para producir una pieza dada normalmente la hace el usuario final y el moldeador. También es recomendable que mientras la pieza está todavía en la fase de diseño, el diseño previsto debería ser discutido con el suministrador del material. Los artículos que deberían ser discutidos deberían incluir pero no estar limitados al: método de moldeo, colocación de entrada, colocación de espiga de expulsión, las tolerancias, colocación de la línea de separación y acabado de la pieza. La mayoría de compuestos de moldeo termoendurecido de PLENCO pueden ser formulados para el uso en cualquier de los procesamientos de moldeo termoendurecido. Independientemente del método de moldeo termoendurecido que se use, se recomiendan algunos fundamentos básicos de diseño. Los ingenieros de diseño de productos deberían considerar estos fundamentos en su diseño para ayudar a lograr una pieza de calidad, con un coste económico, tanto en términos del precio de material como del molde mismo.

### Línea de Separación

Cuando se diseña una pieza, se debería considerar la colocación de la línea de separación. El moldeo de piezas con una mínima rebaba en la línea de separación es importante para asegurar que la fuerza y la cavidad se ajustan bien y sellan apropiadamente. Si es posible, las **líneas de separación contorneadas o escalonadas** deberían ser evitadas porque telescpear las secciones de moldeo añade coste al molde, aumenta el mantenimiento del molde y puede subir los costes de acabado de la pieza.

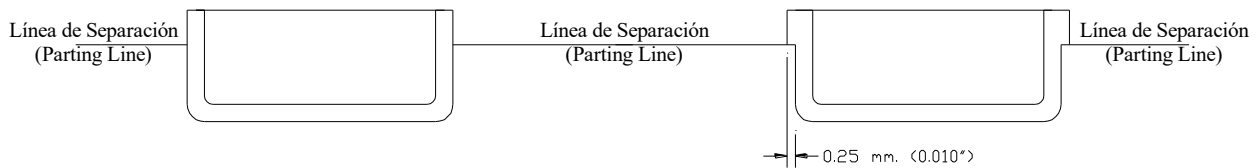


Línea de Separación Escalonada  
(Stepped Parting Line)



Línea de Separación Convencional  
(Conventional Parting Line)

Si la línea de separación está posicionada en una pared lateral de la pieza, es casi imposible construir un molde sin un poco de desigualdad entre la fuerza y la cavidad. Esto es más fácil de lograr en partes circulares pero es difícil de lograr en las partes rectangulares y de formas raras. Si es necesario posicionar la **línea de separación en una pared lateral**, una desigualdad definida de 0.25 – 0.38 mm (0.010" – 0.015") entre la fuerza y la cavidad puede ser incorporada en el diseño de la parte.



Punto Medio de la Línea de Separación  
(Midpoint Parting Line)

Diseño de Línea de Separación Desigualado  
(Mismatched Parting Line Design)

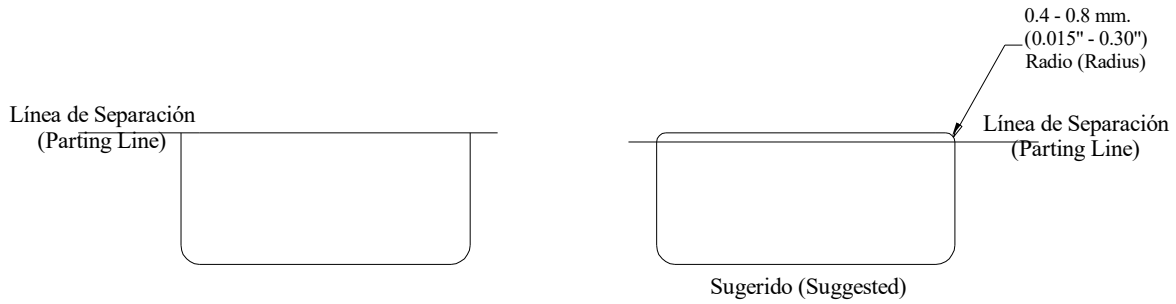
Otra manera es añadir 0.25 mm (0.010") de **cordón de soldadura** alrededor de la parte que está en la línea de separación.



Punto Medio de la Línea de Separación  
(Midpoint Parting Line)

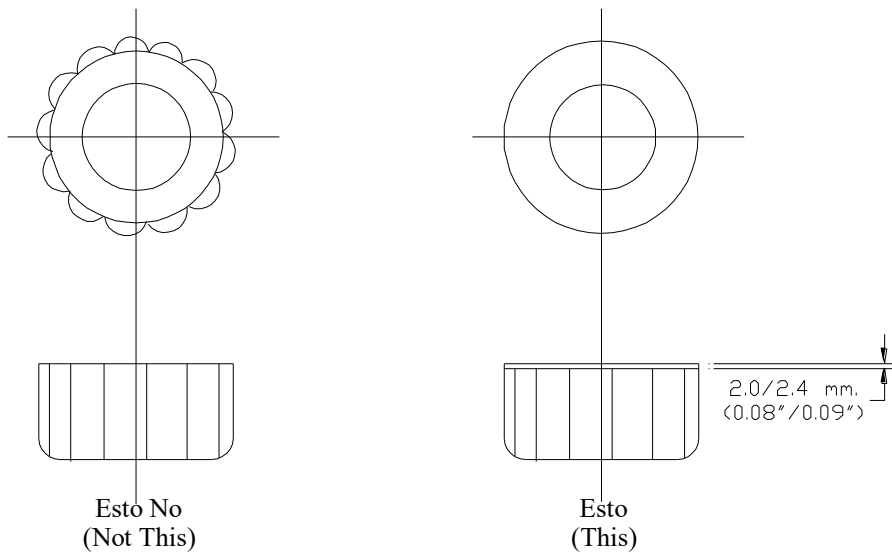
Diseño de Línea de Separación  
con Cordón de Soldadura  
(Beaded Parting Line Design)

Si la **saltadura o la rotura en la línea de separación** es un problema posible, diseñar con un radio de 0.4 – 0.8 mm (0.015" – 0.030") en la línea de separación puede ser una ayuda para eliminar o reducir este problema.



### Radio en la Línea de Separación (Radius at Parting Line)

Las partes con **decoraciones verticales o acanaladuras** deberían detenerse antes de la línea de separación por alrededor de 2 mm (0.080") para permitir la facilidad de eliminación de rebaba.



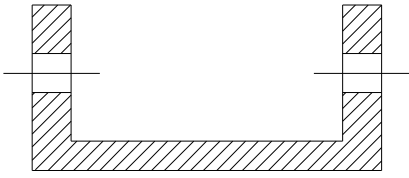
### Línea de Separación para Pieza con Acanaladura (Parting Line for Fluted Part)

## Núcleos Laterales

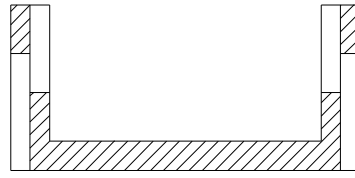
Cuando se diseña una pieza, el diseñador necesita mantener en mente que cualquier acción de molde que obstruya o bloquee la expulsión de la pieza desde la cavidad se conoce como una **contrasalida** y requerirá una construcción de molde especial para permitir el moldeo de la pieza. Por lo tanto, una pieza debería estar diseñada sin contrasalidas cuando sea posible. Si es necesario tener una **contrasalida externa**, el molde puede estar diseñado usando **núcleos laterales externos**, que pueden ser activados por cilindros hidráulicos o levas de deslizamiento. Otro método de moldeo en una contrasalida es a través del uso de **secciones de molde desmontables**. A causa del costo y las tasas de producción muy reducidas logradas cuando se usan núcleos sueltos, este método es usado raramente hoy en día. Debería ser notado que añadir los núcleos laterales a un molde, aumenta el coste inicial de la herramienta y también aumentará los costes de mantenimiento de molde. Los núcleos laterales también pueden limitar el número de cavidades que un molde pueda contener. Los costos por parte de las piezas pueden aumentar debido a las tasas de producción reducidas, los costos de mantenimiento de molde más altos y la necesidad para acabado adicional a causa de la rebaba donde los núcleos laterales se unen con la fuerza.

**Contrasalidas internas** son mucho más complicadas y usualmente requieren el uso de secciones desmontables de molde, núcleos de pérdida, núcleos partidos, o núcleos laterales que son activados por levas de deslizamiento o cilindros hidráulicos. En unos casos es necesario maquinar la contrasalida en una operación de acabado secundario.

Si es necesario tener un **agujero lateral completo**, el molde puede ser diseñado para permitir que el agujero sea producido sin necesidad de tener los núcleos laterales. Esto puede requerir la alteración del diseño, lo que requeriría la aprobación de todas las personas involucradas (Véase el dibujo abajo)



Agujero Lateral  
 Moldeado o Taladrado  
 (Molded or Drilled Side Hole)



Telescopeando Secciones  
 de Molde para formar  
 un Agujero Moldeado  
 (Telescoping Mold Sections  
 to Form Molded Hole)

## Rincones

Los **rincones internos** afilados deben ser evitados cuando sea posible. Estos pueden ser la fuente de grietas, debilidad de la pieza y pueden también afectar como se llene la pieza. Generalmente, el radio más grande en un rincón interno es mejor, hasta un radio de alrededor de 3.18 mm ( $1/8$ " ). Un radio más grande de 3.18 mm ( $1/8$ " ) no es probable que mejore la fuerza o la apariencia de las piezas más allá del de 3.18mm ( $1/8$ " ) radio. El mínimo radio para un rincón interno debería ser 0.76 mm (0.030" ). Sin embargo, si un radio de 0.76 mm (0.030" ) no es posible, un radio de 0.25 mm (0.010" ) es mejor que ningún radio. También es buena idea hacer el radio de los **rincones externos** de las piezas, ya que reduce las probabilidades de que se piquen o rompan las piezas durante el manejo. Las guías para un radio en un rincón externo son las mismas que las que están listas en el párrafo anterior para rincones internos.

## Grosor de la Pared

Es una buena práctica evitar diseñar una pieza con **áreas transversales muy delgadas**. Las secciones transversales delgadas son propensas a picarse y romperse durante el manejo y son propensas a que se produzcan esfuerzos moldeados interiores, los cuales pueden causar deformación y piezas débiles. Estas áreas también restringirán el flujo y tienen la tendencia a ser los últimos lugares en llenarse. Como resultado, el aire y los volátiles están atrapados en estas áreas, lo que puede causar manchas en la superficie de molde.

Típicamente sugerimos un grosor mínimo de la pared de 2.03 mm (0.080") para todos nuestros materiales termoendurecidos. Sin embargo, hay muchas aplicaciones termoendurecidas que se han diseñado exitosamente con paredes aún más delgadas. Unas cuantas razones por esto es el diseño total de la pieza y las presiones que habrán sido impuestas en las paredes durante su uso. Por lo tanto, cada aplicación necesita ser revisada para determinar cuál debería ser su grosor mínimo de la pared.

**Las áreas transversales gruesas** también deberían ser evitadas porque serán el factor limitante en la curación de la pieza y también pueden causar deformación de la pieza debido a tener una tasa de encogimiento diferente que el resto de la pieza.

Los diseñadores deberían procurar diseñar todas las piezas con **secciones de pared uniformes** para evitar los problemas de picarse, romperse y deformarse como fue mencionado arriba. Además una sección de pared uniforme es deseable desde el punto de vista de los tiempos del ciclo. Una pieza con un grosor de pared uniforme de .29 mm (0.090") va a curar más rápido que la misma pieza con paredes que son de 2.54 mm (0.100") en algunas áreas y 2.03 mm (0.080") en otras.

### **Ángulo de Desmoldeo –**

El ángulo de desmoldeo debería ser provisto en las paredes paralelas a la línea de estiraje. Si la pieza se queda en la fuerza, el ángulo de desmoldeo en la cavidad debería ser más grande que hay en la fuerza (p.ej. el ángulo de desmoldeo de la cavidad es  $1\frac{1}{2}^{\circ}$  mientras el **ángulo** de desmoldeo de la fuerza es  $\frac{1}{4}^{\circ}$ ). Si la pieza se queda en la cavidad, el ángulo de desmoldeo será el opuesto. Se sugiere que el **ángulo de desmoldeo** para la mayoría de las piezas sea  $1^{\circ}$  hasta  $2^{\circ}$ . En casos donde las dimensiones necesitan ser mantenidas en una tolerancia muy apretada o cuando se usan compuestos de vidrio llenados u otros compuestos de moldeo fenólicos de encogimiento, un menor ángulo de desmoldeo puede ser usado. Las piezas moldeadas con compuestos de moldeo poliésteres termoendurecidos necesitan más ángulo de desmoldeo a causa de su superficie que abrasa fácilmente. Más **ángulo de desmoldeo** significa menos resistencia en la superficie de las piezas y por lo tanto, menos probabilidad para que abrase o estropee las piezas.

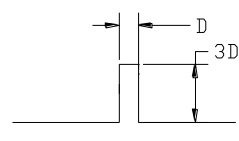
**Los acabados de mate o grano** deberían ser evitados cuando sea posible en las paredes laterales que están en la dirección de eliminación de la pieza. La razón de esto es que texturar estas paredes laterales puede crear una contrasalida y cerrar las piezas en el molde. Si se requiere una pared lateral texturada, la textura necesitará ser muy poco profunda y la pieza necesitará un **ángulo de desmoldeo** generoso. Se sugiere que un **ángulo de desmoldeo** de  $2^\circ$  por cada 0.025 mm (0.001") de profundidad de textura, sea usado en las paredes laterales texturadas.

## Nervios

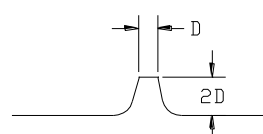
Los nervios usualmente son añadidos por razones de refuerzo, pero también son añadidos para ayudar a bajar la deformación o para funcionar como canales interiores para mejorar el flujo de material a las áreas que pueden ser difíciles llenar. Los **nervios** deberían ser menores de una mitad del grosor de la pared en la que están adjuntados. También debería haber un radio generoso en la junta entre la pared y el nervio. Esto está hecho para ayudar a prevenir la aparición de "marcas oscuras" en la superficie de la pieza opuesta de los nervios. Normalmente, la **altura del nervio** no debería exceder 3 veces el grosor de la pared en la que está adjuntado y está diseñado con un ángulo de desmoldeo generoso en ambos lados.

## Protuberancias

Las protuberancias son clavos o tacos salientes y son usados para el refuerzo de los agujeros o en el montaje de la pieza. La **altura de las protuberancias** no debería ser más de dos veces del diámetro. La protuberancia debería estar diseñada con un ángulo de desmoldeo generoso y también un radio generoso en su fondo.

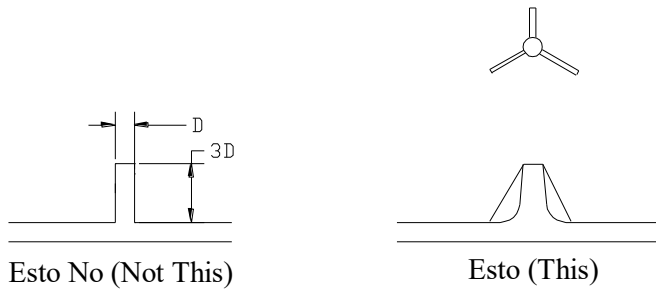


Esto No (Not This)

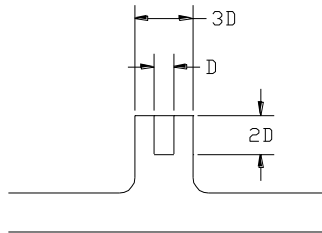


Esto (This)

Si es absolutamente necesario tener una **protuberancia con más altura**, pueden añadirse tres o cuatro nervios al diámetro exterior para fuerza. Los nervios también deberían ayudar a la eliminación de la pieza y en el flujo de material en el extremo de la protuberancia. También debería haber un radio generoso en el fondo de la protuberancia.



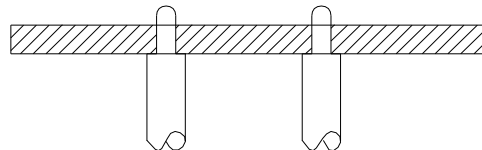
Si una **protuberancia** está diseñado **con un agujero en la mitad**, el diámetro de la protuberancia debería ser igual de 3 veces el diámetro del agujero. Esto se aplica a las protuberancias con agujeros hasta 12.5 mm ( $1/2$ " ) en diámetro.



Diseño de Protuberancia  
con Agujero Nucleado  
(Cored Boss Design)

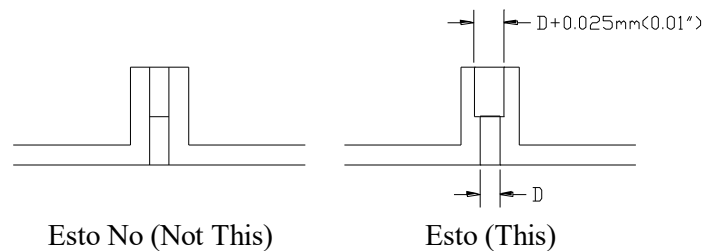
## Agujeros

Agujeros continuos o bolsillos ciegos deberían ser formados por las inserciones de molde que pueden ser reemplazados fácilmente si están dañados o desgastados. Como las espigas que forman los agujeros están sujetas a presiones que pueden hacer que se tuerzan o se rompan, sugerimos que las espigas para **agujeros de núcleo o bolsillos ciegos** se limiten en longitud a 2 veces el diámetro de la espiga. Si la **espiga de núcleo está pilotada** en la mitad de estación del molde, un diámetro más largo mediante los agujeros pueden ser logrado. Pilotar las espigas de núcleo en la otra mitad del molde cambiará la dirección de la rebaba para que no afecte así el diámetro del agujero.



Espigas de Núcleo Pilotadas  
(Piloted Core Pins)

Pueden hacerse **agujeros de cordón muy largos** poniendo las espigas de núcleo en ambas mitades del molde que unen en la mitad. Cuando se usa las **“espigas de unión”**, es necesario que una de las espigas sea más grande en diámetro que la otra espiga. Esto eliminará la desigualdad de las dos espigas. Normalmente sugerimos que la espiga más grande sea al menos de 0.025 mm (0.010”) más grande que su equivalente.



Es importante mantener en mente que mientras el material está forzado a dividirse y a fluir alrededor una espiga de núcleo o cualquier obstrucción, una **línea de punto o de soldar** puede aparecer en el lado opuesto de la obstrucción mientras las dos frentes de material se juntan. Las líneas de punto típicamente son más débiles que el cuerpo principal de la pieza y es una buena idea tratar de localizar cualquier línea de punto para que no afecte así la dureza completa de la pieza. Generalmente esto se consigue cambiando la colocación de la entrada, lo que obliga a que la línea de punto se forme en un área que estará sujeta a presiones menores.

### **Agujeros Roscados**

Muchas partes termoendurecidas se montan con tornillos. Los filetes pueden ser formados en las piezas en un número de maneras. Los filetes pueden ser moldeados en la pieza con los núcleos roscados, pueden ser añadidos en una operación de post moldeo de fileteado o inserciones de metal moldeadas pueden ser usadas. En unos casos, los tornillos de auto fileteado son usados en el montaje.

Un método común usado para producir los **agujeros roscados**, es moldear las inserciones desmontables en las piezas. Cuando se quiten estas inserciones, dejan un agujero fileteado en la pieza. Recuerde por favor que el **encogimiento** del material tiene que ser considerado en todas las **tres** direcciones cuando se diseñe la inserción de molde desmontable.

Si se decide hacer un **fileteado** en una operación de postmoldeo como mejor manera de obtener un agujero roscado, sugerimos que los fileteados de carburo sean usados en vez de acero de alta velocidad o fileteados de nitrado porque los materiales de moldeo fenólicos pueden ser abrasivos.

Si una pieza se moldea en un **material de poliéster**, el mejor método para obtener un agujero roscado es con el uso de **inserciones de metal moldeadas**. También, las **inserciones de metal moldeadas** deberían ser usadas en casos donde la pieza sea ensamblada y desensamblada muchas veces. Es importante recordar que **el grosor de la pared** alrededor el agujero roscado o alrededor la inserción debería ser igual que el de la inserción o el diámetro de filete, por otra parte, puede experimentar algún agrietamiento cuando las piezas se encogen.

En los materiales que tienen una superficie endurecida como los fenólicos y los melaminofenólicos, es posible usar **tornillos que se autofiletean** para ensamblar las piezas que no necesitan ser ensambladas y desensambladas con frecuencia. Los tornillos que se autofiletean de tipo de alambre funcionan muy bien en los materiales termoendurecidos. La información de diseño provista por el fabricante de tornillo especificará el diámetro y la profundidad del agujero requerido y sus tornillos. Es importante recordar que cuando una protuberancia contiene un agujero enucleado para un tornillo que auto filetear, el diámetro externo de la protuberancia necesita ser 3 veces el diámetro del agujero enucleado.

## Aparatos de Enfriar

Las superficies absolutamente planas o las paredes laterales estrechas son muy difíciles de moldear debido al encogimiento de los materiales. La **deformación** es aproximadamente proporcional a la cantidad de encogimiento de material. Esto es porque un material con flujo de inyección usualmente tendrá más problemas de deformación que un flujo de transferencia del mismo producto. Las tolerancias de llanura deberían permitir que hubiera alguna deformación debido al encogimiento de material. Mantener una pieza plana será necesario para usar aparatos de **“enfriamiento”** o **“de cierre.”** Estos son aparatos que mantienen mecánicamente una pieza fresca de la prensa en una posición prescrita hasta que se ha enfriado lo bastante para quedar en esta posición. Cuando se usan **aparatos de enfriamiento**, es importante cargar la pieza en el aparato tan pronto como sea posible. Cuanto más tiempo dure cargar el aparato de enfriarse, menos efectivo será el aparato. Tomar más tiempo de 10 a 15 segundos para cargar el aparato de enfriamiento puede tener como resultado piezas que el aparato no pueda mantener dentro de la tolerancia de llanura.

## Resumen

Cada diseño de pieza presentará sus propios desafíos únicos en cuanto a diseñar un molde para producir la pieza. Las sugerencias de diseño que han sido presentadas, estudian algunos de los problemas más comunes que moldeadores y usuarios finales tienen cuando diseñan una pieza que se moldea de materiales termoendurecidos. Antes de empezar a construir un molde para producir una nueva pieza, la pieza propuesta y el diseño de molde deberían ser discutidos completamente por el usuario final, el moldeador, el fabricante de molde y el suministrador de material. Este tipo de discusión puede revelar problemas posibles para que puedan solucionarse antes de construirse el molde. Recuerde, es más fácil cambiar el diseño de la pieza o el diseño de molde antes de empezar a construir el molde que después de que esté en la prensa y listo para moldear las primeras muestras.