

# La ciencia de doblar hoja perforada y placa diamantada

La tecnología de prensa dobladora y plegadora asegura que la hoja perforada y la placa diamantada no se muevan de manera inesperada durante el doblado

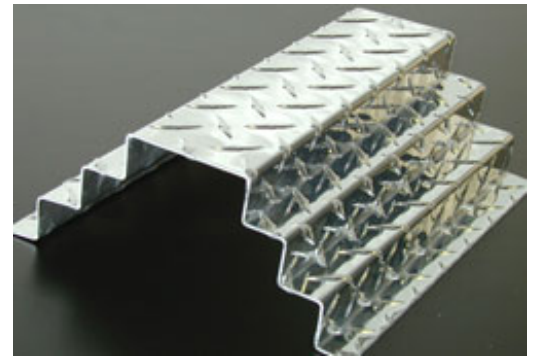
By [Tim Heston](#)

September 13, 2011

Si alguna vez usted ha tenido que doblar hoja perforada o placa diamantada, sabe que puede ser una verdadera lucha. El material no se quedará quieto a menos que esté sujeto, y eso es sólo el principio. Este artículo da consejos sobre cómo trabajar con estos materiales difíciles de manejar.

## Figura 1

Esta placa diamantada se dobló usando un dado rotacional, el cual elimina los problemas de ángulo y posicionamiento de la pieza de trabajo que se encuentran comúnmente cuando un dado tradicional en V golpea al diamante. Foto cortesía de Fab Supply Inc



La placa diamantada y la hoja perforada tienen características de doblado que desconciertan y causan frustración; no se quedan quietas, se desplazan ligeramente, se ladean, actúan como si tuvieran vida propia, y en cierto sentido, la tienen; se quieren doblar en su punto más débil, la trayectoria de menos resistencia —y es posible que no esté en la línea de doblez deseada.

Para resolver estos problemas, es posible que los fabricantes necesiten ver más allá del doblado típico con aire con un punzón y dado en V. Aunque las alternativas de doblado varían, tienen un punto en común: se sujetan para asegurar que la pieza de trabajo permanezca donde debe estar.

## Diamante con cuidado

La placa diamantada y los dados en V rara vez se llevan bien. Para empezar, el doblado con aire con un punzón y dado en V puede producir placa diamantada con longitudes de pestaña inconsistentes. “Tiene que ver con la forma en que el material desciende al dado en V cuando se está formando”, dijo John Wold, presidente de Fab Supply Inc., Addison, Ill. “Si la acción de descenso es consistente, la longitud de pestaña será consistente. Así de simple”.

La placa diamantada con ángulos y longitudes de pestaña inconsistentes causa estragos en el departamento de soldadura. “Esto significa que sus soldadores están gastando demasiado tiempo en hacerles trabajo de herrería a esas partes antes de soldarlas”, dijo Wold. “La gente puede no atribuir esos costos al departamento de doblado, pero debería”. Eliminar inconsistencias en sus longitudes de pestaña y ángulos resultará en un aumento importante en la producción de su departamento de soldadura”.

La raíz del problema está en esos puntos individuales de contacto en los radios de ataque—los dos puntos inferiores de contacto en un doblez de tres puntos. Dado que los diamantes, o rodaduras, rara vez hacen contacto con los radios de ataque del dado de la misma forma para cada doblez, los resultados varían típicamente. Como los golpes a la velocidad de doblado, las rodaduras de diamante que bajan hacia el dado en V pueden quedarse colgando en ese borde de ataque, causando que un lado del doblez baje hacia la V más que el otro lado. El descenso desigual crea una pestaña ligeramente más larga o más corta de lo que debería ser.

El calibre del espesor del material tiene sus propias idiosincrasias cuando se trata de placa diamantada, dijeron las fuentes. Dependiendo de dónde golpeen los diamantes los radios de ataque, la operación puede actuar como si el material fuera más grueso o más delgado, y dicha variación puede afectar al ángulo resultante.

Considere un material y un ajuste de prensa para un espesor de material de 3/16 de pulgada, medido desde

la parte superior del diamante hasta la parte inferior del material, pero sólo  $\frac{1}{8}$  de pulgada medido desde la parte plana entre los diamantes hasta el lado inferior de la hoja. Durante el doblado con aire, la pieza de trabajo entra en contacto con el dado en V en dos puntos, en los radios de ataque. Si esos puntos entran en contacto con el material en el vértice de los diamantes, el espesor del material es  $\frac{3}{16}$  de pulgada, pero también es probable que los puntos hagan contacto con el metal entre los diamantes, cambiando el espesor del material medido de  $\frac{3}{16}$  a  $\frac{1}{8}$  de pulgada. Ese cambio puede alterar el ángulo resultante.

En otras circunstancias, el doblado en V para evitar la variación del ángulo podría ser una opción—pero no para placa diamantada, la cual puede estropearse o aplastarse conforme se aprieta entre el punzón y el dado. Un dado doblando en V dicho material tampoco durará mucho.

El daño a la rodadura sigue siendo un problema, incluso cuando se dobla con aire. Como explicó Wold, “debido a la carga extremadamente concentrada, los radios de ataque realmente pueden clavarse en los diamantes, dañando el material y creando un borde muy filoso, peligroso e inaceptable”.

Patrones de rodadura irregulares—sin líneas rectas de diamantes de rodadura—complican la situación aun más, y nuevamente es debido a esos dos puntos de contacto con el dado en V. Considere una placa con una línea de doblez que va diagonal al patrón de rodadura. Una vista frontal de la cama de la prensa revela serios problemas. A la izquierda, un vértice de diamante puede hacer contacto con el radio de ataque, y a la derecha el metal puede golpear el radio entre diamantes. Esto empuja la pieza de trabajo descentrándola tan pronto como el punzón empieza a doblar. “La pieza de trabajo se tuerce, dejando de estar paralela a la superficie del dado”, explica Carl Michelsen, vicepresidente de ingeniería de Polyurethane Products, Addison, Ill. Esto, dice, puede llevar a serias inconsistencias en el doblado.

### Figure 3

Las almohadillas de uretano proporcionan una superficie que soporta la placa diamantada y la hoja perforada durante el doblado. El punzón descendente sujeta el material en su sitio. Foto cortesía de Acrotech Inc.



## Herramientas para diamantes de doblado

Las herramientas que sujetan y mantienen la pieza de trabajo durante el formado con frecuencia eliminan estas dificultades. Una opción es el dado rotacional, que tiene elementos rotatorios en frente y atrás de la línea de doblez (vea la **Figura 1** y la [Figura 2](#)). El dado empieza plano y, conforme el punzón desciende, rota en una forma en V. La superficie de contacto plana y el dado descendente proporcionan un contacto estrecho con la pieza de trabajo y actúan como esa importantísima acción de sujeción.

Asegurado entre el punzón y las superficies del dado rotacional, el metal si acaso tiene un descenso mínimo durante el doblado. La variación en el espesor tampoco es un problema, debido a que las superficies del dado son suficientemente anchas para cubrir múltiples rodaduras, haciendo imposible para el dado hacer contacto con la superficie entre los diamantes. La placa diamantada además no puede quedarse atrapada en el radio de ataque, debido a que el dado no tiene radio de ataque. El contacto del dado ha cambiado de dos puntos (como en un dado típico en V) a una superficie amplia.

Las almohadillas de uretano del dado proporcionan una superficie, eliminando complicaciones inherentes con el dado en V. Esta configuración involucra un punzón de acero y una almohadilla de uretano en la parte inferior en un retenedor de acero con una espiga que puede ser insertada en la prensa dobladora. La almohadilla de uretano se mueve hacia arriba y alrededor de la pieza de trabajo en cualquiera de los lados del punzón descendente. El uretano actúa casi como una cámara de aire de fluido hidráulico. Éste empieza plano y se alinea con la pieza de trabajo. Debido a que tiene una amplia superficie de formado, la almohadilla del dado permite al punzón sujetar el metal en su sitio durante el doblado (vea la **Figura 3**).

La vida de las almohadillas de uretano varía ampliamente, dijeron las fuentes. Como con la mayoría de las tecnologías, depende de la aplicación. “La vida del dado depende del material y de cuánto esté penetrando en el material, y de qué tipo de doblado de radio esté tratando de hacer”, dijo Andy Oliver, presidente de Acrotech Inc., Lake City, Minn.

## Plegado de rodaduras

Otra opción es dejar de lado la prensa dobladora e irse por el camino del plegado de metal. En los sistemas de plegado, la mayor parte de la pieza descansa sobre la mesa detrás del herramental de doblez. Herramientas de sujeción mantienen la pieza de trabajo, y el brazo de plegado se mece hacia arriba (y también hacia abajo en plegadoras bidireccionales) una cantidad especificada para hacer el doblez.

Como el herramental de especialidad de la prensa dobladora, el sistema de plegado ayuda a mitigar los problemas de posicionamiento de la pieza de trabajo, gracias a las herramientas de sujeción que mantienen el material en su sitio antes del plegado (vea la [Figura 4](#)). Luego, el brazo de plegado aplica la fuerza para hacer el doblez. De acuerdo con un artículo publicado por RAS Systems Inc., Peachtree City, Ga., “mientras que el brazo de plegado sube al ángulo requerido, casi no hay movimiento entre la herramienta y la superficie del material”.

## Imagine la perforación

Ponga material perforado entre un punzón y un dado, y la cantidad de material que las herramientas tocan puede cambiar de doblez a doblez, dependiendo de las formas de los agujeros y de su ubicación en relación con la línea de doblez. El dado descendente seguirá la trayectoria de menor resistencia, a donde haya menos metal que doblar, hacia el centro de los agujeros perforados y lejos de los puentes de metal entre los agujeros.

“No se repetirá una y otra vez, dependiendo de dónde estén esas perforaciones”, dijo John Hughes, presidente de Best Brake Die, Crestwood, Ill. “El material siempre tratará de doblarse primero donde haya sido debilitado”. Esto a su vez causa imprecisiones en la longitud de la pestaña.

Doblar con aire dicho material demerita la calidad. Bajo una presión de doblado excesiva, los agujeros se estirarán y se distorsionarán, creando bordes filosos. Ocasionalmente, dijo Wold, el doblado a fondo o doblado en V puede minimizar el problema.

También surgen problemas con los ángulos de doblez, nuevamente debido a que la cantidad de material debajo del punzón puede variar. Si el punzón hace más contacto con espacio libre (agujeros) y menos contacto con metal, el metal tendrá menos recuperación elástica; si hace contacto con más metal y con menos espacio libre, la parte tiene más recuperación elástica. Esto puede hacer que prever la recuperación elástica sea algo muy engorroso.

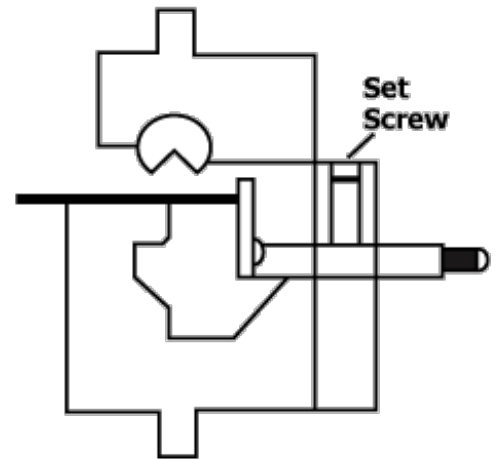
Como explicó Hughes, las configuraciones personalizadas del herramental de la prensa dobladora pueden compensar este fenómeno. Un punzón ligeramente más alto en el área de metal sólido crea una sobredoble más grande, compensando la diferencia en la recuperación elástica entre las secciones perforadas y sólidas. Sin embargo, agregó que pequeños cambios en el diseño con frecuencia pueden eliminar dichas complicaciones con el herramental. Alejar las perforaciones de la línea de doblez puede hacer el doblez más consistente. Por esta razón, dijo Hughes, los ingenieros deben eliminar el problema desde el diseño siempre que sea posible.

Como explicó Michelsen, de Polyurethane Products, los fabricantes también deben consultar con su proveedor de hoja perforada. Una operación de perforación con punzones sin filo puede crear rebabas, y el biselado posterior puede endurecer excesivamente el material, lo que hace que el metal perforado sea susceptible a fracturas al doblarse. Elegir un proveedor que produzca perforaciones limpias, hace la vida mucho más fácil en el departamento de doblado.

El tipo de material también juega un papel importante—y mientras mayor sea la resistencia a la tensión del material, más retos presenta el doblado. Como explicó Rick Wester, vicepresidente de RAS Systems, “el aluminio es más fácil de doblar con precisión que el acero suave. Y el acero inoxidable, bueno, ése es realmente difícil”.

### Figure 5

Los juegos de herramientas rotatorias pueden ser una alternativa para doblar material perforado, especialmente piezas de trabajo grandes. La configuración permite a la prensa doblar la pestaña mientras que el resto de la pieza de trabajo permanece fijo. Imagen cortesía de Fab Supply Inc.



## Las perforaciones y la prensa

Como con la placa diamantada, las configuraciones de herramental que sujetan material perforado antes de doblarlo pueden superar muchos problemas. Usando dados rotacionales, el punzón asegura la hoja perforada conforme empieza a doblarse, como con la placa diamantada.

El metal con una resistencia a la tensión sumamente alta puede moverse, “pero en la mayoría de las situaciones, siempre que la presión de sujeción sea adecuada para vencer la resistencia, su doblez será preciso”, dijo Wold.

Un juego de herramientas rotatorias (no debe confundirse con juego de herramientas de especialidad con dados rotacionales) también puede ayudar en ciertas circunstancias, particularmente para piezas de trabajo grandes (vea la **Figura 5**). “Los dados rotatorios eliminan el levantamiento de la pieza de trabajo”, explicó Hughes. Si los trabajadores deben doblar una pestaña pequeña en el borde de una hoja grande, la mayor parte de la hoja se levanta conforme el punzón desciende. El dado rotatorio sujeta la pieza de trabajo mientras se está formando la pestaña.

Esencialmente, la herramienta rotatoria hace que la prensa dobladora funcione como una máquina plegadora, aunque la herramienta de la prensa puede doblar pestañas muy largas. Sin embargo, como un sistema de plegado, la herramienta rotatoria de la prensa dobladora permite que la pestaña se doble y que el resto del panel permanezca fijo y horizontal.

Esto además significa que los operadores no necesitan darle seguimiento a la hoja durante el doblado, eliminando la posibilidad de un doblado en sentido inverso, un problema especialmente común al doblar hoja grande y delgada. Si los operadores no soportan la hoja adecuadamente durante el formado, el peso de la hoja hará que ésta se deforme en la dirección opuesta al doblado deseado. “Aunque doblar pestañas en paneles grandes puede ser un enorme reto desde una perspectiva del doblado en sentido inverso, la hoja perforada puede ser aún más difícil debido a que es menos rígida”, dijo Wold.

Las almohadillas de uretano son otra opción. Las almohadillas permiten al punzón actuar como una abrazadera tan pronto como empieza a doblar el material. Con productos como lámparas perforadas que requieren dobleces con radios grandes, el doblado por golpe puede ser un reto. Como explicó Michelsen, las herramientas de uretano ayudan mucho en este ámbito. El uretano soporta por completo al material durante el doblado de radio y facilita así lo que puede ser una operación de formado sumamente difícil (vea la **Figura 6**).

### Figure 6

Una almohadilla de uretano proporciona soporte durante el doblado de radio grande de hoja perforada. Foto cortesía de Polyurethane Products Corp.



## Plegado de perforaciones

Las máquinas plegadoras además manejan bien metal perforado, dijeron las fuentes. Las herramientas de sujeción de la máquina sujetan la pieza de trabajo de forma que no pueda moverse durante el doblado, contrarrestando la tendencia del metal a doblarse en su punto más débil, en el centro de las perforaciones.

Como explicó Wester de RAS Systems, los sistemas de plegado actualmente pueden prever la cantidad de resistencia requerida para plegar una pestaña al ángulo deseado—una ventaja cuando se dobla material perforado con fama de imprevisible. “Al trabajar con material perforado, vuelve la cuestión de cuánto metal tiene contra espacio libre”, dijo Wester. “El ángulo es más fácil de controlar mientras más superficie metálica tenga usted”. Mientras más aperturas de aire tenga, más difícil puede ser”.

Agregó que los sistemas modernos de plegado consideran esta variación. “Ahora el operador pisa el pedal, y el brazo de doblado sube 10 grados y luego regresa a su sitio. Sólo midió la resistencia en esta pestaña que se va a plegar, y ahora sabe la coronación exacta requerida para plegar esta pestaña a la posición programada”.

En el plegado, el brazo balanceante pliega la pestaña, y el exceso de inclinación (deflexión) en ese brazo puede alterar el ángulo de doblado final. Por lo tanto, en los sistemas de plegado modernos, sensores dentro del brazo miden la deflexión durante los grados iniciales del movimiento del brazo de plegado. Usando esta información, el CNC ajusta valores en el programa y activa un sistema de coronación en el brazo de plegado para compensar la deflexión del brazo. De esta forma, el brazo puede balancearse la cantidad precisa para producir el ángulo deseado.

Wester agregó que en el plegado, el brazo—no el herramienta—determina el grado de doblado, lo cual puede ser útil al lidiar con la recuperación elástica de la hoja perforada, tan difícil de predecir. Si un operador configura para doblar un ángulo a 90 grados, en el modo inicial de aprendizaje puede hacer un doblado menor de 88 grados, y luego medir la pieza de trabajo. Luego introduciría esa información al controlador, el cual instruiría a la máquina en qué tanto más mover el brazo para producir ese doblado preciso de 90 grados.

## El doblado correcto

Las herramientas correctas hacen mucho más fácil el doblado de metal diamantado y perforado. Qué herramientas usar depende, como siempre, de la situación. Los fabricantes deben evaluar infinidad de factores, incluyendo el tamaño de la pieza de trabajo, el tipo de material, el espesor y la cantidad de material de placa perforada y diamantada que circula por el departamento de doblado.

Sin embargo, sigue estando el tema común. Dicho material debe de alguna forma sujetarse bien para doblarse con precisión. Si la pieza de trabajo se mueve inesperadamente durante el ciclo de doblado, el conseguir doblados precisos seguirá siendo algo muy difícil.