



5 Soluciones de plegado – Parte II - Plegado de radios grandes

Una de las cosas que se debe tener en cuenta cuando queremos **doblar en chapa radios grandes**, es que en estos casos **no rompemos** la fibra del material, **si no que la deformamos**, esto provoca que la chapa tienda a abrirse después de la operación de plegado. Debemos de tener en cuenta las características del material y el método de plegado que utilicemos para realizar el mismo.

El plegado de radios grandes se puede obtener a partir de 3 métodos básicamente:

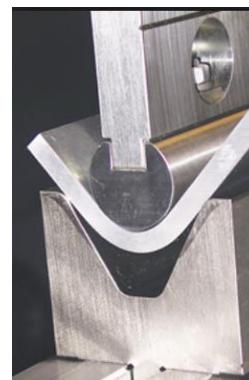
1. Que el radio del punzón coincida con el radio interior de la pieza, y usando matriz estándar.
2. Que los utillajes sean una copia de los radios de la pieza; radio interior de la pieza en el punzón y el exterior para la matriz.
3. Utilizando utillaje estándar de radio pequeño, para lograr un radio grande en la pieza a partir de varios plegados consecutivos.

A continuación, describiremos detalladamente cada uno de ellos.

1. Que el radio del punzón coincida con el radio interior de la pieza, y usando matriz estándar.

La existencia de punzones de punta intercambiables, han favorecido en gran medida a utilizar este proceso de modo preferencial sobre el segundo siempre que sea posible. Los punzones de radios intercambiables hacen que los cambios de herramientas no sea un desafío de levantamiento de peso, sino que representa un ahorro en costes.

Estos punzones vienen en dos partes: el cuerpo del punzón o porta radio y la punta de radio. Con este sistema no se requiere comprar un cuerpo de punzón nuevo cuando se requiere cambiar el radio de la pieza, por lo que, hecha la inversión inicial, solo se requiere comprar después las puntas de estos, lo que lo hace un proceso mucho más económico.



Los cambios de herramental no pueden ser más rápidos o livianos. Cuando es hora de cambiar el radio, es tan simple como deslizar la punta de radio existente fuera de su soporte y deslizar el nuevo radio dentro. ¡Eso es todo! Normalmente la punta de radio es lo suficientemente liviana para que la maneje un solo operario. Además, no necesita atornillarse o ajustarse una vez que la punta está en su lugar. Simplemente lo desliza y comienza a plegar.

No es un misterio que los cambios de herramental rápidos ahorran dinero, pero el ahorro con los punzones de dos piezas no se debe solo a la velocidad del cambio, también hay un ahorro sustancial en herramental ya que no se necesita comprar el cuerpo del punzón cada vez que se requiera cambiar de radio de plegado. En cambio, reutiliza el cuerpo del punzón con cada radio y ahorra con la compra de puntas de radio adicionales. Obtiene la capacidad de un nuevo herramental a un menor coste.



Para usar este método se debe calcular la abertura de matriz suficiente para permitir el plegado sin marcas y con la menor exigencia de tonelaje para la máquina. Como hemos comentado en entregas anteriores:

Para estos casos, un cálculo rápido que ayuda mucho para la selección de la matriz es el de asumir, que la abertura de la matriz sea igual al diámetro de la punta del punzón ($2 \times R_p$) más aproximadamente 3 veces el espesor de la chapa:

$$V = D_p + (3 \times E) \quad \text{ó} \quad V = (2 \times R_p) + (3 \times E)$$

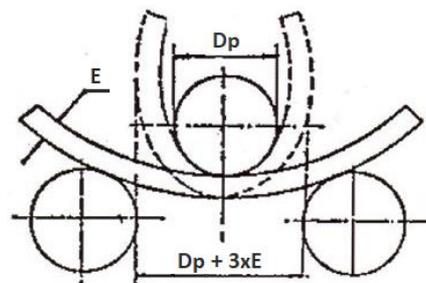
donde:

V = abertura de la matriz

D_p = diámetro de la punta del punzón

R_p = radio del punzón

E = espesor de la chapa



NOTA: Con esta relación podemos lograr hasta plegamos más cerrados a 90°



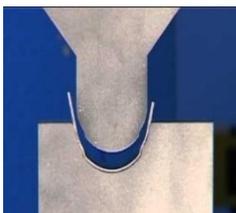
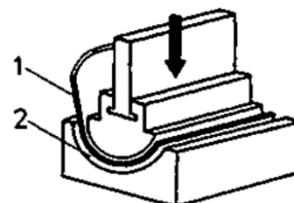
Como una variante de este método está el uso de matrices no estándar, en su lugar se utilizan cajetines soporte de tacos de uretano. Este método puede ser eficaz para doblar incluso "U" con poco esfuerzo, pero requiere de más experiencia del operario para determinar la penetración exacta del punzón para lograr el plegado.

Es muy usada esta combinación de utillajes, en la fabricación de prototipos o pequeñas series.

2. Que los utillajes sean una copia de los radios de la pieza; radio interior de la pieza en el punzón y el exterior para la matriz.

Este segundo método, ha quedado reservado para fabricar radios muy grandes y donde se requiera una repetitividad muy exacta. Es el más preciso ya que se obtiene el mismo como un proceso de plegado a fondo o acuñado.

Este utillaje supone por regla general un alto coste de fabricación. Se utiliza sobre todo cuando hay grandes producciones que realizar con el mismo.



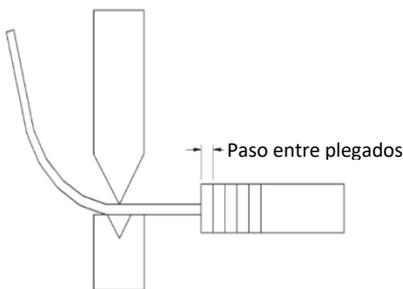
Su mayor inconveniente es que solo es válido para ese radio y prácticamente para un solo espesor de chapa.



3. Utilizando utillaje estándar de radio pequeño, para lograr un radio grande en la pieza a partir de varios plegados consecutivos.

Este método es muy económico ya que no requiere de inversiones grandes iniciales.

Se pueden obtener radios muy grandes con una prensa plegadora sin utilizar punzones que tengan el radio que se quiera obtener, esto es posible usando la técnica de plegado por golpes, también conocida como curva ideal, multipaso o bump bending, donde se obtiene el radio a partir de plegados anchos en múltiples pasos.



La sección no es un arco real de un círculo sino una línea quebrada, formada por muchos segmentos rectos. Sin embargo, con un número bastante grande de pliegues nos acercaremos cada vez más a una línea curva, tal y como se muestra en las siguientes piezas.

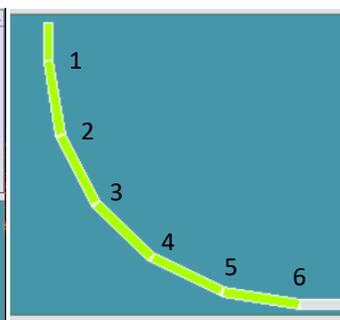
Sin embargo, muchos pliegues consecutivos pueden causar una acumulación de errores, tanto en términos del ángulo final como del radio de la curva. Por esta razón es importante contar con una plegadora con un tope trasero muy preciso y una gran precisión en el ángulo de doblado.

A nivel de producción, tendremos que encontrar el compromiso adecuado entre la precisión, la estética y el tiempo necesario para realizar la pieza, así como conocer muy bien las características del material que estemos plegado en cuanto a sus propiedades de retorno elástico.

El cálculo de los ángulos y pasos necesarios puede ser laborioso, por eso los controles desarrollados específicamente para plegadoras cuentan con programas que ya realizan estos cálculos de forma automática, sugiriendo incluso el número de plegados necesarios para obtener el radio en función del utillaje definido.

Ejemplo como el que podemos ver a continuación, forma parte de una opción de programación en los controles gráficos de Cybelec.

CARA	LONGITUD	ANGULO	PUNZON	MATRIZ	Ri	CR	TOLERANCIA
1	60.00	+ 90.0°			50.00	6	+ 1.00
2	196.00	+ 90.0°			45.00	0	+ 0.90
3	60.00	+
		+
DESCOMPONER CURVA IDEAL							
		+
		+
		+
		+
		+
		+
		+



Al descomponer el primer plegado en curva ideal, automáticamente el programa de la pieza se modifica como se puede ver a la derecha →

CARA	LONGITUD	ANGULO	PUNZON	MATRIZ	Ri	CR	TOLERANCIA
1	8.00	+171.0°			4.44	—	+ . . .
2	16.27	+162.0°			4.38	—	+ . . .
3	16.27	+162.0°			4.38	—	+ . . .
4	16.27	+162.0°			4.38	—	+ . . .
5	16.27	+162.0°			4.38	—	+ . . .
6	16.27	+171.0°			4.44	—	+ . . .
7	144.00	+ 90.0°			45.00	6	+ 0.90
8	60.00	+



Además, en la página web de Gasparini se ofrece una calculadora en línea, que te permite calcular el ángulo de cada pliegue y los pasos entre plegados como mostramos a continuación:

Insertando en los campos de la izquierda el **ángulo final O**, el **radio deseado R** y el **número de pliegues N**, obtendremos como resultado el **ángulo de cada pliegue Q** y el **paso entre un pliegue y el otro P**.

