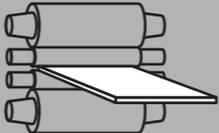
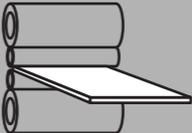
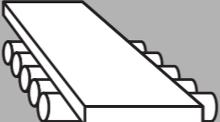
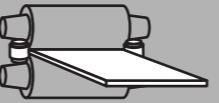
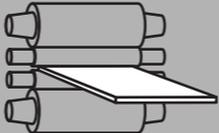
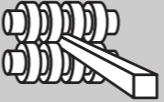
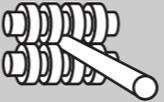


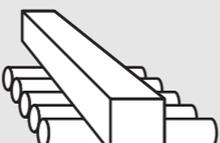
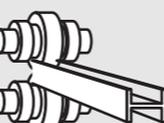
**TRANSFORMACIÓN POR CONFORMADO**  
**///TRANSFORMACIÓN PRIMARIA**

**CÁTEDRA BALCAZA**  
diseño industrial-FADO-UNaM

	 <p><b>laminado en caliente</b></p>	 <p><b>lavado químico y lubricado</b></p>	 <p><b>laminado en frío de chapas (bwg)</b></p>
 <p><b>planchon</b></p>	 <p><b>solera o tira</b></p>	 <p><b>tubo/caño estructural soldado</b></p>	 <p><b>chapas/placas (mm, pul)</b></p>
	 <p><b>placa</b></p>		

**colada continua o lingotes**

 <p><b>lupia tocho palanquilla</b></p>	 <p><b>barras laminadas en caliente</b></p>	 <p><b>barras estiradas/laminadas en frío trefilados</b></p>
	 <p><b>barras</b></p>	 <p><b>alambres y subproductos</b></p>
	 <p><b>redondos</b></p>	 <p><b>tubos sin costura</b></p>

 <p><b>lupia tocho</b></p>	 <p><b>perfiles estructurales hierro angulo</b></p>
--	--

## **CONFORMADO EN FRIO**

Satisface los requerimientos mecánicos máximos (elasticidad, formabilidad y resistencia a la tracción), presenta alta calidad superficial y buena aptitud al conformado. Asimismo, se caracteriza por una ductilidad (alargamiento de rotura) y maleabilidad mínimas garantizadas.

Después de su fluencia y de adquirir grandes deformaciones en su rango plástico, llega a un punto de endurecimiento en el cual su resistencia se eleva. Permite secciones de chapa delgada.

## **CONFORMADO EN CALIENTE**

El acero laminado en caliente es bajo y medio en carbono, y presenta una estructura de granulado fino que le proporciona elevadas características mecánicas, buena conformabilidad y excelente soldabilidad. Cuando es combinado con microaleantes (Nb, Ti, V, etc.) y utilizando los parámetros de proceso adecuados es factible obtener aceros de alta resistencia y alta tenacidad.

## **ACRITUD**

*Es el aumento de la resistencia del material por deformación, se encuentra en el periodo plástico.*

La deformación en frío produce un aumento en la dureza y la resistencia a la tracción de los metales y aleaciones, disminuyendo su plasticidad y tenacidad. El cambio de su forma se debe a la deformación de los granos y a las tensiones que se originan, cuando un metal ha recibido este tratamiento se dice que tiene acritud.

*Un factor importante que influye sobre el formado de láminas metálicas es la anisotropía (variación de propiedades según dirección de esfuerzo).*

*La anisotropía es adquirida durante el procesamiento termomecánico de la lámina, y que existen dos tipos de anisotropía: la anisotropía cristalográfica (orientación preferencial de los granos) y la fibrilación mecánica (alineamiento de impurezas, inclusiones y huecos dentro del espesor de la lámina)*

*Los procesos de deformación en frío acentúan la anisotropía y en muchos casos se ven perjudicadas o limitadas las deformaciones por estas características.*

## **PROPIEDADES DE LOS METALES**

### **FRÁGIL**

Cualidad de un mineral relativa a la facilidad de romperse o reducirse a polvo.

### **MALEABLE**

Cualidad de un mineral relativa a la facilidad de conformarse en hojas delgadas por percusión o laminado.

### **TENAZ**

Cualidad de un mineral relativa a que sometido a una determinada carga sufre grandes deformaciones antes de romperse.

### **DÚCTIL**

Cualidad de un mineral relativa a la facilidad de estirarlo en forma de hilos.

### **FLEXIBLE**

Cualidad de un mineral relativa a la facilidad para ser doblado, pero sin recuperar su forma original una vez que termina la presión que lo deformaba.

### **ELÁSTICO**

Cualidad de un mineral relativa a la facilidad para recobrar su forma primitiva al cesar la fuerza que lo ha deformado.

# LEY DE HOOKE

## FASE OP: PERIODO DE PROPORCIONALIDAD.

Se cumple la Ley de HOOKE: Alargamientos proporcionales a los esfuerzos. Si cesa el esfuerzo la deformación desaparece (teóricamente); en la realidad recupera casi todo. A partir del punto P no se cumple la Ley de HOOKE, recupera bastante pero hay una deformación permanente hasta el punto B. Del punto B al Punto D NO recupera nada el material. El modulo de elasticidad se mide en este periodo de proporcionalidad.

Límite Real Elástico:

Esfuerzo que es necesario para producir una deformación de un 0,003% de la longitud inicial. Sin uso industrial.

Límite de Proporcionalidad: **Punto P.**

Esfuerzo a partir del cual no se cumple la Ley de HOOKE.

FASE PA: **Extrinción**, es la variación de la sección, recuperación en un 95%.

FASE AD: Fase de deformación permanente. **Periodo Plástico (FLUENCIA)**

En el periodo AB recupera algo, pero en el periodo BD no recupera nada.

Límite Elástico Aparente ó Límite Elástico: **Punto B.**

Esfuerzo a partir del cual las deformaciones se hacen permanentes:

Coincide en más del 90% con el límite superior de cedencia.

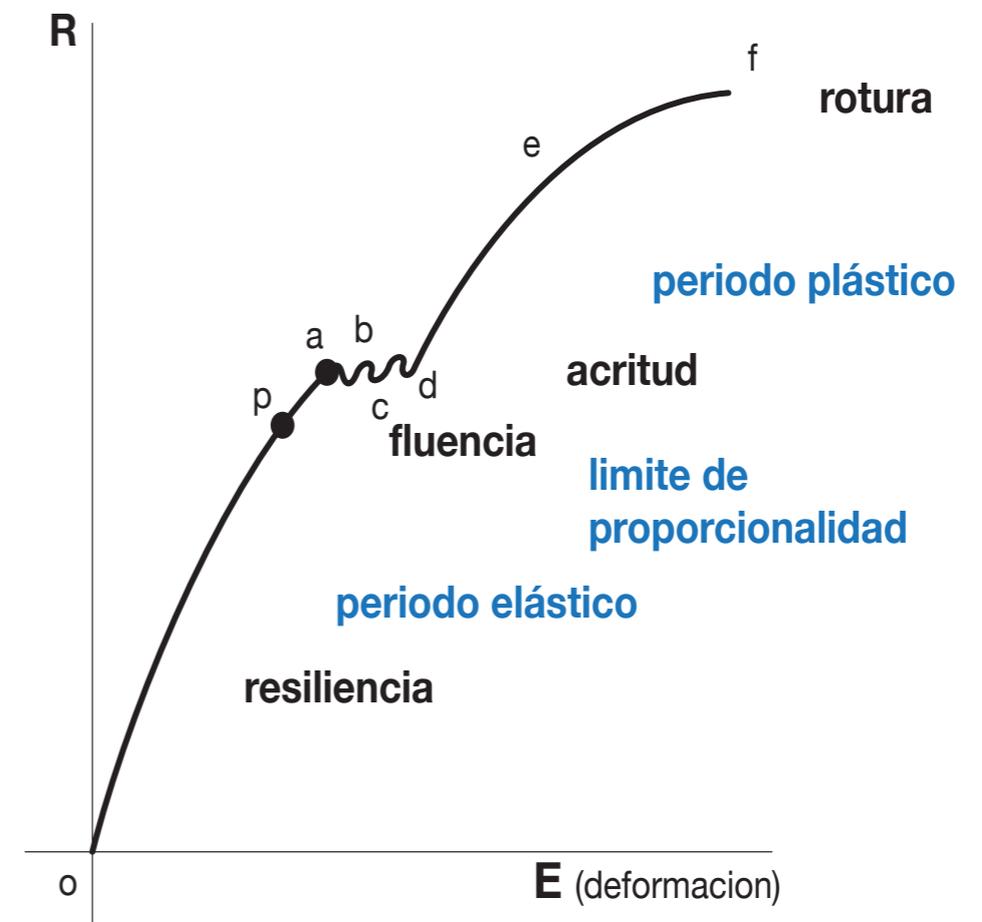
- **Límite superior de cedencia:** Dentro del periodo plástico el que tiene mayor tensión (ó esfuerzo).

- **Límite inferior de cedencia:** Dentro del periodo plástico el que tiene menor tensión (ó esfuerzo)

Entre el límite superior de cedencia y el límite inferior de cedencia los alargamientos aumentan rápidamente sin necesidad de aumentar la tensión.

De este punto hasta el límite de rotura vuelve a ser necesario aumentar la carga durante el Periodo de Fortalecimiento.

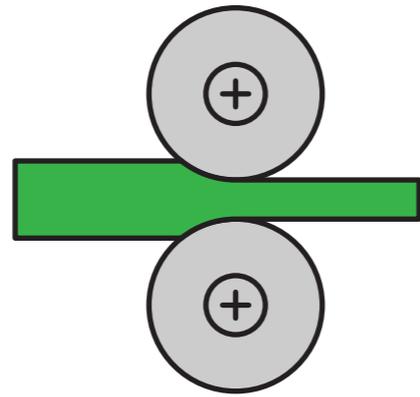
La rotura propiamente dicha no se produce en el Punto R, sino después de un periodo durante el cual la probeta se estira rápidamente, reduciéndose sensiblemente su sección hasta que se produce la rotura bajo un esfuerzo menor que la tensión de rotura ( $R_m$ ).



metal descripción	AL	SAE1010	SAE1020	SAE1030	SAE1045	SAE1080	CU	BR	LAT	AI	DA	
	ALUMINIO		ACERO	ACERO	ACERO	ACERO	ACERO	COBRE	BRONCE	LATON	A. INOXIDABLE	
costo aprox. u\$s/Kg	6,15	2,10	2,10	2,10	3,10	3,10	25	19,20	-	23	-	
densidad (kg/dm3)	2,71	7,86	7,86	7,86	7,86	7,86	8,90	8,70	8,40	7,9	2,70	
temperatura de fusión	657	1460	1460	1460	1460	1460	1083	900 1070	900 1300			
resistencia a la rot*												
crudo	7,5-9	31	40	44	56	90	22-27	40-50	28-37	65	16-20	
recocido	16-18	40	50	60	70	110	31-37	50-75	44-50	75	38-45	
resistencia al corte*												
crudo	6-7	25	32	35	45	72	18-22	32-75	22-30	52	13-16	
recocido	13-15	32	40	48	56	90	25-30	40-60	35-40	60	30-36	
*KG/MM2												

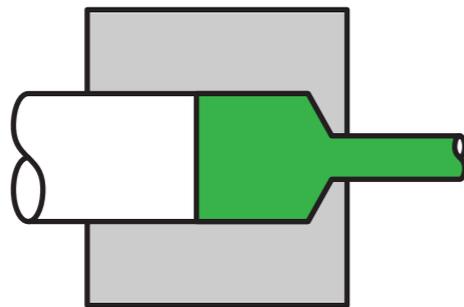
DURALUMINIO

## CLASES DE TRANSFORMACIONES



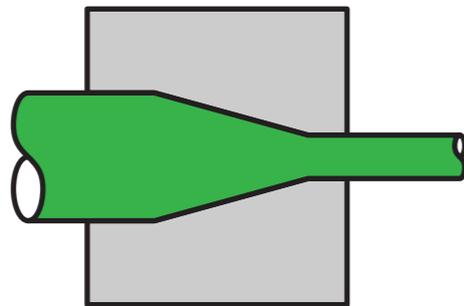
***laminado***

*maleabilidad*



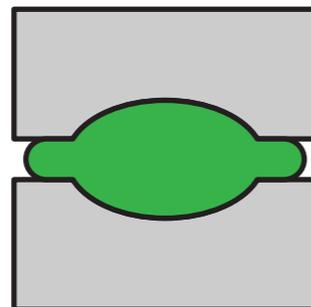
***extruido***

*ductilidad*



***trefilado***

*ductilidad*



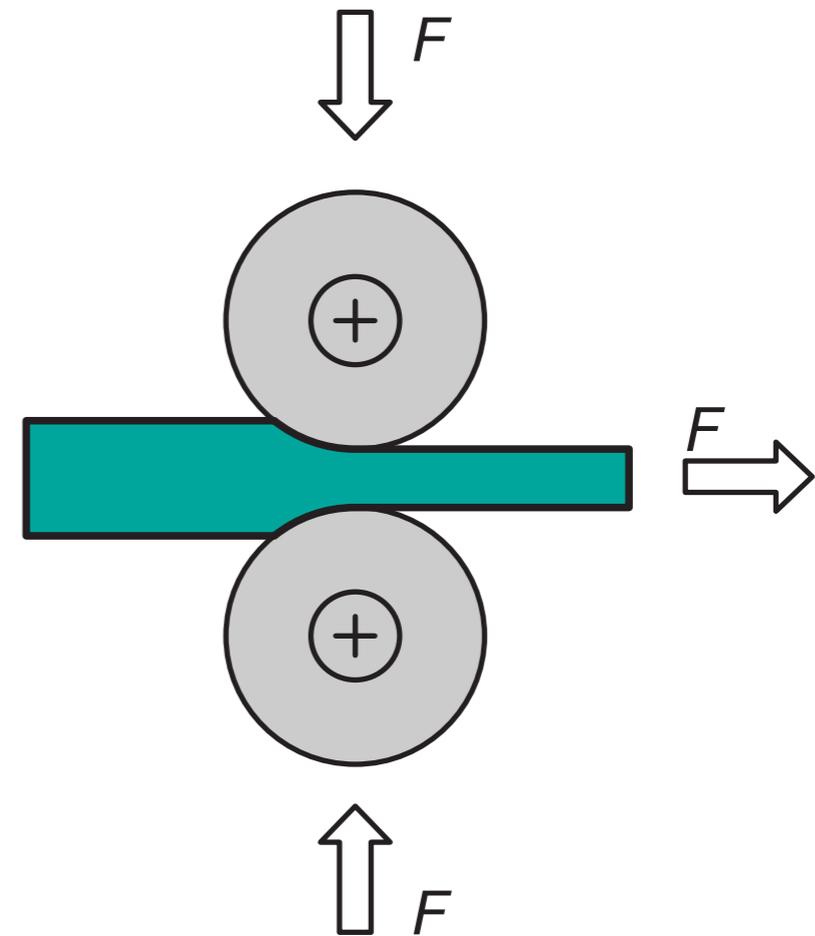
***estampado/  
forjado***

*plasticidad*

## LAMINADO

*el proceso de laminado se realiza para la obtención de barras, chapas y perfiles.*

El laminado consiste esencialmente en hacer pasar el material (palanquilla, planchon o lingote) en las primeras pasadas previamente calentado y en las finales en frío, a través de rodillos cilíndricos que giran en sentido opuesto; obteniéndose en sucesivas pasadas la reducción de la sección y una aproximación cada vez mayor a la forma final requerida. La distancia entre las superficies es algo menor que el espesor del material que entra, por lo que es comprimido y alargado produciéndose a veces también un ensanchamiento que es controlado por el contorno de los canales de los cilindros del tren laminador o por un par de cilindros canteadores con ejes vertical.



## TREN DE LAMINADO

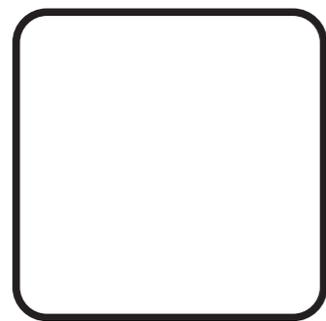
En la laminación, las palanquillas son introducidas automáticamente en un horno para su recalentamiento.

Una vez han obtenido la temperatura adecuada y mediante sucesivas pasadas entre los cilindros de laminación, que llevan canales tallados en una secuencia cuadrado/óvalo - óvalo/redondo, van reduciendo su sección a la vez que aumentan su longitud.

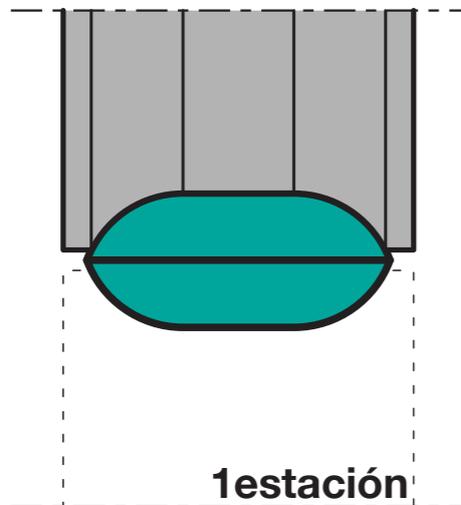
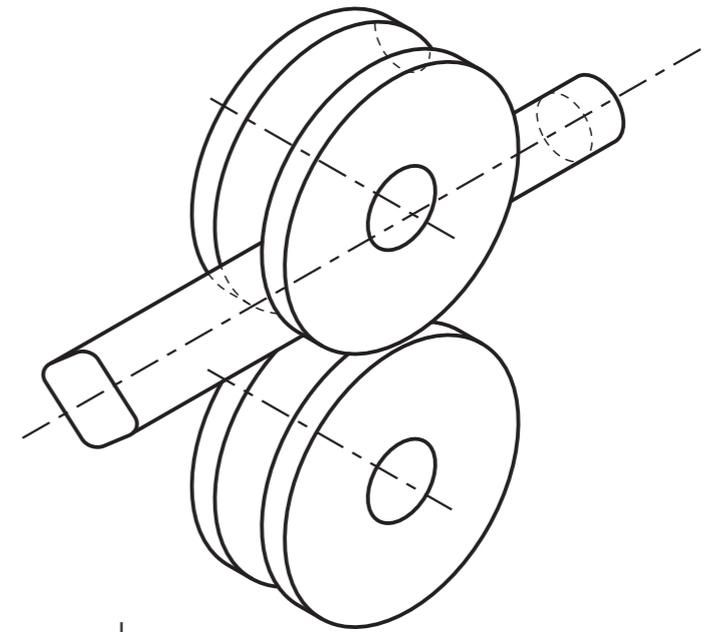
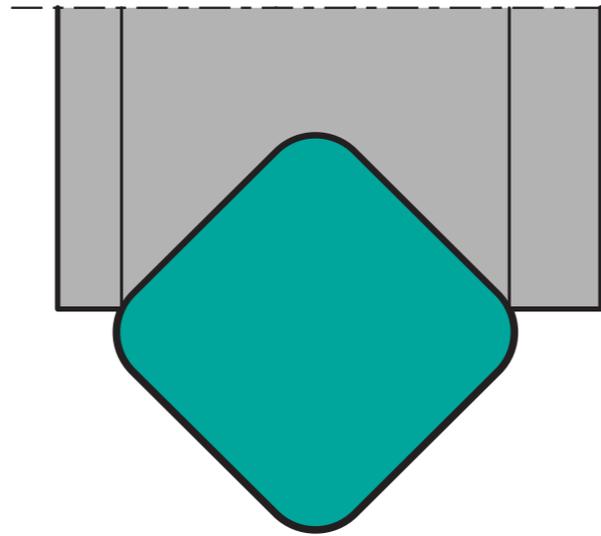
Este proceso tiene lugar en un "tren continuo", de tal forma que la velocidad está automáticamente controlada, para que aumente en cada pasada, en la misma proporción en que se redujo la sección en la anterior.

Este "tren continuo" que es de dos líneas, se halla formado por el tren de desbaste, seguido del tren intermedio: a partir de aquí se ramifica en tres trenes acabadores, según el material a obtener sean barras finas, barras gruesas o rollos.

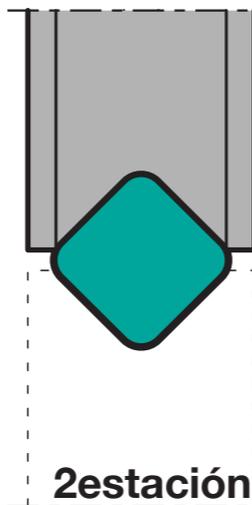




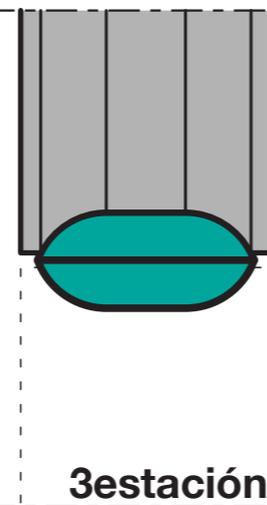
tocho 100 x 100 mm



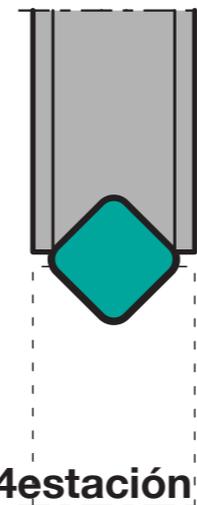
1 estación



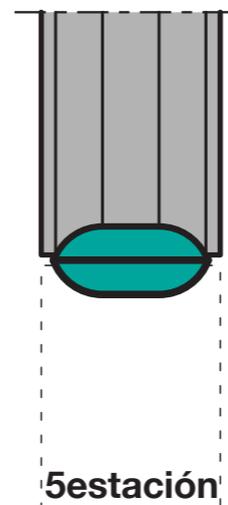
2 estación



3 estación



4 estación



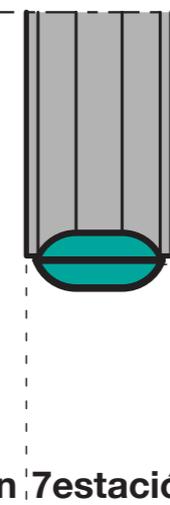
5 estación

*en caliente*

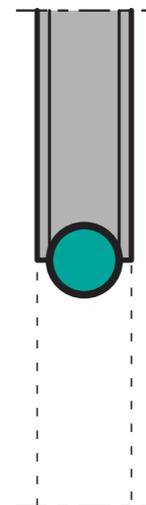


6 estación

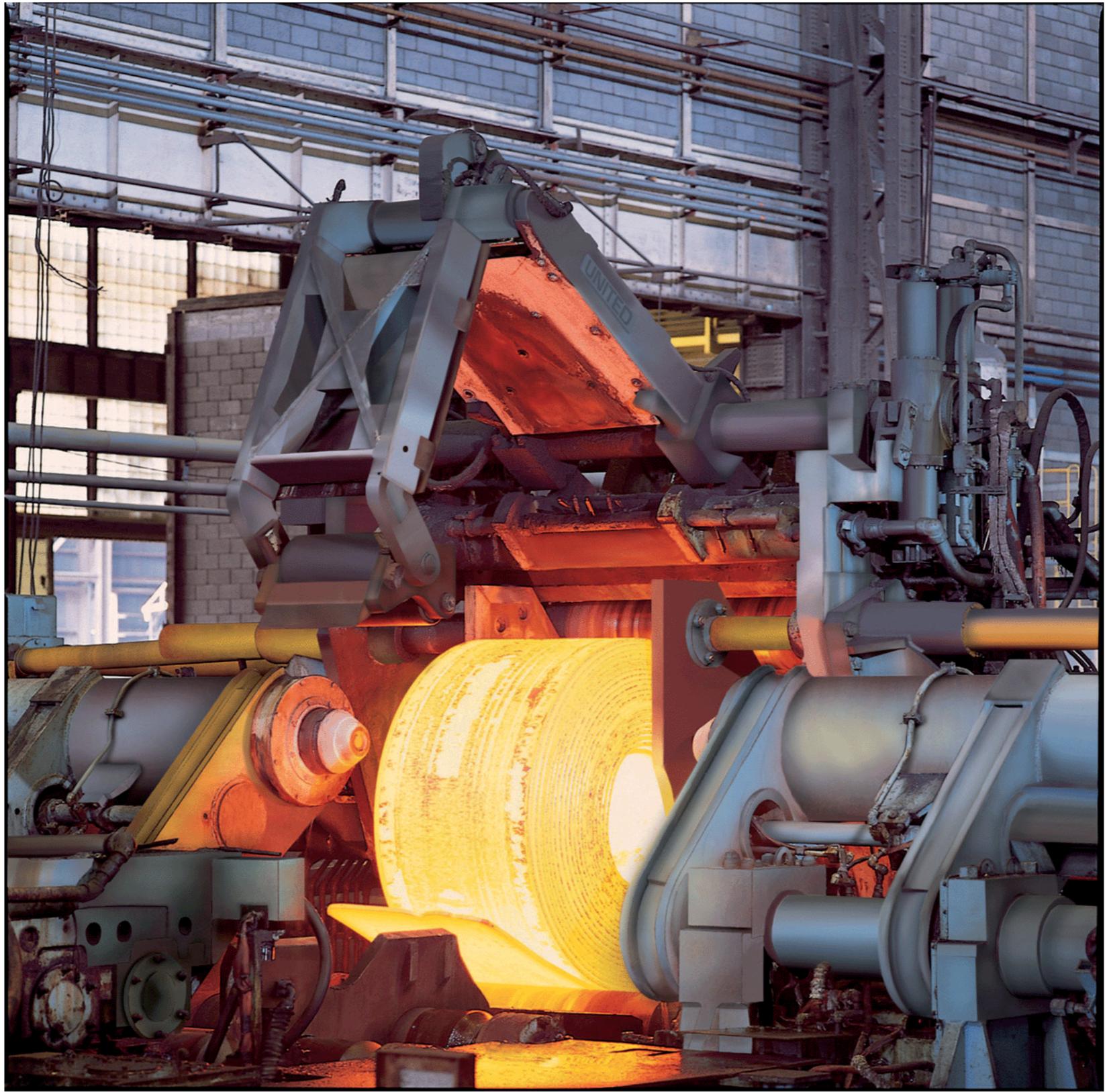
*en frío*



7 estación



8 estación  
pieza terminada/  
tira de 6mtrs.  
forma comercial

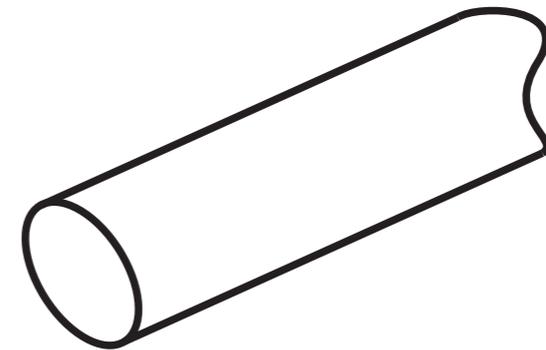
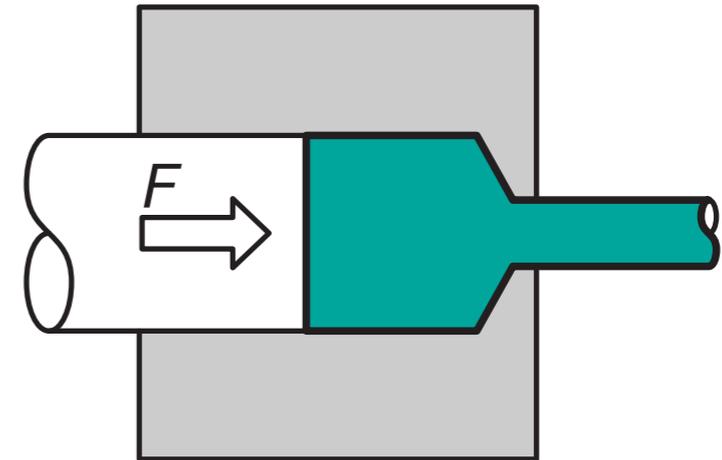




## EXTRUIDO

Los metales que pueden trabajarse en caliente pueden extruirse con formas de sección transversal uniforme con ayuda de presión. El principio de extrusión ha sido muy usado para procesos en serie desde la producción de ladrillos, tubo de desagüe, tubo de drenaje, hasta la manufactura de macarrones. Algunos metales como el plomo, estaño y aluminio pueden extruirse en frío, mientras que otros requieren la aplicación de calor para hacerlos plásticos o semisólidos antes de la extrusión. En la operación actual de extrusión, los procesos difieren un poco, dependiendo del metal y aplicación, pero en resumen consisten en forzar al metal (confinado en una cámara de presión) a salir a través de dados especialmente formados.

**PRODUCTOS:** varillas, tubos, guarniciones moldeadas, formas estructurales, cartuchos de bronce, y cables forrados con plomo son productos característicos de metales extruidos.

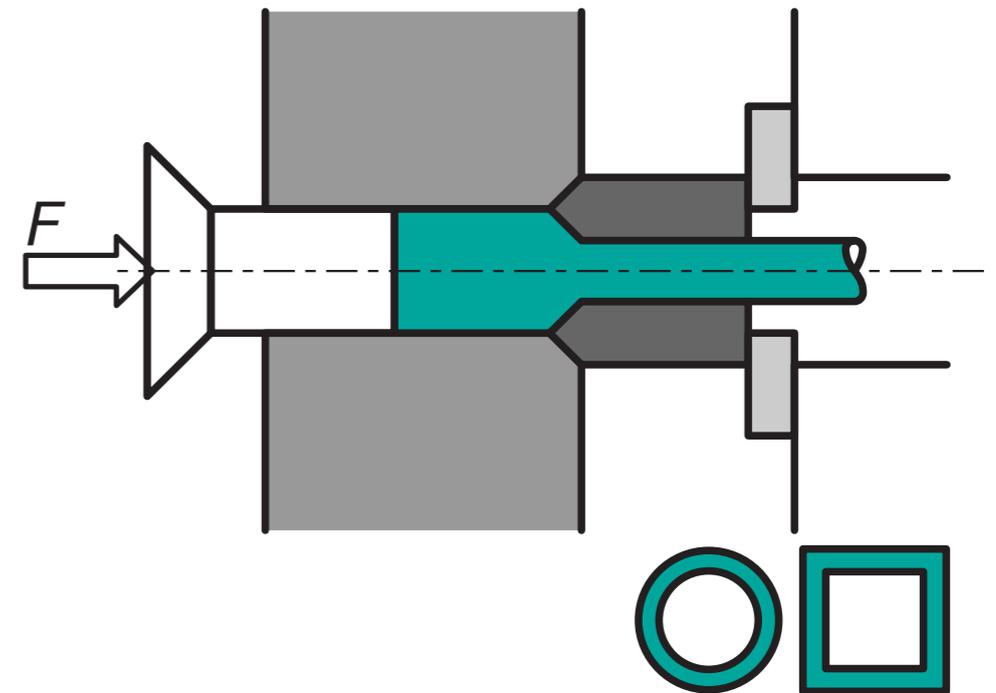


## EXTRUSIÓN DIRECTA

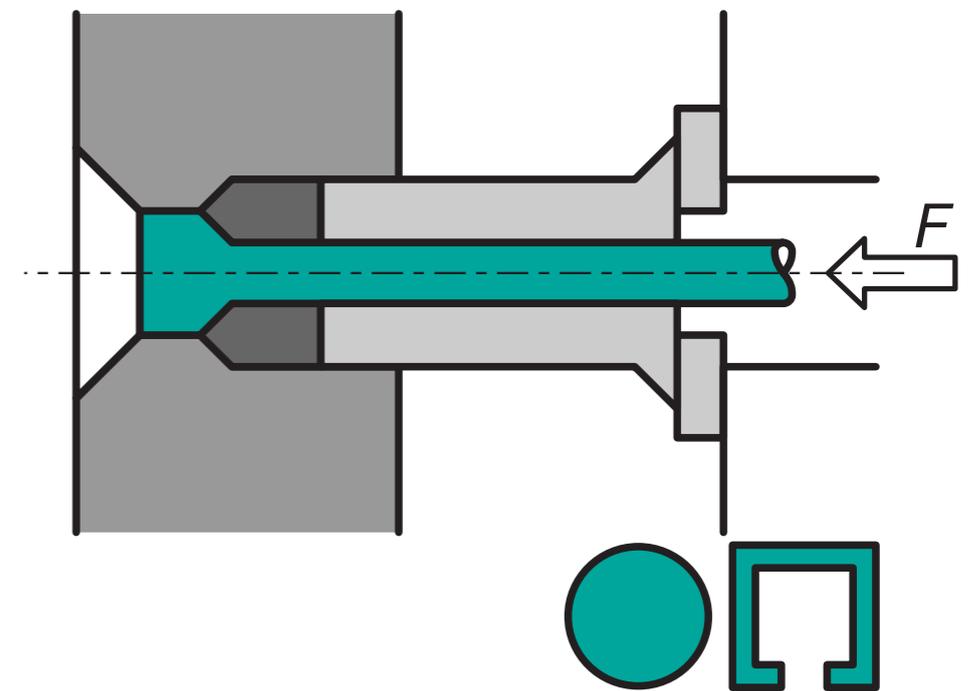
La extrusión directa un tocho cilíndrico caliente se coloca dentro de la cámara del dado, el falso bloque y el apisonador se colocan en posición. El metal es extruido a través del dado abriéndolo hasta que sólo queda una pequeña cantidad. Entonces es cortado cerca del dado y se elimina el extremo.

## EXTRUSIÓN INDIRECTA

La extrusión indirecta es similar a la extrusión directa excepto que la parte extruida es forzada a través del vástago apisonador. Se requiere menos fuerza por este método, debido a que no existe fuerza de rozamiento entre el tocho y la pared continente. El debilitamiento del apisonador cuando es hueco y la imposibilidad de proveer soporte adecuado para la parte extruida constituyen las restricciones de este proceso.



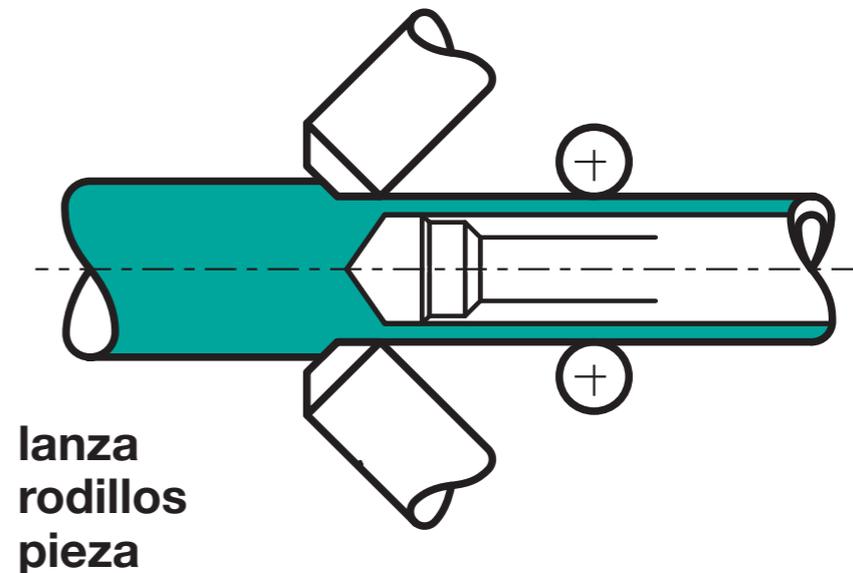
*perfiles cerrados*



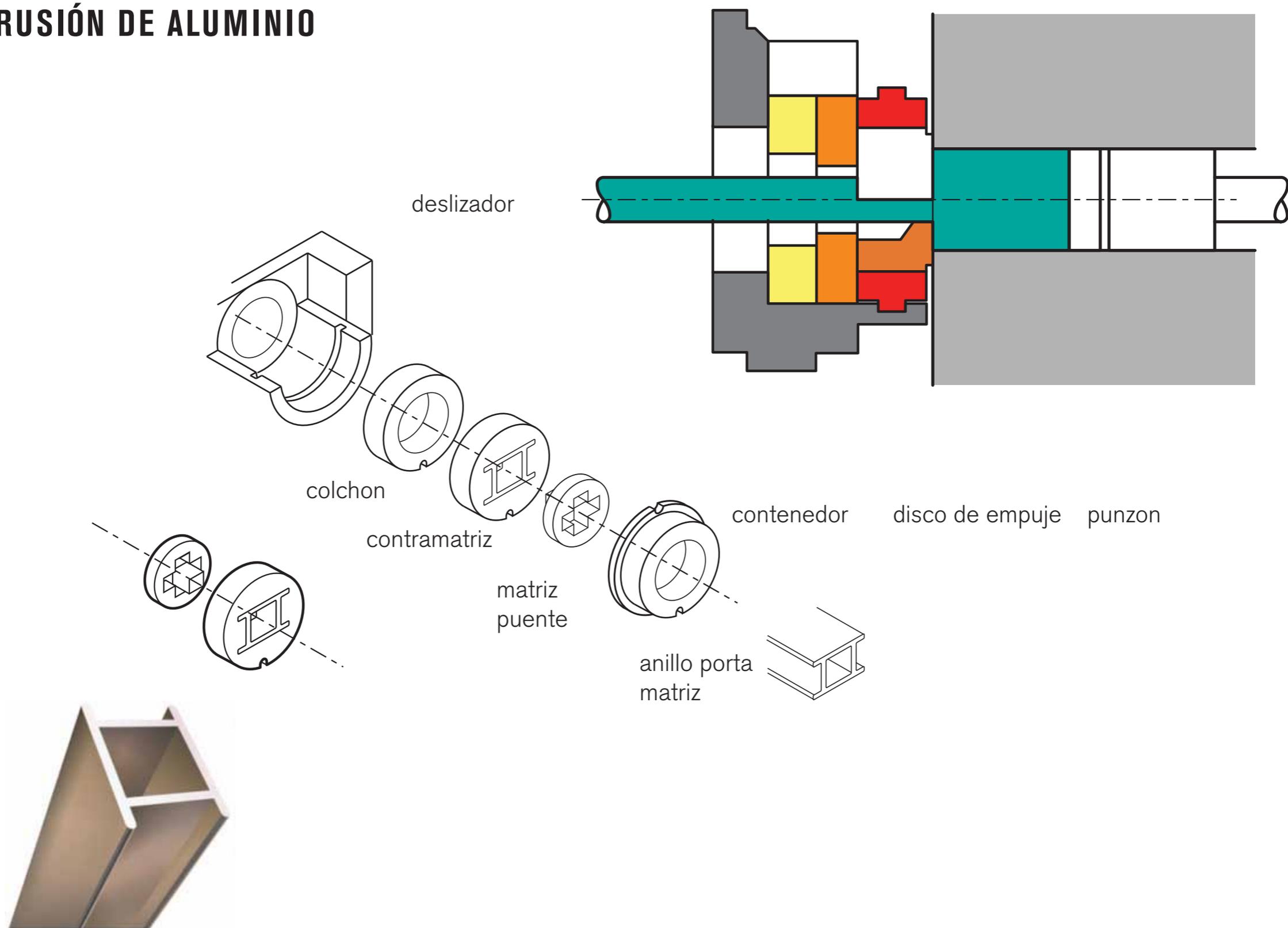
*perfiles abiertos*

## EXTRUSIÓN DE TUBO

El método usual para extruir tubos se muestra. Es una forma de extrusión directa, pero utiliza un mandril para formar el interior del tubo. Después de que el tocho se coloca dentro, el dado que contiene el mandril se empuja contra el lingote como se muestra en la figura. El vástago compresor avanza entonces y extruye el metal a través del dado y alrededor del mandril. La operación completa debe ser rápida y velocidades hasta de 180 m/min han sido usadas en la manufactura de tubos de acero. Pueden extruirse tubos de acero de bajo carbono a temperatura cercana a la ambiente, pero para la mayoría de las aleaciones el tocho debe calentarse alrededor de 1300°C.



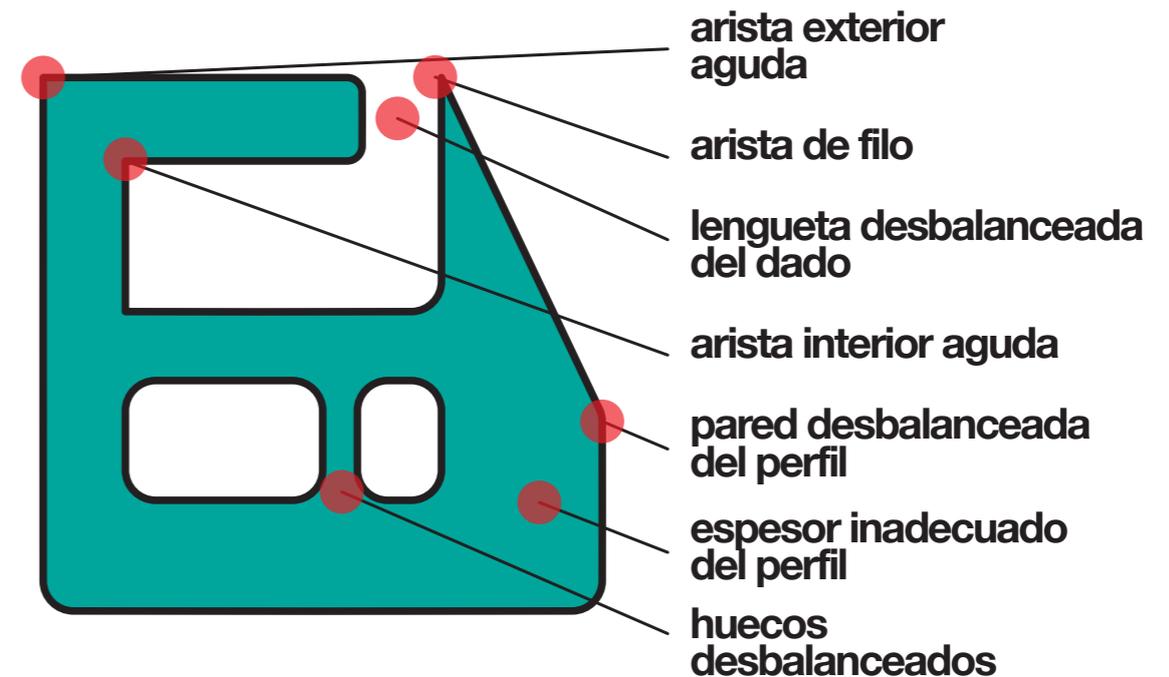
# EXTRUSIÓN DE ALUMINIO



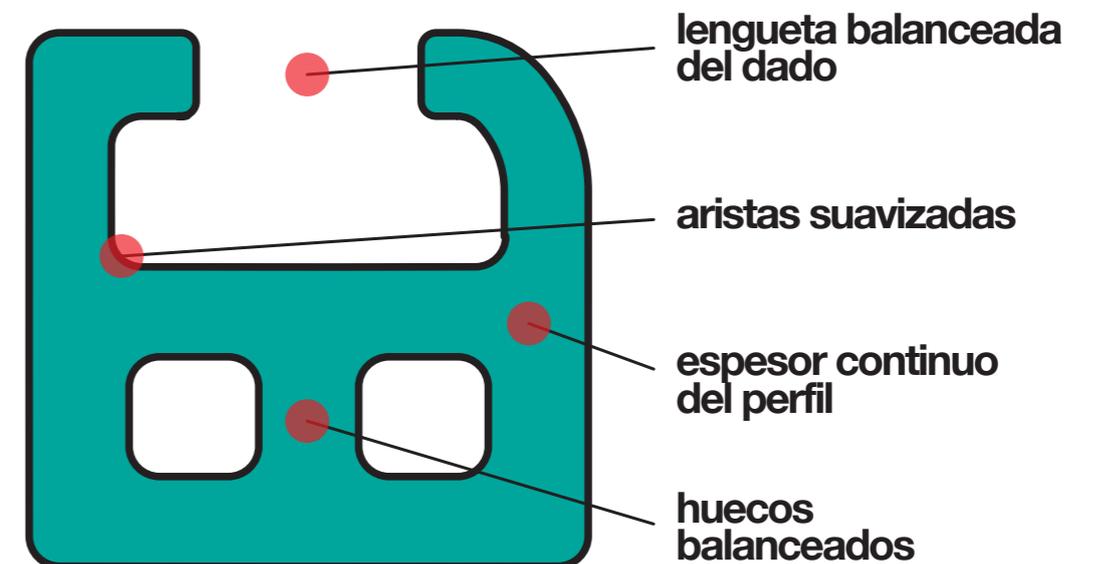


## CONDICIONES A TENER EN CUENTA PARA EL DISEÑO DE UN PERFIL EXTRUIDIDO

- >>>evitar bordes de cuchillo.
- >>>transiciones lisas.
- >>>tener especial cuidado en mantener la uniformidad del espesor simetría.
- >>>nucleo fuerte para el mejoramiento del funcionamiento.
- >>>evitar detalles delgados al final de reborde.

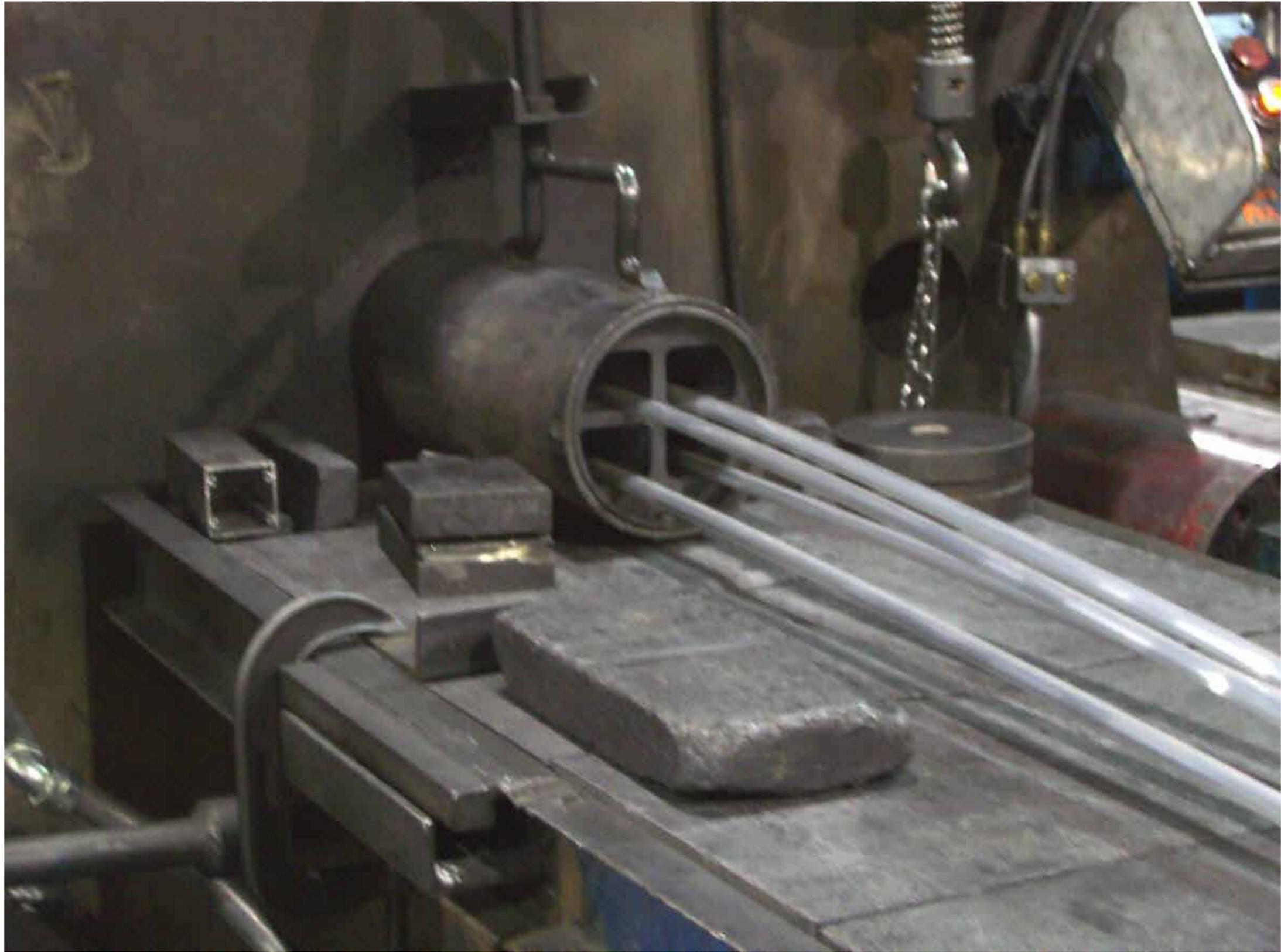


**incorrecto**



**correcto**

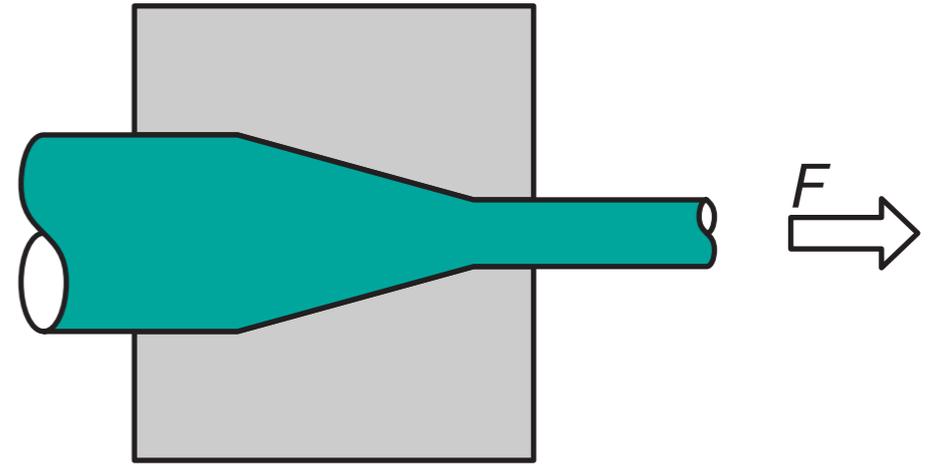






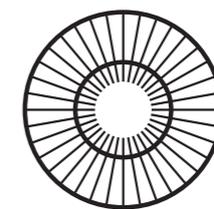
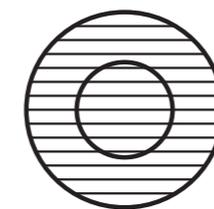
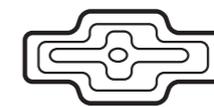
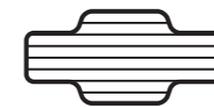
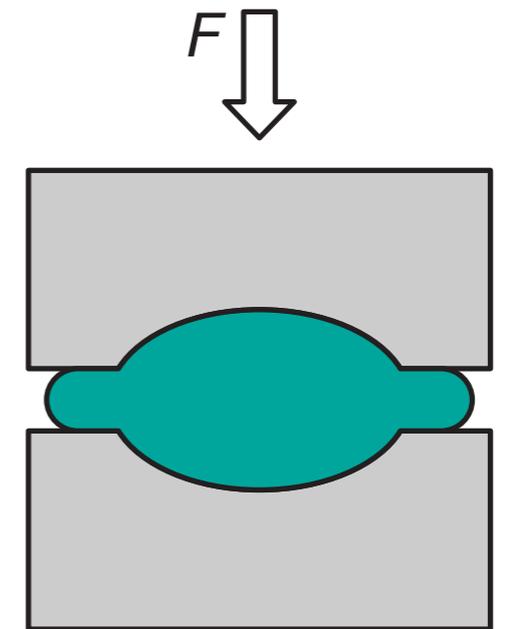
## TREFILADO

A diferencia de la extrusion se realiza en frio y las disminuciones de seccion son progresivas.



## FORJADO/ESTAMPADO

Consiste en golpear al metal caliente ya sea con herramientas manuales o entre dados planos en un martillo (hidraulico, a vapor, manual). La naturaleza del proceso es tal que no se obtienen tolerancias cerradas, ni pueden hacerse formas complicadas. en esta operación existe un flujo drástico del metal en los dados causado por los golpes repetidos sobre el metal. Para asegurar el flujo propio del metal durante los golpes intermitentes, las operaciones se dividen en un número de pasos. Cada paso cambia la forma gradualmente, controlando el flujo del metal hasta que la forma final se obtiene. Las temperaturas aproximadas de forjado son: acero 1100 a 1250 °C; cobre y sus aleaciones 750 a 925°C; magnesio 370 a 450°C.



*fibras de una  
pieza mecanizada*

*fibras de una  
pieza forjada*

## **FORJADO/ESTAMPADO**

En general, todas las piezas forjadas están cubiertas con escamas y deben limpiarse. Esto puede hacerse por inmersión en ácido, granallado, o con arena dependiendo del tamaño y composición de la pieza forjada. Si ocurre alguna deformación durante el forjado, una operación de enderezado o formado puede requerirse. Usualmente se procura un enfriamiento controlado para piezas grandes y si ciertas propiedades físicas se necesitan se toman providencias para tratamientos térmicos posteriores.





## **TRANSFORMACIÓN POR CONFORMADO** **///TRANSFORMACIÓN SECUNDARIA**

*embutido*

*embutido profundo*

*hydroform*

*extrusión por impacto*

*repujado*

*estirado*

*bordonado*

*engrapado*

*plegado*

*punzonado*

*corte*

# PROCESO DE ELABORACIÓN DE UNA PIEZA CONFORMADA

**diseño de la pieza**/boceto

## **selección del proceso productivo**

-embutido, embutido profundo, hydroform, extrusión por impacto, repujado, estirado, bordonado, engrapado, plegado, punzonado, corte- *de acuerdo a la utilidad y función de la pieza*

## **desarrollo de documentación**

-planos técnicos, verificaron dimensional-

## **producción**

-puesta en maquina-

### **elaboración del prototipo**

-sinterización laser, estereolitografía-

### **selección del material**

### **selección del proceso**

### **elaboración de la matriz**

-centro de mecanizado, electroerosión, tradicional-

### **producción**

### **pieza terminada**

## SELECCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO DE ELABORACIÓN

	estampado	embutido	hydroform	repujado	plegado	estirado	corte	punzonado	bordonado
<b>1</b>	<b>b,c</b>	-	<b>c</b>	<b>c</b>	<b>a</b>	-	-	-	-
<b>2</b>	<b>c</b>	<b>a</b>	<b>a</b>	<b>a</b>	-	-	-	-	-
<b>3</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	-	-	<b>a,c</b>	-	-	-	<b>d</b>
<b>4</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	-	-	<b>c</b>	-	<b>c,e</b>	<b>b,c</b>	-
<b>5</b>	-	-	-	-	<b>b</b>	-	<b>a,c</b>	<b>b</b>	-
<b>6</b>	-	-	<b>a</b>	-	-	<b>a,d</b>	-	-	<b>d</b>
<b>7</b>	-	-	<b>b</b>	-	-	<b>b,d</b>	-	-	-
<b>8</b>	<b>a</b>	-	-	-	-	-	<b>a</b>	-	-
<b>9</b>	-	-	-	-	-	-	-	<b>a</b>	-
<b>10</b>	-	<b>e</b>	<b>d</b>	<b>b</b>	-	-	-	-	<b>a</b>

1-formas con relieves, pestañas

2-envases, contenedores

3-superficies envolventes

4-piezas, tapas, rejillas

5-piezas planas

6-perfiles tubulares con variación de sección

7-formas lineales, caños, perfiles

8-paneles, laminas, hojas, chapas

9-perforaciones, troqueles

10-roscas

**a**- proceso primario

**b**- proceso secundario

**c**- combinación de dos o mas opciones

por medio de un adhesivo o soldado

**d**- pequeños tramos

**e**- moldes especiales

# SELECCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO DE ELABORACIÓN

<i>etapa de diseño</i>	estampado	embutido	repujado	hydroform	plegado	bordonado	engrampado	estirado	doblado caños	corte	punzonado
<i>características de forma</i>	superficies conc/conv	superficies profundas	superficies revolución	configuración simple	perfiles superficies	terminación uniones	terminación uniones	terminación	terminación	dividir	corte perimetrale
<i>factor limite de medida maximo espesor(1)</i>	material	material	material	equipamiento	material	equipamiento	equipamiento	material	material	material	equipamiento
<i>minimo radio interior</i>	3/12	6/12	6/8	6/12	12/24	-	-	-	-	20	12/24
<i>minimo angulo</i>	01-05 e	01-05 e	2-4e	-	2e	-	-	2Ø	-	-	-
<i>minimo espesor</i>	0,5	0,5	>3	1	0	-	-	-	0	0	0
	0	0	0	0	0,5	-	-	-	0	0	0
<i>acabado superficial (f)</i>	1	2-3	4	1-2	2	3	-	4	4	3	2
<i>tolerancia dimensional</i>	0,5-0,1	0,5-0,1	1-0,5	0,05	0,5-0,1	0,5	0,5	1-0,5	1-0,5	1-0,5	0,005
<i>Tiempo de desarrollo de la pieza (meses)</i>	3-6	3-6	1-2	1-3	0(2)	0(2)	0	0(2)	0(2)	0(2)	3-6
<i>molde</i>	metal	metal	metal madera	metal	-	metal	metal	metal	metal	-	metal
<i>costo</i>	alto	alto	bajo	medio	-	-	alto	-	-	-	alto
<i>producción</i>	alta	alta	baja- mediana	mediana	baja- mediana	mediana- alta	baja- alta	baja	baja	baja- alta	alta
<i>costo p/unidad</i>	bajo	bajo	bajo	medio	medio	bajo	bajo	mediano	mediano	bajo	bajo

**e:** espesor de la pieza

**1-**acero SAE 1010/aluminio

**2-**se emplean matrices ya fabricadas

**a-**requiere molde especial

**b-**no recomendado

**c-**solo con material flexible

**d-**solo en la dirección de la extrusión

**e-**posible con tecnicas especiales

**f-**(1suave-5rugosa)



## **ANÁLISIS DE PIEZA CONFORMADA EN CHAPA.**

### **TIPOLOGÍA DE LAS PIEZAS DE CHAPA**

-TAMAÑO PEQUEÑO, GEOMETRÍA SIMPLE DE REVOLUCIÓN, MATERIAL CHAPA DE ACERO SAE 1060, TOLERANCIAS 0,5/1MM, TRANSFORMACIÓN POR PUNZONADO (TROQUEL), EMBUTIDO Y ACUÑADO-

### **CLASIFICACIÓN DE LAS MATRICES**

PROCESO DE TRANSFORMACIÓN  
-AUTOMÁTICA-

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS  
-PROGRESIVA-

CICLOS DE PRODUCCIÓN  
-DE PRODUCCIÓN ALTA-

### **ANÁLISIS DE COSTOS**

-UNITARIO BAJO, DE MATRICERIA ALTO-

## **TIPOLOGÍA DE LAS PIEZAS DE CHAPA**

-tamaño, geometría, materiales, tolerancias, transformación-

## **CLASIFICACIÓN DE LAS MATRICES**

## **PROCESO DE TRANSFORMACIÓN**

-manual, semiautomática, automática-

## **CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS**

-de puente, con pisador, coaxial o doble efecto, progresiva-

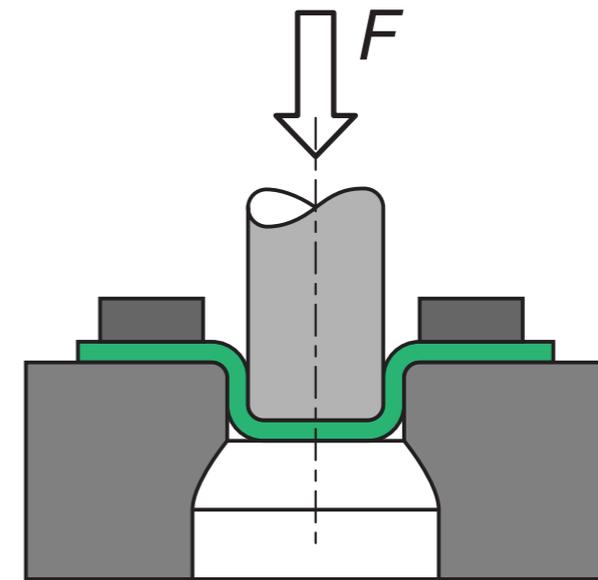
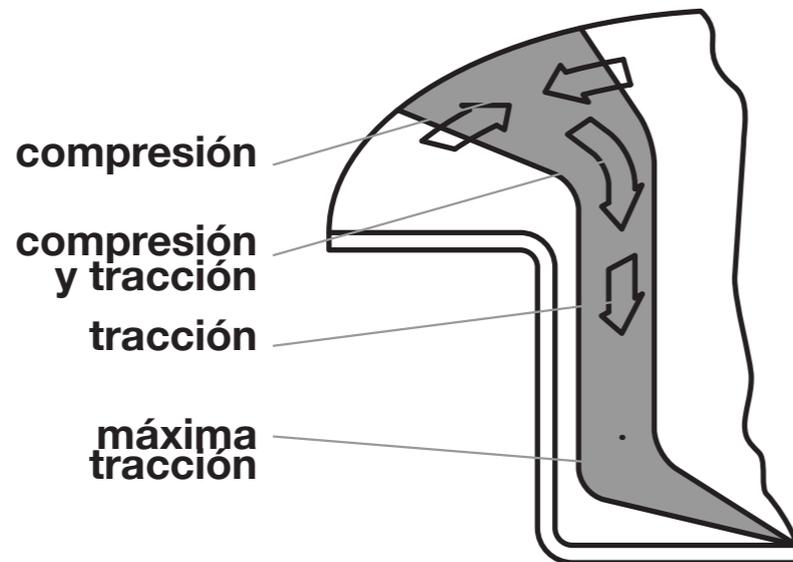
## **CICLOS DE PRODUCCIÓN**

-de pruebas, de prototipos, de producción-

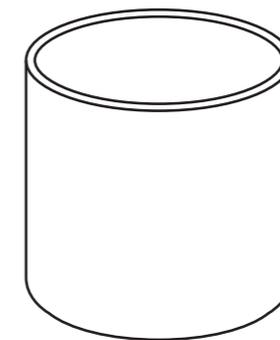
## **ANÁLISIS DE COSTOS**

## EMBUTIDO

El embutido es una operación donde la carga se aplica progresivamente sobre el material para conformar un superficie concava/convexa. Hay muy poca deformación de la chapa, por lo que el espesor se mantiene constante. Esto se debe a que a la chapa se la hace deslizar por una matriz por medio de un punzon. Al ingresar la chapa a la matriz se producen pliegues, los cuales se evitan por medio de prensachapas y guías.



matriz  
punzon  
prensa chapa  
pieza



## **CONDICIONES A TENER EN CUENTA**

*determinación del tamaño del  
recorte*

*cálculo del número de embuticiones  
embutición de piezas no cilíndricas*

*radios de embutición*

*juego de embutición*

*velocidad de embutición*

*presión del presachapas*

*presión de embutición*

## PARTES DE UNA MATRIZ

Los radio de las matrices son amplios para que no se produzca un corte o grieta por el contacto.

Para cada pieza pueden haber varias matrices de acuerdo a la relacion diam. Altura:

Número de pasadas= $2h/d$  o  $3h/d$

H (altura) aconsejable, límite =  $\frac{1}{2}$  del  $\emptyset$ .

1ª pasada:  $H = \frac{1}{2} \emptyset$

2ª pasada:  $H = \emptyset$

3ª pasada:  $H = \frac{3}{2} \emptyset$

4ª pasada:  $H = 2 \emptyset$

número de pasadas.

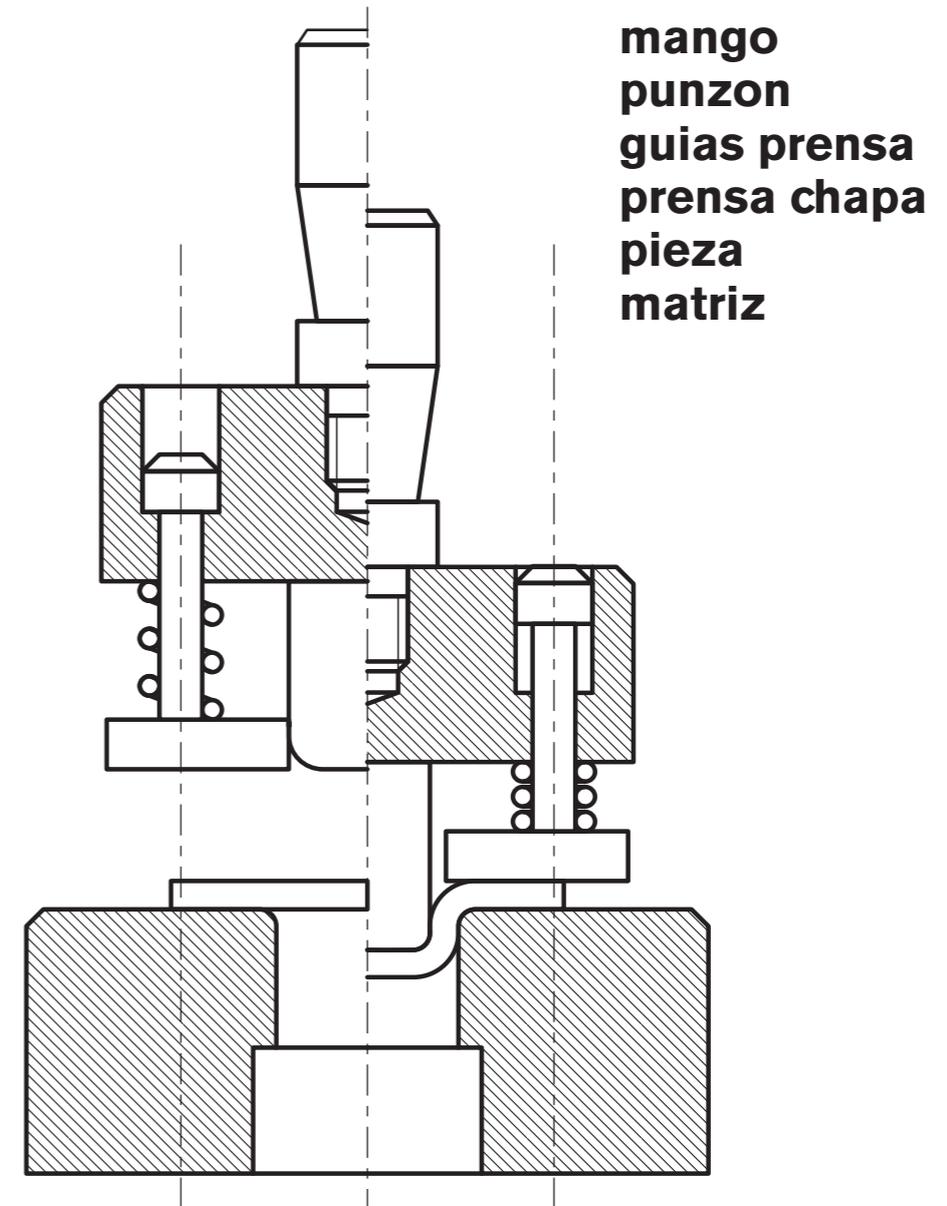
$n^{\circ} p$  (numero de pasadas):

$n^{\circ} p = 2H / d$ .

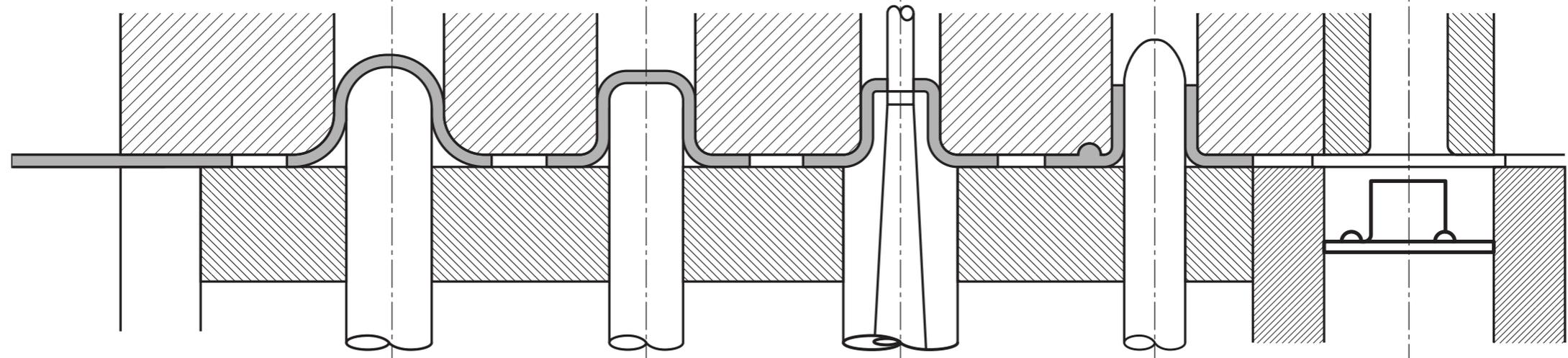
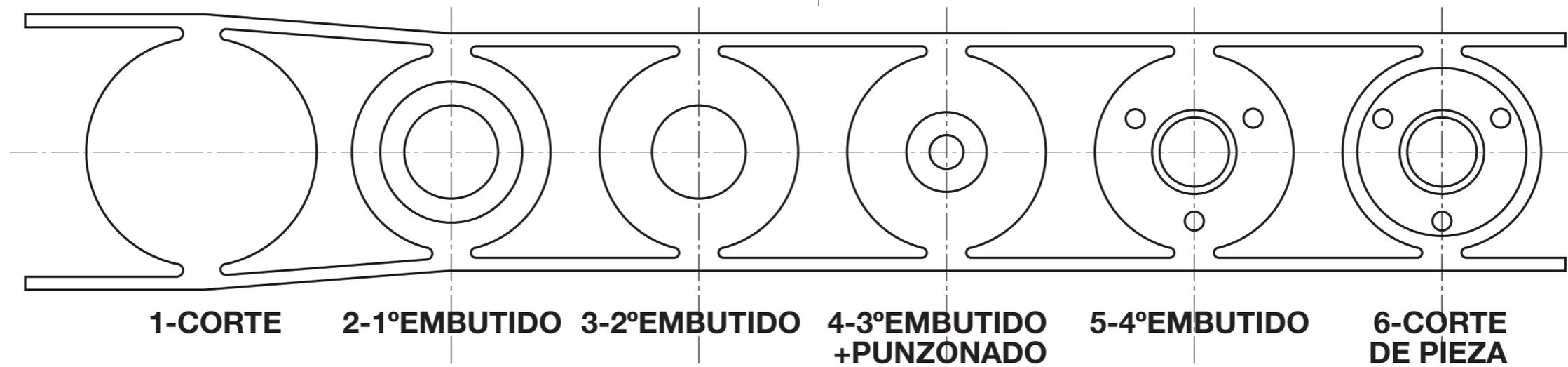
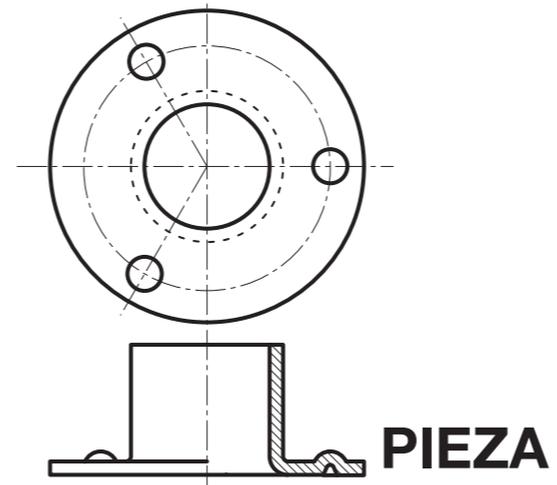
(para piezas chicas, generalmente entre el dedal y la bacha)

$3H / d$ .

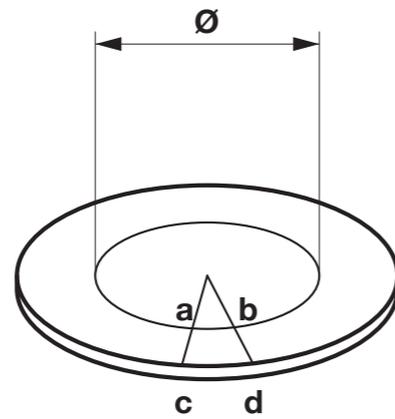
(para piezas grandes, como una bañera)



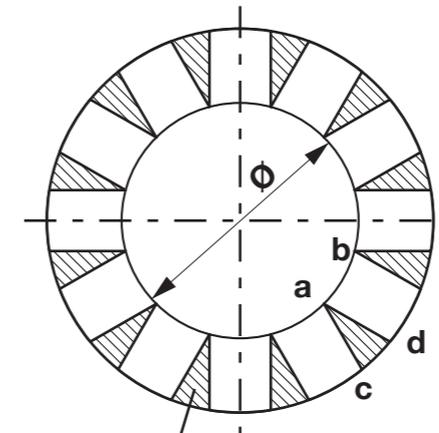
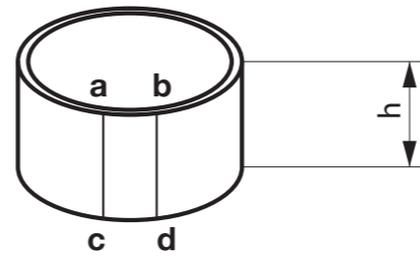
# MATRIZ PROGRESIVA



# DETERMINACIÓN DEL DIAMETRO DEL DISCO



DEFORMACIÓN DE LA CHAPA EMBUTIDA



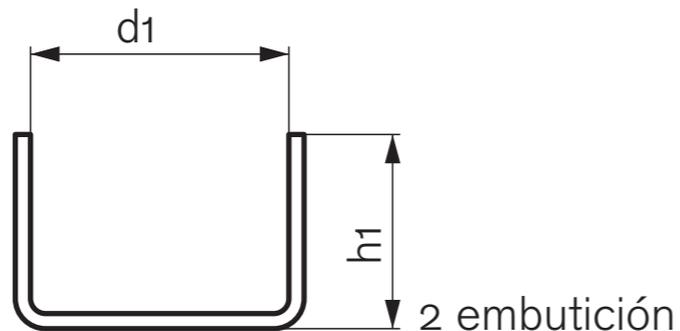
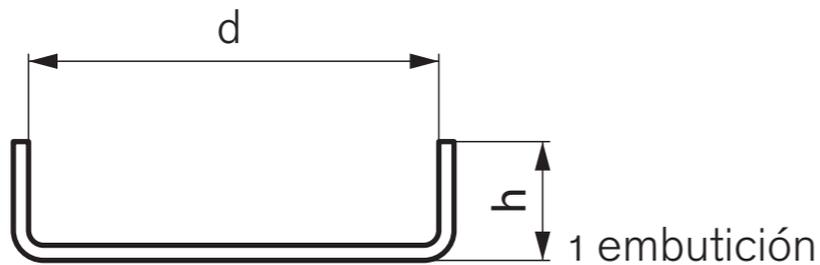
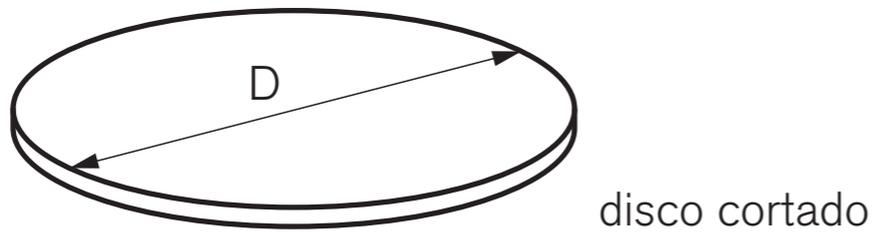
ZONAS DE MAXIMA COMPRESION  
POSIBLE FORMACION DE PLIEGUES

**superficie disco=superficie de la pieza**

<b>fácil</b>	<b><math>D-d/d &lt; 0,4</math></b>
<b>media</b>	<b><math>D-d/d &gt; 0,4</math></b>
<b>difícil</b>	<b><math>D-d/d &gt; 0,6</math></b>

# COMO DETERMINAR EL NÚMERO DE EMBUTICIONES, DIÁMETRO Y ALTURA

Número de pasadas =  $2h/d$  o  $3h/d$



**superficie disco = superficie de la pieza**

$$D = \sqrt{d^2 + 4dh}$$

$$d = 0,6 \cdot D$$

$$h = \frac{D^2 - d^2}{4d} \quad d = 1/2 D$$

$$d1 = 0,8 \cdot d$$

$$h1 = \frac{D^2 - d1^2}{4d1} \quad d1 = 1d$$

$$d2 = 0,8 \cdot d1$$

$$h2 = \frac{D^2 - d2^2}{4d2} \quad d2 = 1 \ 1/2 d$$

$$d3 = 0,8 \cdot d2$$

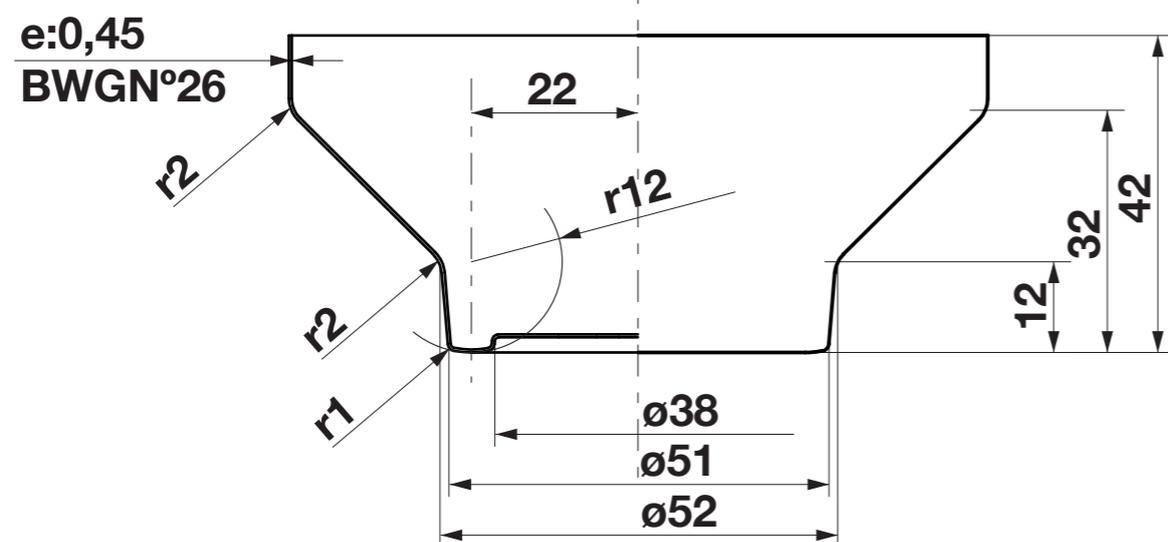
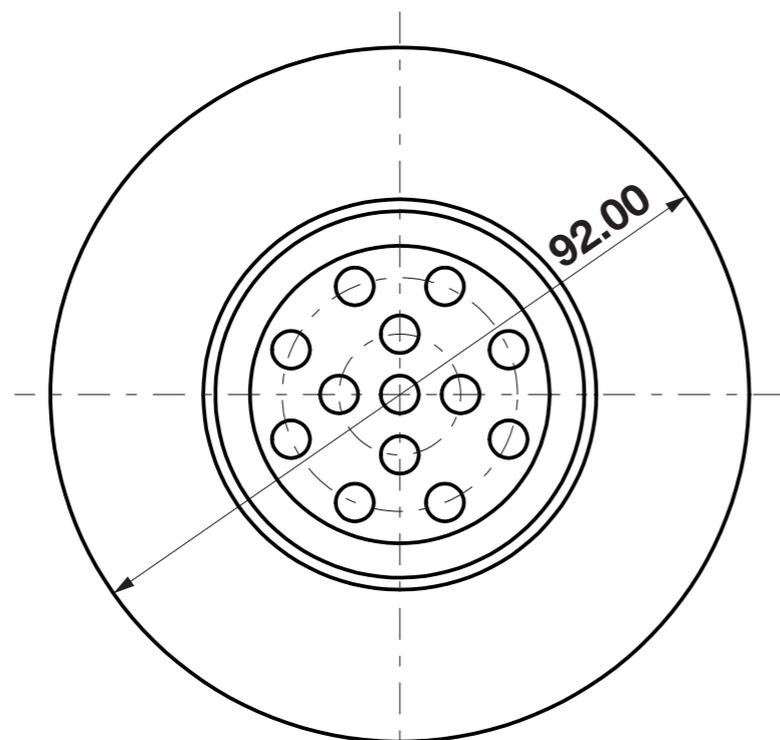
$$h3$$

**m = diámetro del disco / diámetro del punzon < 1**

**COMO DETERMINAR EL NÚMERO DE  
EMBUTICIONES, DIAMETRO Y ALTURA?**



# PLANIMETRÍA



**DETERMINAR EL DIÁMETRO DEL DISCO  
IGUALANDO LAS SUPERFICIES**

$$\rightarrow 2\pi rh = 2 \times 3,14 \times 46 \times 10 = \mathbf{2890\text{mm}^2}$$

$$\rightarrow \pi s(R+r) = 3,14 \times 28,28 \times (46+26) \\ = \mathbf{6397\text{mm}^2}$$

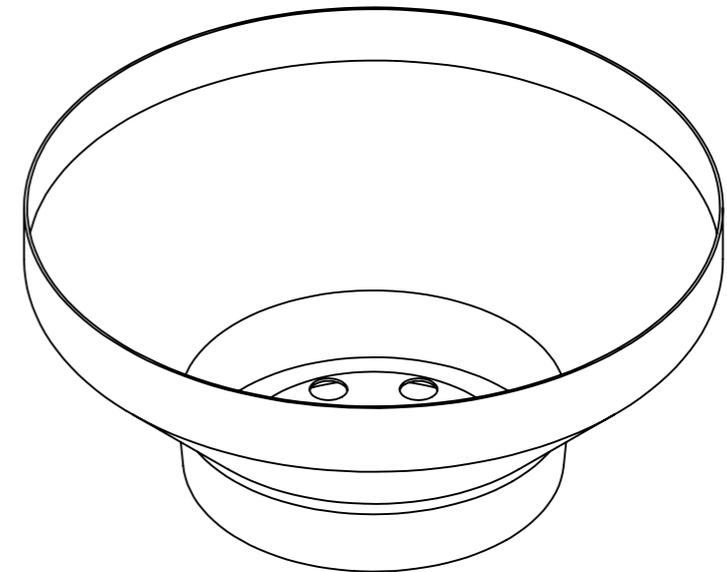
$$\rightarrow 2\pi rh = 2 \times 3,14 \times 26 \times 12 = \mathbf{1960\text{mm}^2}$$

$$\rightarrow \pi r^2 = 3,14 \times 25^2 = \mathbf{1963\text{mm}^2}$$

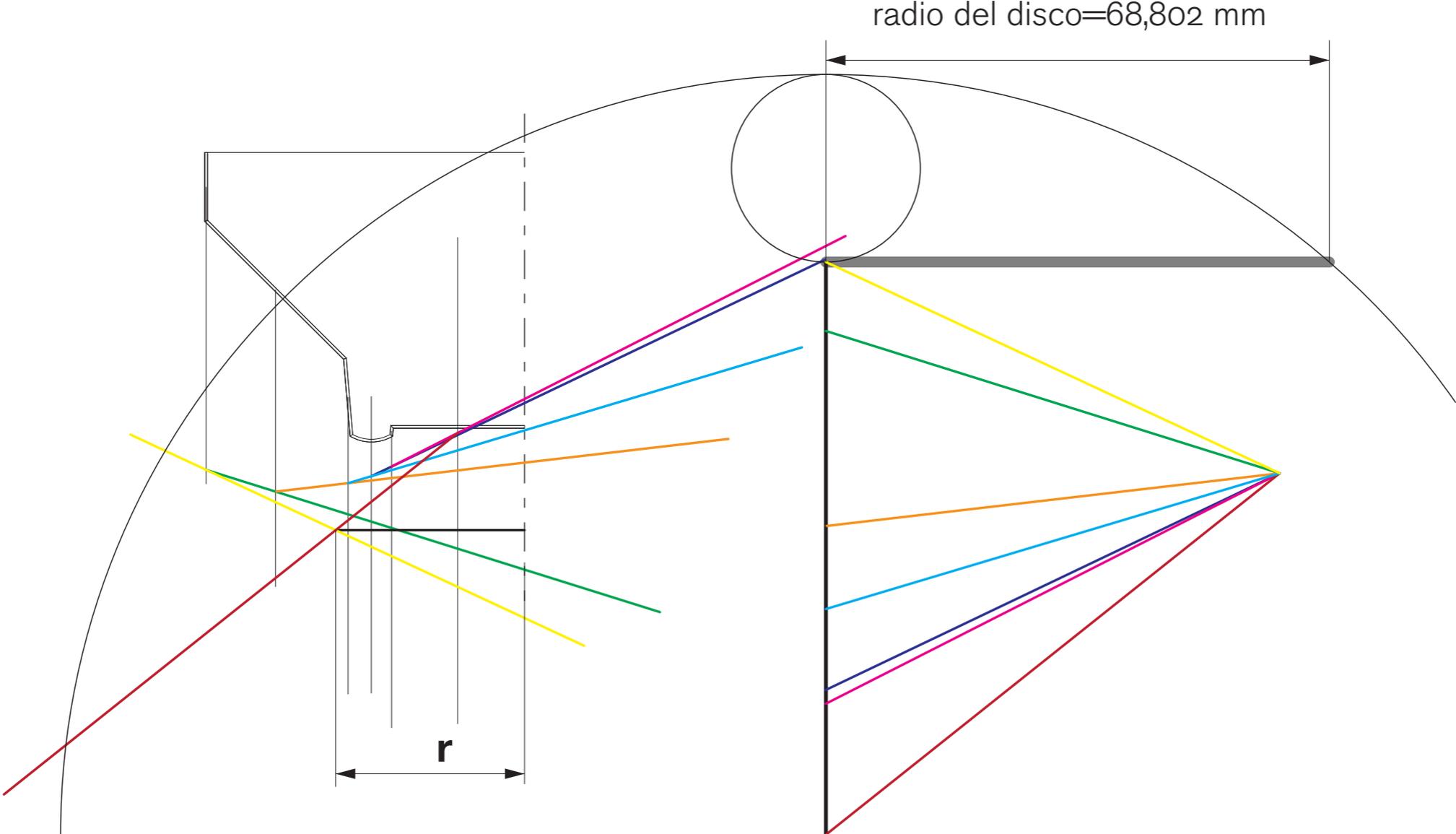
$$\pi r(\text{disco})^2 = 13210\text{mm}^2 =$$

$$r(\text{disco}) = \sqrt{13210/\pi}$$

$$= \mathbf{64,844\text{mm}}$$



**DETERMINAR EL DIÁMETRO DEL DISCO  
POR METODO DEL POLÍGONO FUNICULAR**



los segmentos son representaciones de la longitud de la parte en el corte de la sección

<b>fácil</b>	<b><math>D-d/d &lt; 0,4</math></b>
<b>media</b>	<b><math>D-d/d &gt; 0,4</math></b>
<b>difícil</b>	<b><math>D-d/d &gt; 0,6</math></b>

$$D=136\text{mm}$$

$$d=52+(92-52/2)=72\text{mm} \quad \text{///} \text{diámetro promedio}$$

$$136-72/72=0,8 \rightarrow \quad \text{DIFICULTAD ALTA}$$

1 PASO

$$d=0,6 \times 136=81,6$$

$$h= \frac{136^2 - 81,6^2}{4 \times 81,6} = 36,26\text{mm}$$

2 PASO

$$d_1=0,8 \times 81,6=65,28$$

$$h_1= \frac{136^2 - 65,28^2}{4 \times 65,28} = 54,51\text{mm} \quad \text{ok}$$

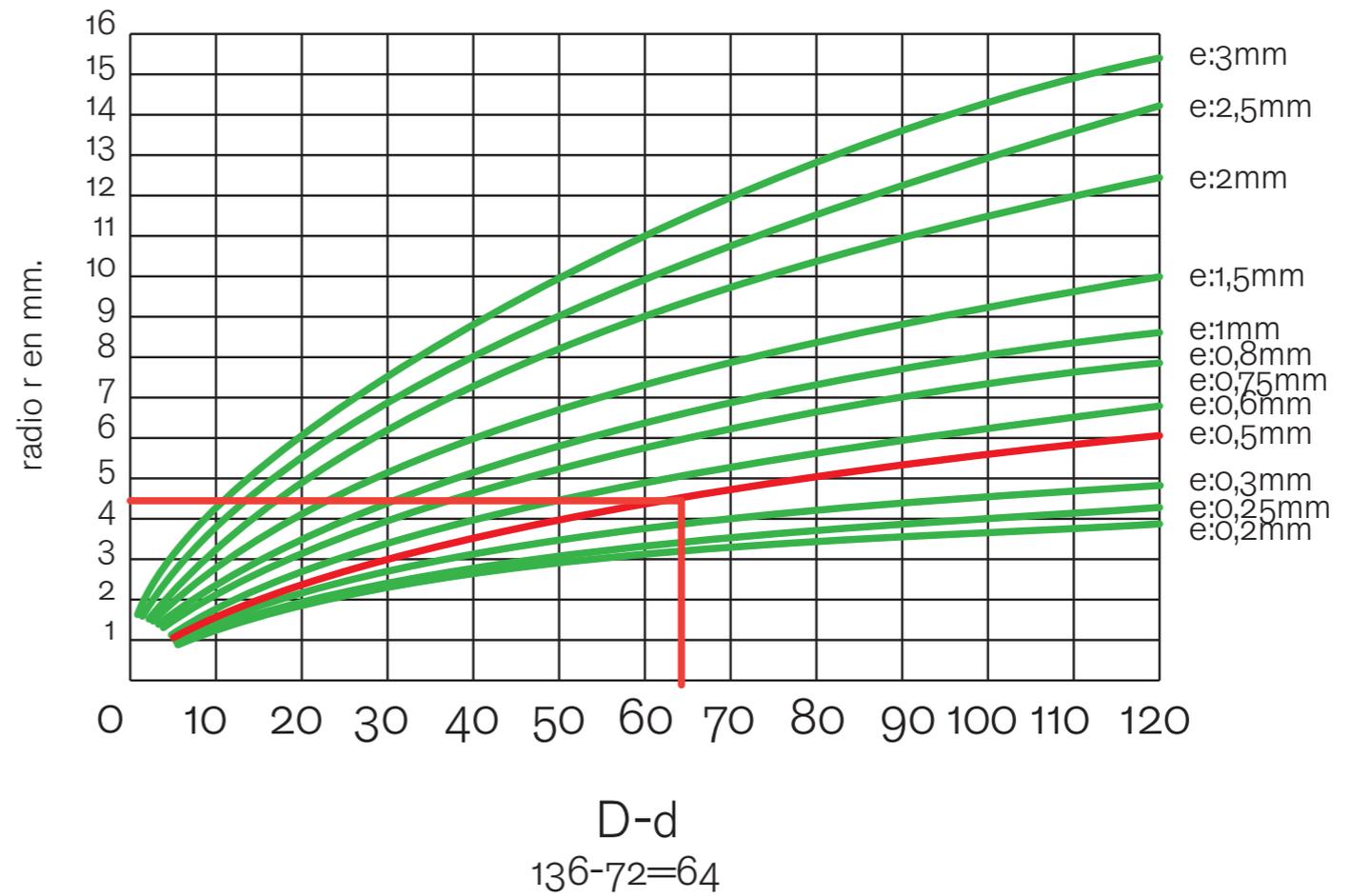
Espesor del material, T	Primer golpe	Segundo golpe	Embutido final
(<0.41 mm)	1.08T	1.09 -1.10T	1.04-1.05T
(0.41 - 1.27 mm)	1.08-1.10T	1.10-1.13T	1.05-1.06T
(1.27 - 1.18 mm)	1.10-1.13T	1.13-1.15T	1.06-1.08T
(>1.18 mm)	1.13-1.15T	1.15-1.20T	1.08-1.10T

Sugerencia de holguras para embutido

radio de embutido

$$r=0,8.\sqrt{(D-d).e}$$

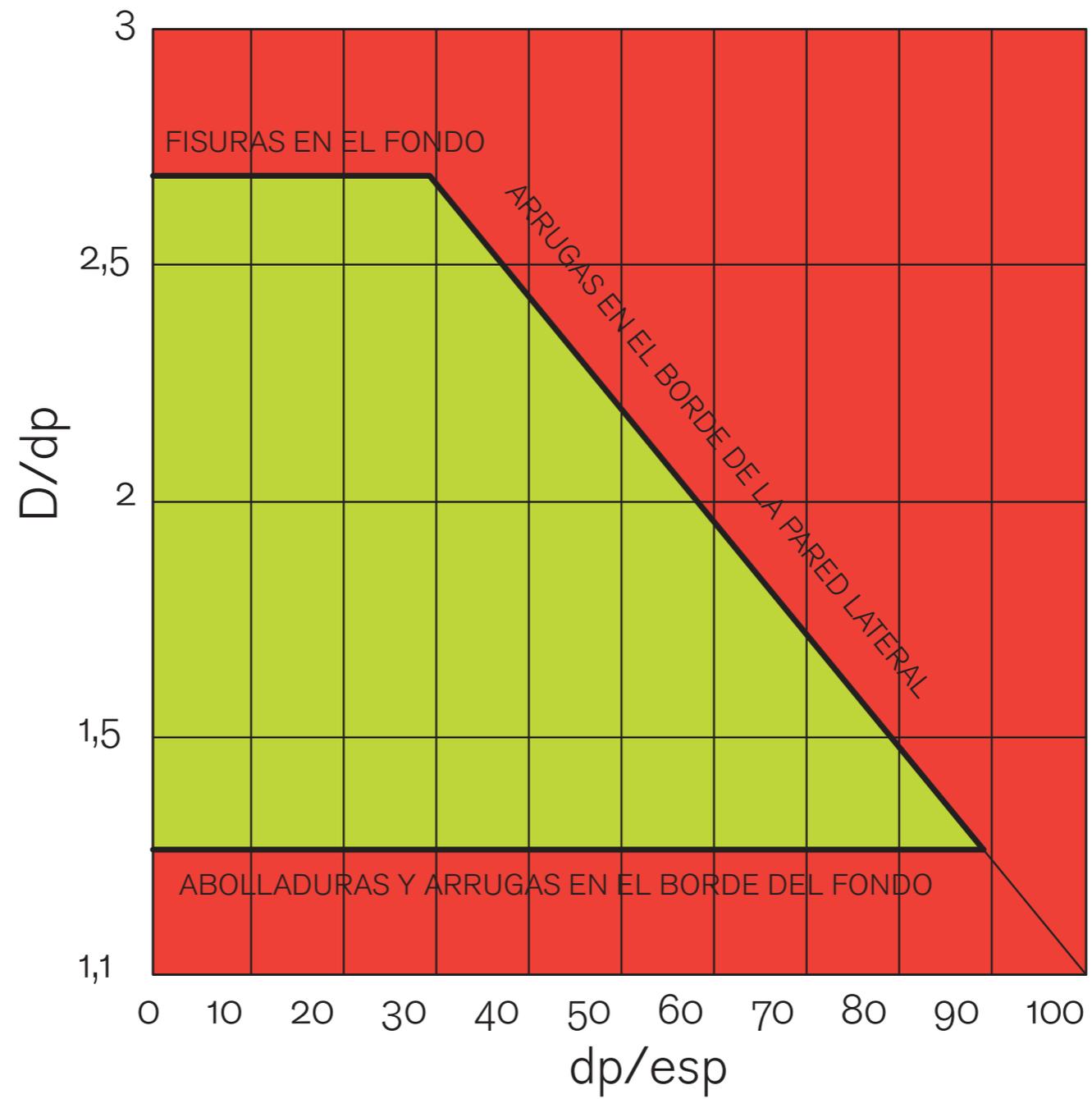
$$r=0,8x\sqrt{(136-72)x0,45}$$



radio=4,29mm → cálculo

radio=4,5mm → grafico

# PRENSA CHAPAS



$$fe = 72 \times 3,1416 \times 0,45 \times 40 \times 1$$

$$\rightarrow 4071,51 \text{Kg}$$

	k
chapa de hierro	40Kg/mm <sup>2</sup>
acero inoxidable	70Kg/mm <sup>2</sup>
cobre	30Kg/mm <sup>2</sup>
aluminio	17Kg/mm <sup>2</sup>

d/D	0,55	0,6	0,65	0,70	0,75	0,80
f	1	0,86	0,72	0,60	0,50	0,40

fuerza de embutición

$$fe = di \cdot \pi \cdot e \cdot k \cdot f \text{ (Kg)}$$

di=diametro interior

e=espesor de la chapa

k=resistencia de la chapa

f=factor de embutibilidad

## PIEZAS EMBUTIDAS







## DEFECTOS EN EL EMBUTIDO

a) arrugado en la pestaña

el arrugado en una parte embutida consiste en una serie de pliegues que se forman radialmente en zona no embutida de la pieza, debido al arrugado por compresión.

b) arrugado en la pared

si la zona arrugada se embute en el cilindro, estos pliegues aparecen en la pared vertical del mismo.

c) desgarrado

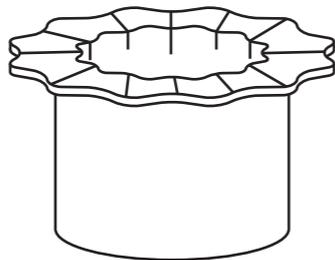
consiste en una grieta que se abre en la pared vertical, normalmente cerca de la base del recipiente embutido, debido a los esfuerzos de tensión que causaron adelgazamiento y rotura del material en esta zona. Ocurre también cuando el material se estira sobre una esquina afilada del punzón.

d) orejeado

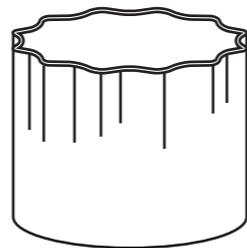
es la formación de irregularidades (llamadas orejas) en el borde superior de la pieza embutida, causada por anisotropía en la plancha. Si el material es perfectamente isotrópico no sucede.

e) rayado superficial

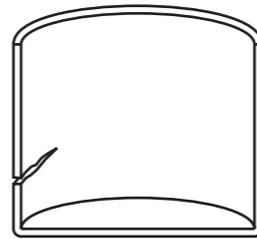
pueden producirse rayas en la superficie de la pieza embutida si el punzón y la matriz no están lisos o si la lubricación es insuficiente.



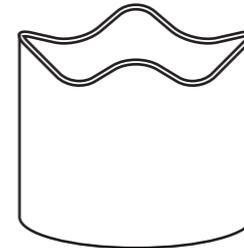
a



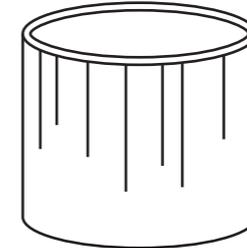
b



c

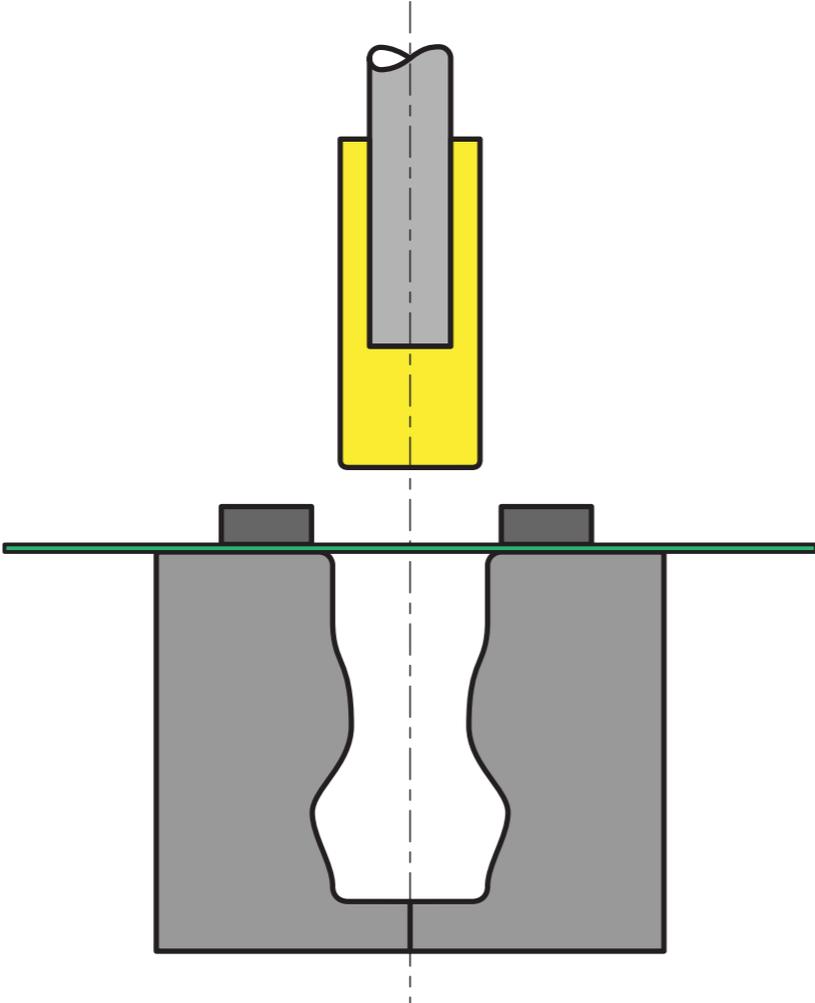


d

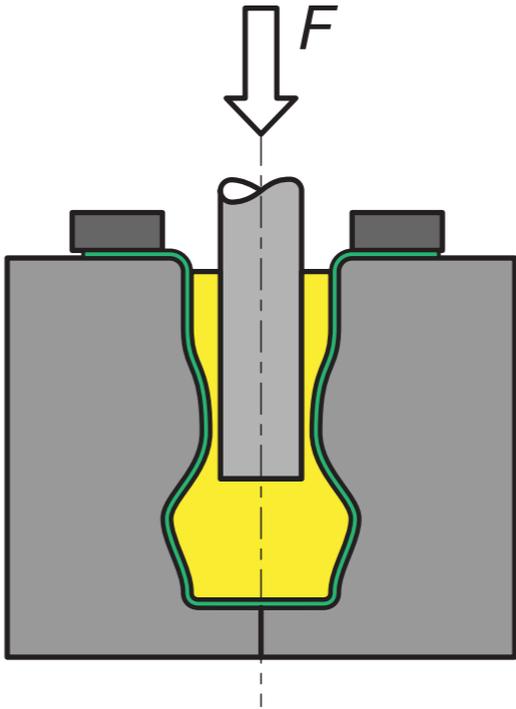


e

# EMBUTIDO CON PUNZON DE GOMA

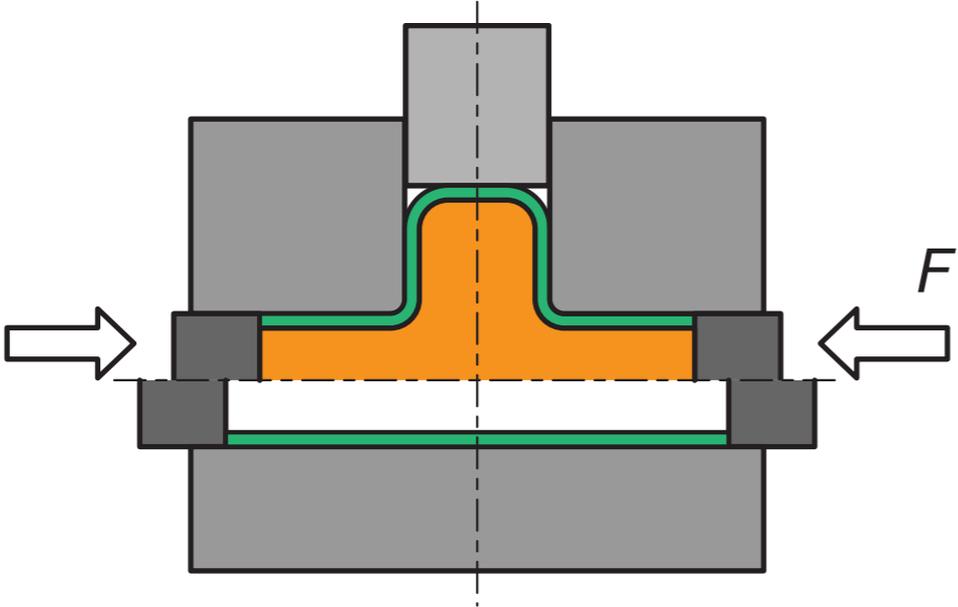


matriz  
punzon  
prensa chapa  
pieza

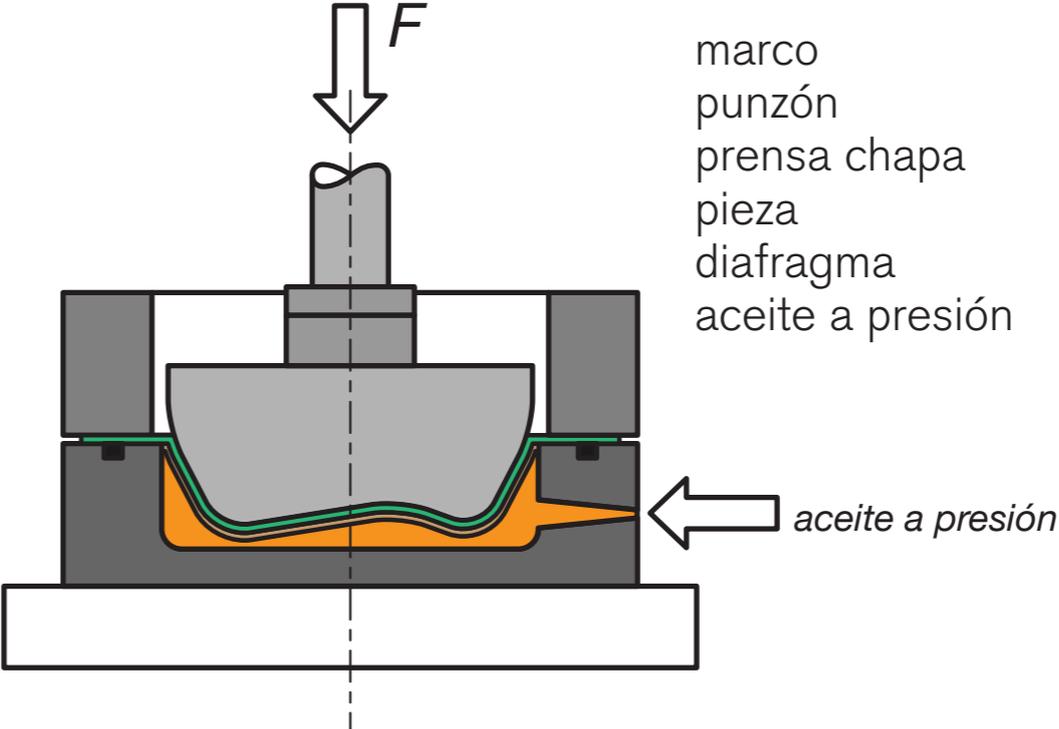
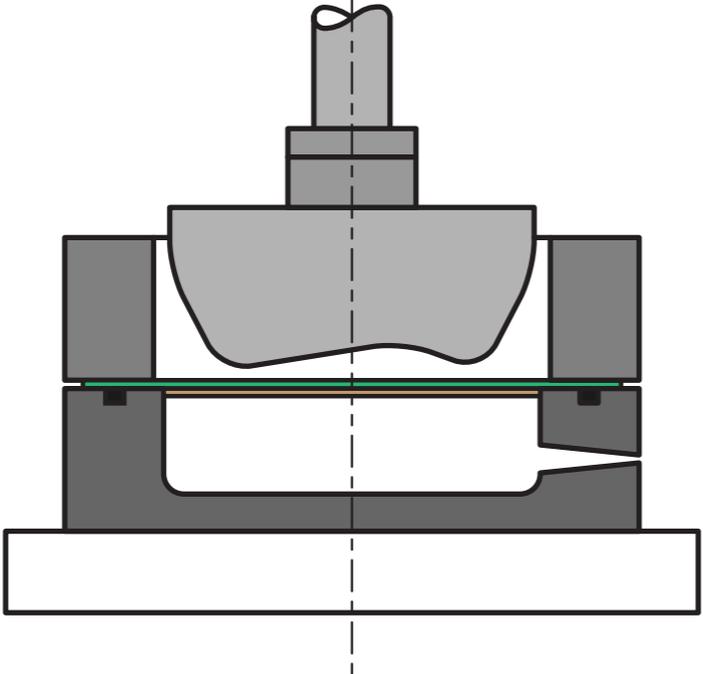


matriz  
punzon  
prensa chapa  
pieza

# HYDROFORM

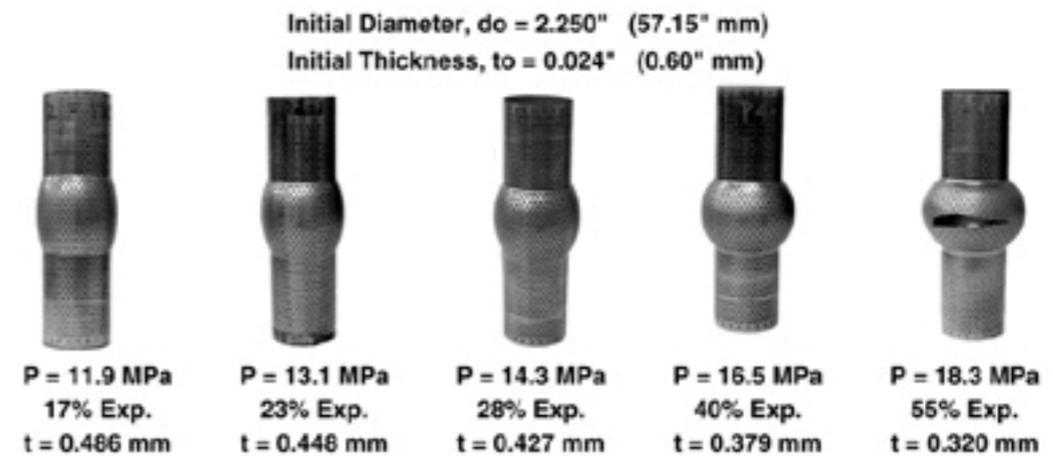
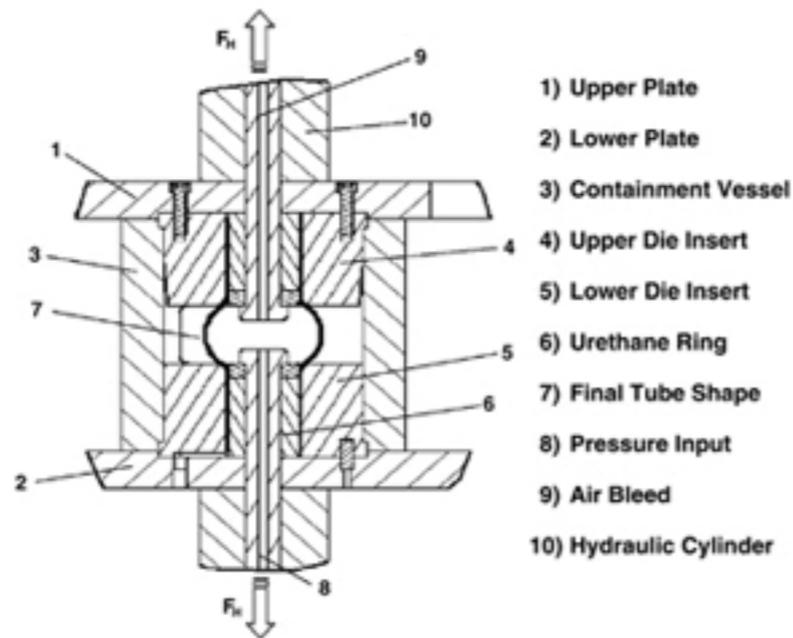


matriz  
embolo  
pieza  
aceite a presión



marco  
punzón  
prensa chapa  
pieza  
diafragma  
aceite a presión

aceite a presión



En este caso se pueden lograr embutidos con un proceso unico de grandes profundidades, ademas de piezas con mayores espesores que e el tradicional. La operaron que se realiza es similar al tradicional, con el cambio de la matriz por un colchon de caucho montado sobre un deposito de aceite a presion, el cual obliga a la chapa a tomar la forma del punzon.

#### Hydro formación

La Hidroformación de Vejiga es muy similar al sellar, pero un diafragma de goma apoyado por 18,000 psi del aceite actúa como una mitad del molde. Esto reduce el coste de labrado a media, ya que sólo se requiere una mitad del molde.







[www.lapierrebikes.com](http://www.lapierrebikes.com)

**LAPIERRE**™

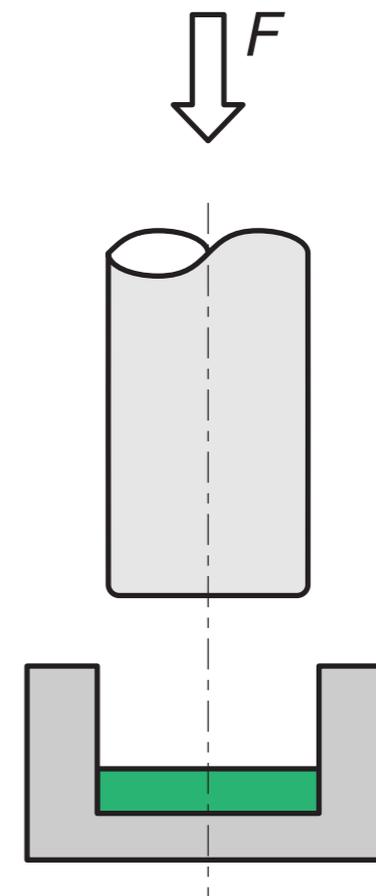
## EXTRUSIÓN POR IMPACTO

En la extrusión por impacto un punzón es dirigido sobre un disco (tejo) de metal con una fuerza tal que fluye alrededor. La mayoría de las operaciones de extrusión por impacto, tales como la manufactura de tubos, son trabajadas en frío, pero por acción del impacto el material toma inmediatamente temperatura. Sin embargo hay algunos metales, particularmente aquellos en los cuales se requieren paredes delgadas, en los que el metal es calentados a elevadas temperaturas.

Las piezas como máximo pueden desarrollar los 30cm de altura y los espesores finales varían entre 0,1 a 0,5 mm..

La relación de diámetro altura es 8-60mm diam.: 6-8 veces el diámetro para la altura y para diam. Mayores 60-120mm 2 a 3 veces

El envase generalmente queda adherido al punzón por lo que la matriz no tiene que tener la altura final.



$\varnothing$ mm.	H (veces $\varnothing$ )
8 a 60	6 ~ 8
> 60 a 120	2 ~ 3



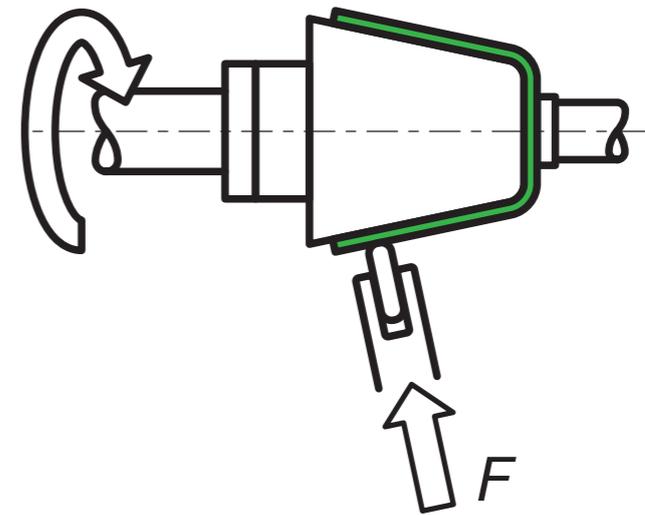
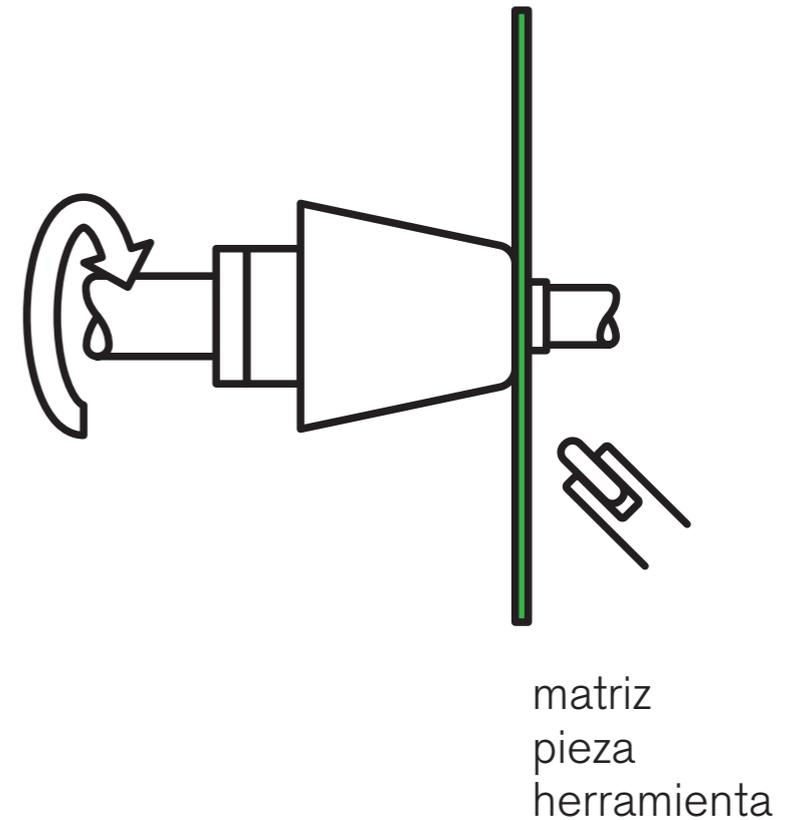




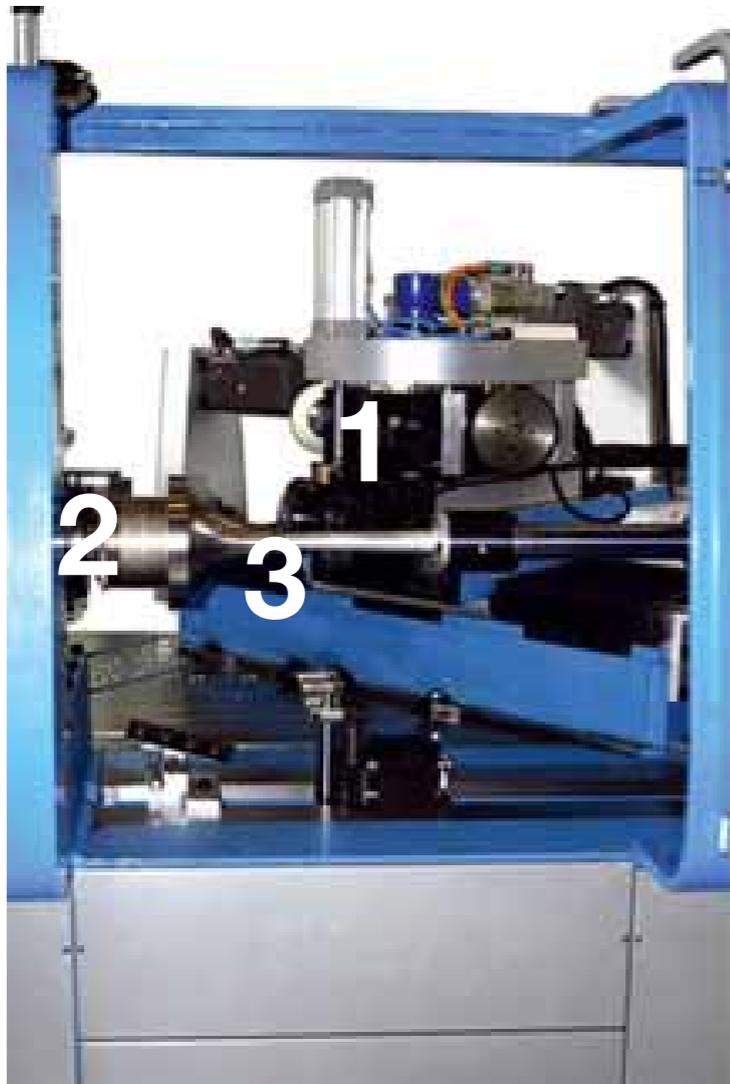
## REPUJADO

Es una operación por deformación de la chapa, que se produce al empujar la chapa con una herramienta sobre una matriz en movimiento de rotación. La chapa tiende a tomar la forma de la matriz por medio de la acción de una herramienta sobre esta. A partir de este método pueden resolverse todo tipo de pieza de revolución a partir de una lámina

es un proceso económico. No se necesita una matriz compleja y con grandes tolerancias. Este método puede reemplazar en algunos casos al embutido. La diferencia que tiene con este es la terminación superficial, que no suele ser perfecta. La progresión de la superficie de la pieza debe ser continua y en el caso de producirse reducciones o ampliaciones en la sección deben ser con radios amplios.

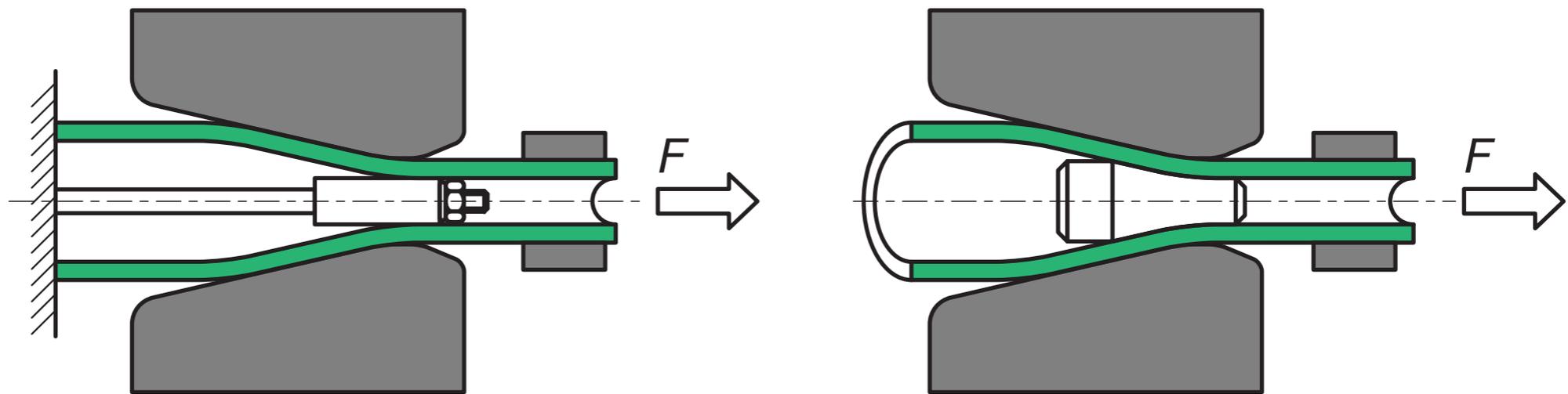






1-util/herramienta  
2-matriz  
3-pieza

# ESTIRADO



matriz  
lanza  
mandril  
pieza

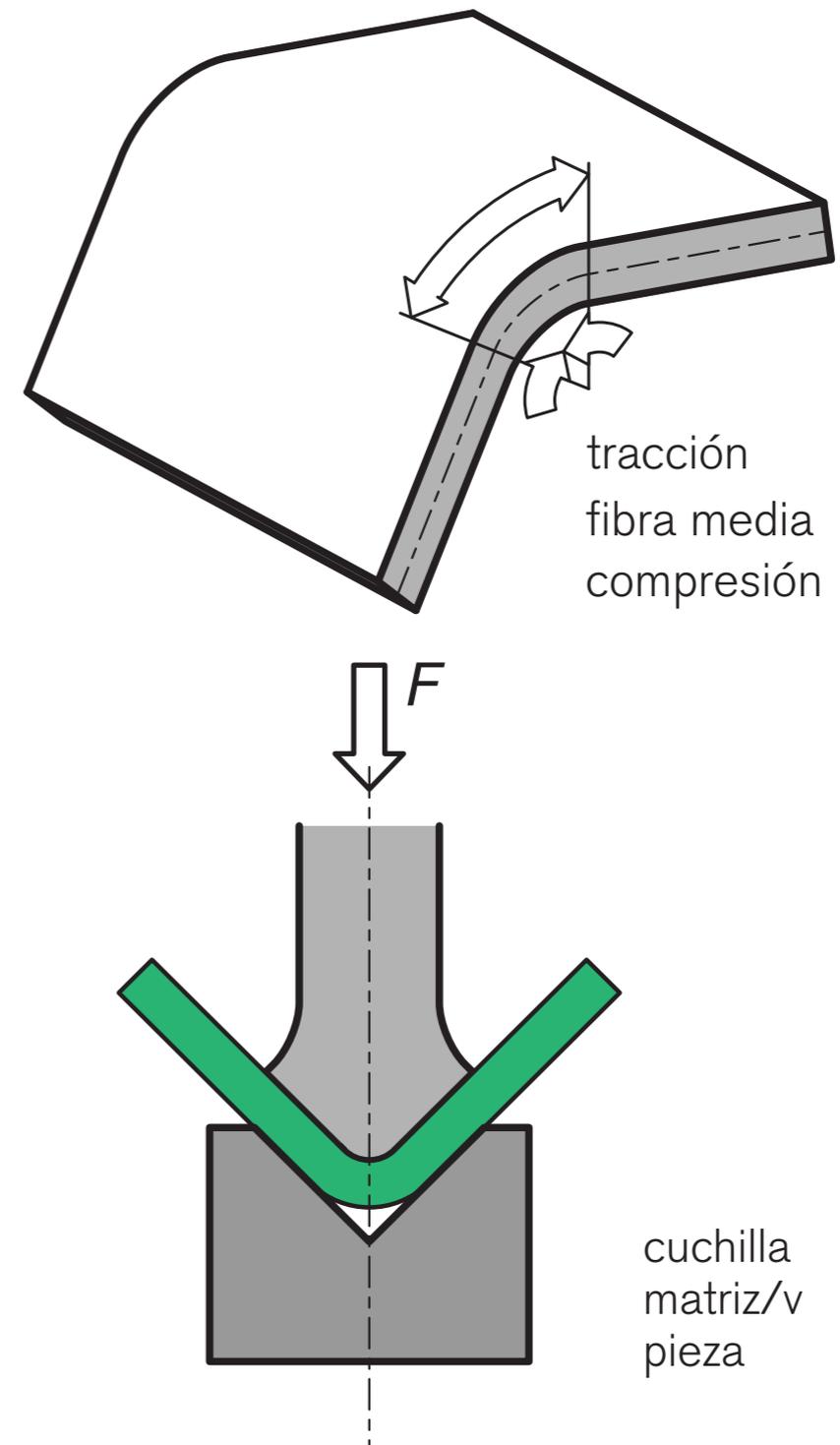


## PLEGADO

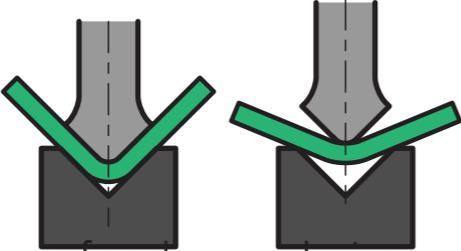
El plegado de lámina metálica sobre un plano, generalmente, es una operación barata que crea formas simples y le proporciona a la lámina algo de rigidez y resistencia mecánica. Una dobladora manual una herramienta de conformado de láminas común en muchos talleres pequeños puede realizar dobleces limitados. La técnica para el conformado de chapa en frío por deformación.

La deformación consiste en aplicar una fuerza en línea recta determinada por el espesor de la chapa de forma tal que produce una deformación permanente sobre la misma.

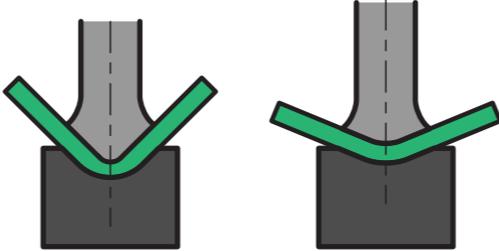
Usualmente debido a la magnitud de la fuerza el sistema de empuje de la plegadora es hidráulico, aunque también los hay basados en volante de inercia.



**TIPOS DE PLEGADO**

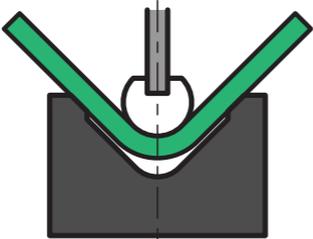


a fondo  
al aire  
de matriz  
plegado en falso

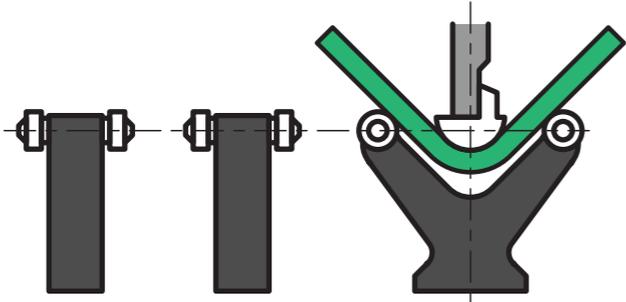


plegado con golpe      radio punzon = 2 espesores

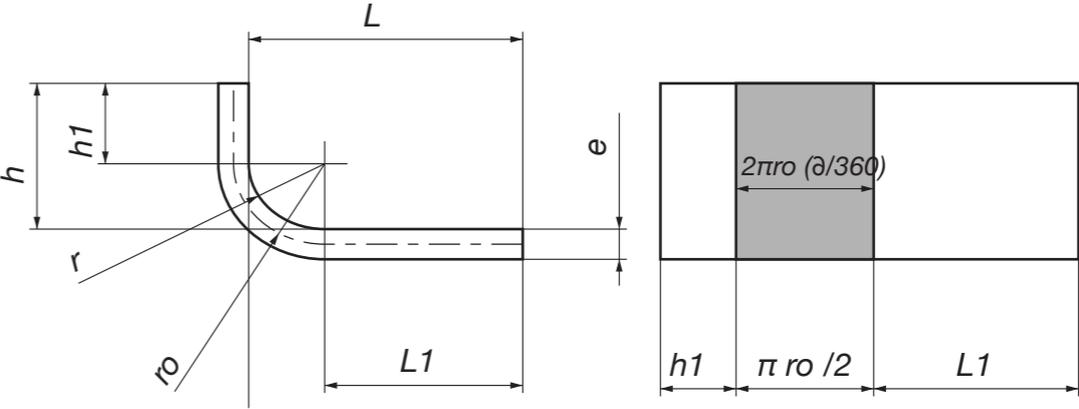
**TIPO DE PLEGADO**

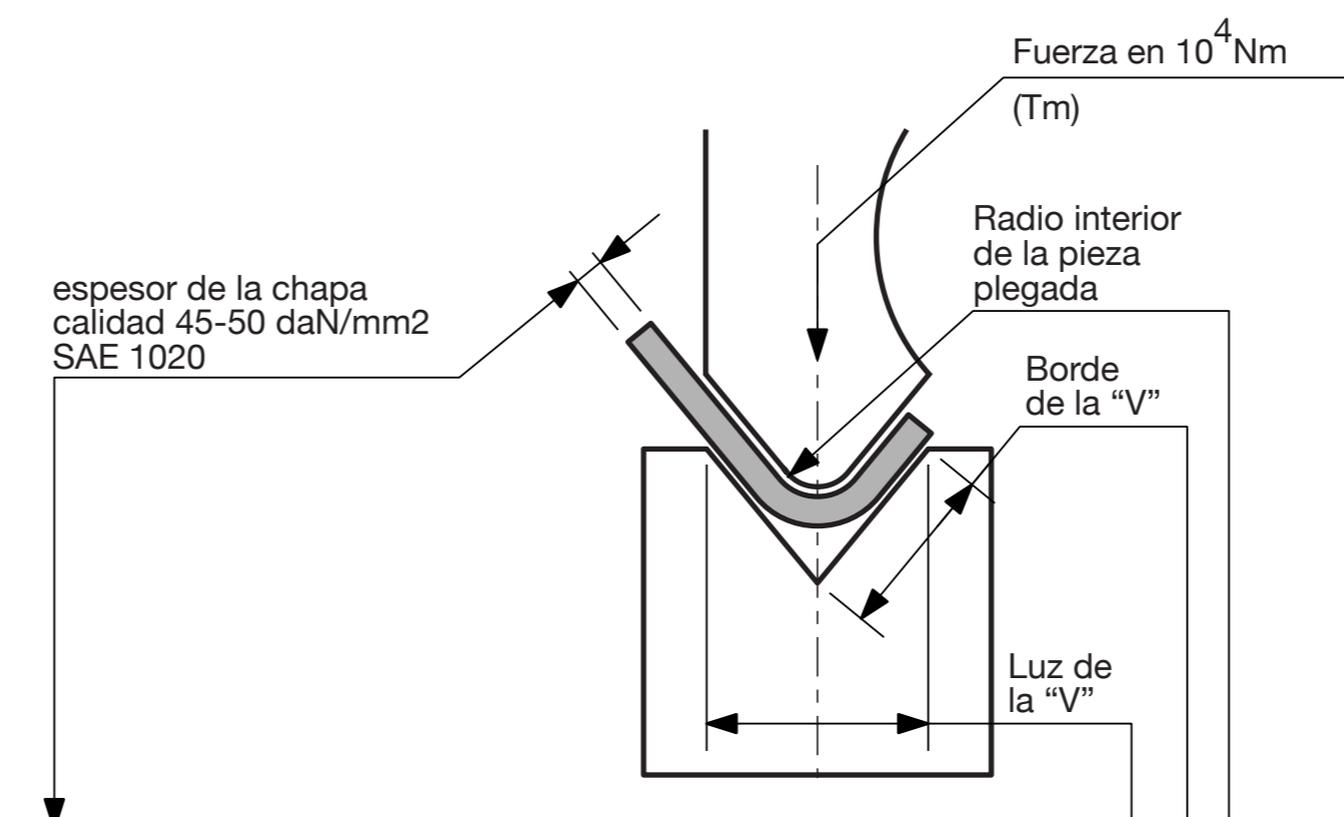


plegados de chapas superiores a 2 mm



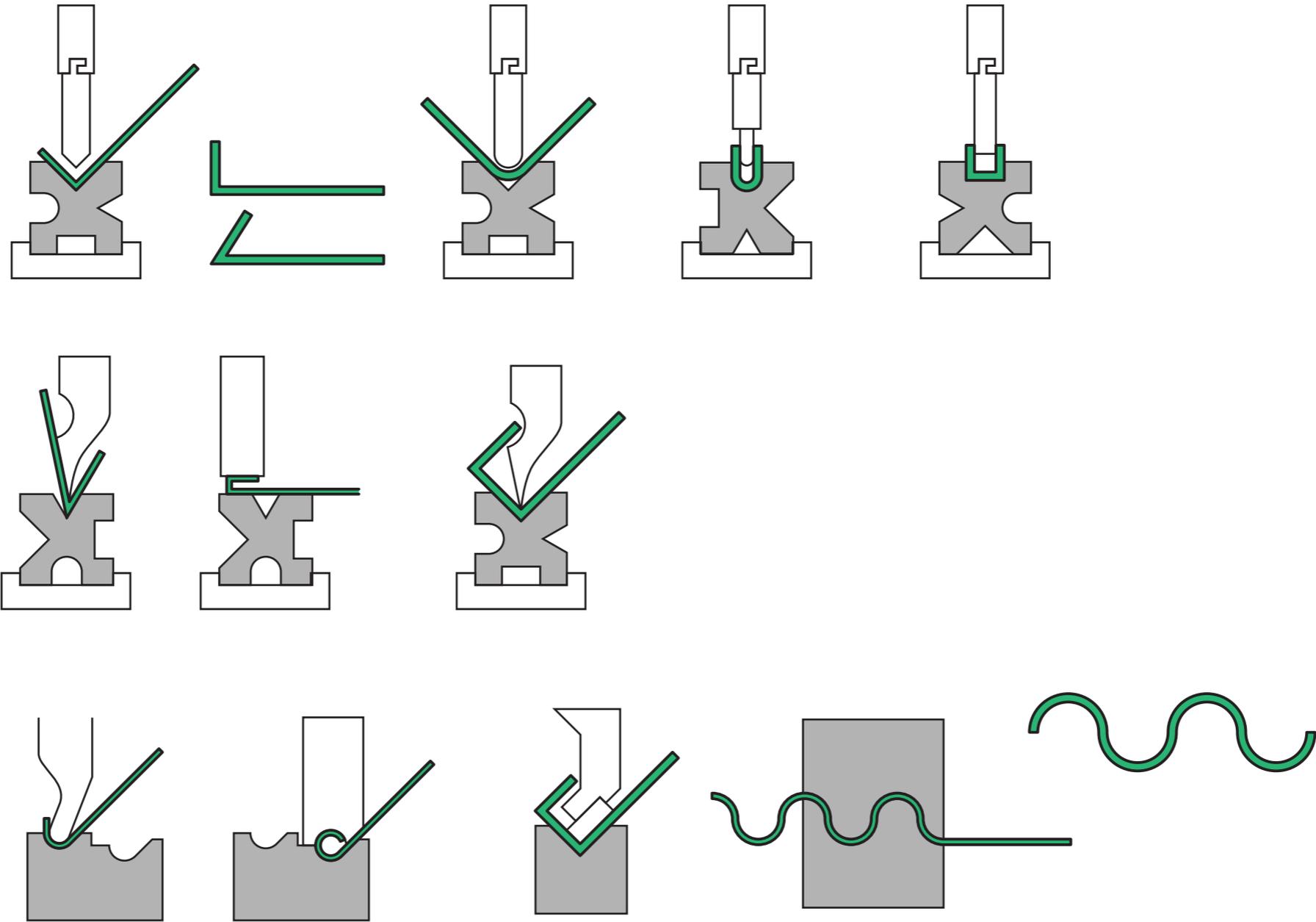
plegados de chapas superiores a 10 mm



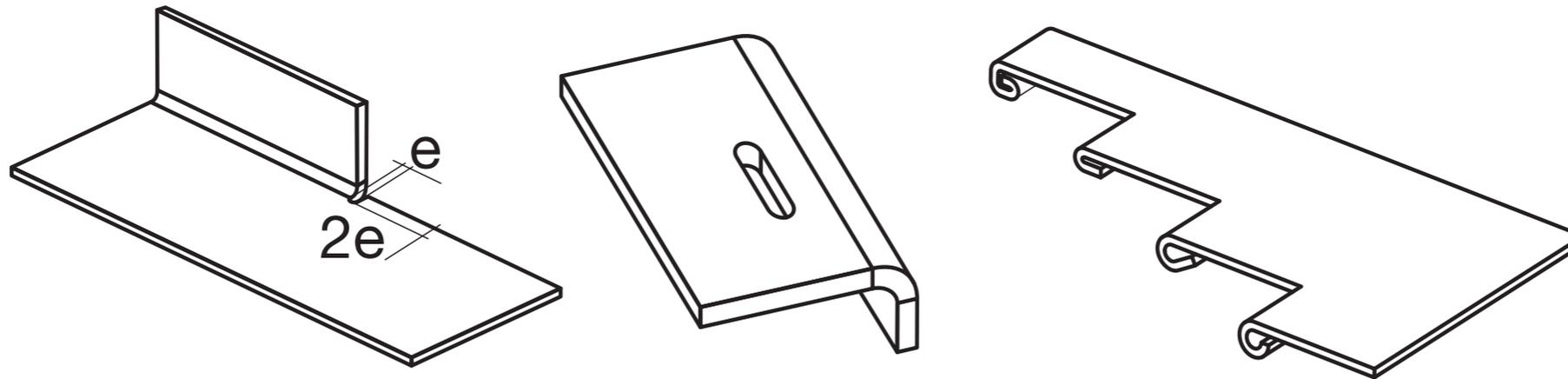


Ep mm	6	8	10	12	16	20	25	32	40	50	63	80	100
4	5,5	7	8,5	11	14	17,5	22	28	35	45	55	71	
1	1,3	1,6	2	2,6	3,3	4	5	6,5	8	10	13	16	
0,5	3												
0,6	4	4											
0,8	7	5	4										
1	11	8	7	6									
1,2	16	12	10	8	6								
1,5		17	15	13	9	8							
2			27	22	17	13	11						
2,5				35	26	21	17	13					
3					38	30	24	19	15				

# DIFERENTES FORMAS DE PLEGAR



## CONDICIONES DE UNA PIEZA PLEGADA



El radio de plegado debe ser superior al espesor, debido a que disminuye las tensiones y evita la rotura de las fibras.

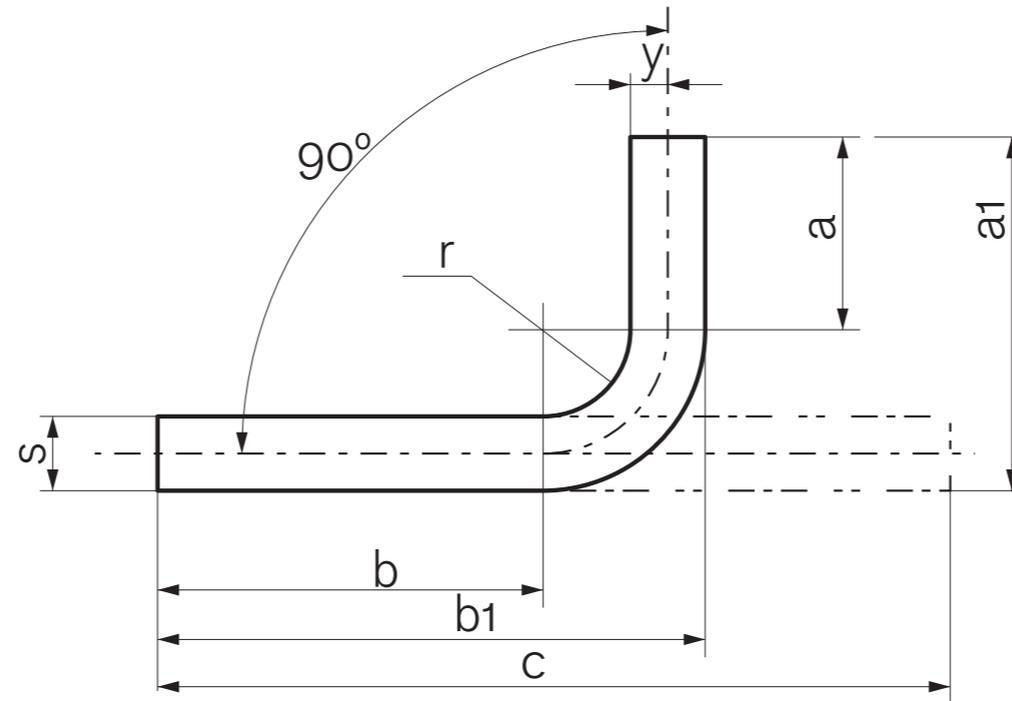
Para un diseño correcto de una pieza se deben eliminar los ángulos vivos mediante agujeros u otras formas de vaciado del material que se colocaran sobre la zona de los vértices. Estas descargas mejoran la fluencia del material en los vértices durante el plegado, la manufacturabilidad de la pieza y se reduce la acumulación de tensiones.

Para un diseño correcto de la pieza se debe colocar los agujeros a la mayor distancia posible de la línea de plegado.  $\text{Min } d=2r$  ( $r$ :radio de curvatura).

Para los pliegues de eliminación de aristas se recomienda que el radio mínimo del pliegue sea igual al espesor, que la longitud del pliegue sea 3-4 veces el espesor y la distancia entre caras sea 0,5 veces el espesor para evitar el agrietamiento.

Las tolerancias para el plegado son de 1-2 grados.

## FIBRA NEUTRA



PERFIL DE UNA CHAPA SOMETIDA A UN PLEGADO, CON EL FIN DE MOSTRAR LA FIBRA NEUTRA  
 POSICIÓN DE LA FIBRA NEUTRA O MEDIA EN FUNCIÓN DE LA RELACIÓN  $r/s$

$r$ =radio de la curvatura  
 $s$ =espesor de la chapa

para $r/s$	$y$
0,2	0,347s
0,5	0,387s
1	0,421s
2	0,451s
3	0,465s
4	0,470s
5	0,478s
10	0,487s

$$c = a + b + \pi/2(r - e + y)$$

## **NORMA DIN6935/FIBRA MEDIA**

Se trata de acotar la pieza sin desarrollar de tal modo que las cotas representadas permitan calcular la elongacion (V) en funcion de K (desplazamiento de la linea media) de cada tramo que ha sufrido un doblado, en funcion del radio de la curvatura interior y el angulo de doblado (0-90, 91-165). A partir de 165 se entiende que no hay desplazamiento de la linea media.

la pieza se ha de acotar tal y como uno la mediria con un calibre.  
Ejemplo de la norma:

$$\mathbf{0-90 \quad v=\pi.(1-\beta/180).(r+s/2k)-(r-s)}$$

$$\mathbf{91-165 \quad v=\pi.(1-\beta/180).(r+s/2k)-(r-s).\tan((180-\beta)/2)}$$

siendo :  $\beta$  el angulo de doblado, k el factor de correccion, r el radio de curvatura interior y s el espesor de la chapa.

$$\mathbf{r/s > 0,65 \quad k=0,60}$$

$$\mathbf{r/s > 1,00 \quad k=0,70}$$

$$\mathbf{r/s > 1,50 \quad k=0,80}$$

$$\mathbf{r/s > 2,40 \quad k=0,90}$$

$$\mathbf{r/s > 3,80 \quad k=1,00}$$

De 0-65 la elongacion puede ser positiva o negativa, osea la pieza puede crecer como dececer.

De 65-165 la elongacion es positiva, osea la pieza crecer.

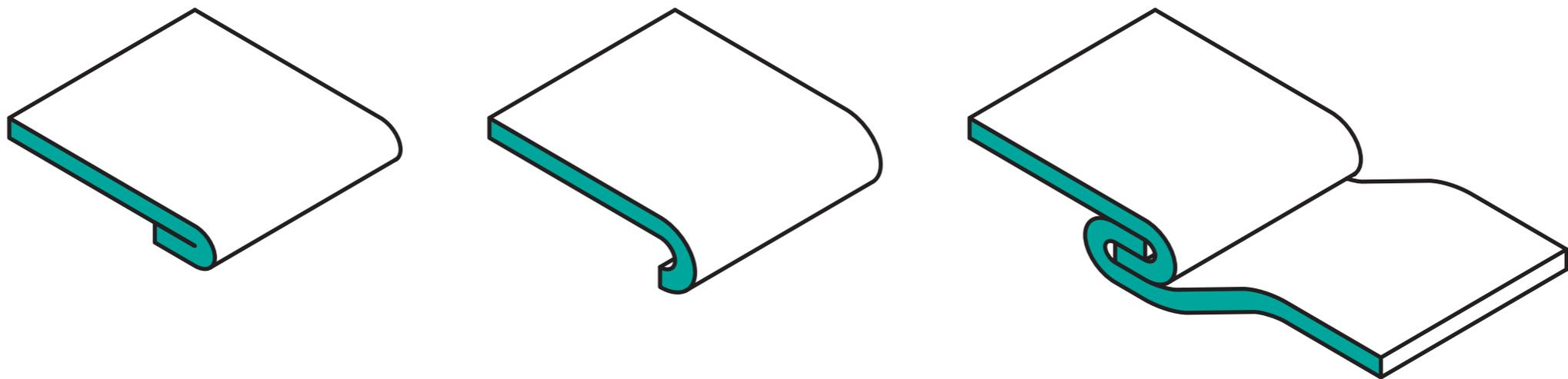
Ademas dice la norma que solo se debe representar la pieza desarrollada y las lineas de aplicacion de la herramienta, si el plano no define completamente la pieza para el calculo del desarrollo.



- 1-cuchilla
- 2-matriz/v
- 3-pieza
- 4-registro/topes
- 5-accionamiento

## PESTAÑADO Y ENGRAMPADO

El doblado consiste en el doblado del borde de la plancha sobre sí misma, en más de un paso de doblado, con frecuencia para eliminar el borde de la pieza, incrementar la rigidez y/o mejorar su apariencia. El engrapado o engatillado es una operación relacionada en la que se ensamblan dos bordes de planchas.



## **BORDONADO**

Es un proceso para aumentar la resistencia de las paredes de un tubo o embase, a partir de la deformación en forma de pliegues o estrechamiento.

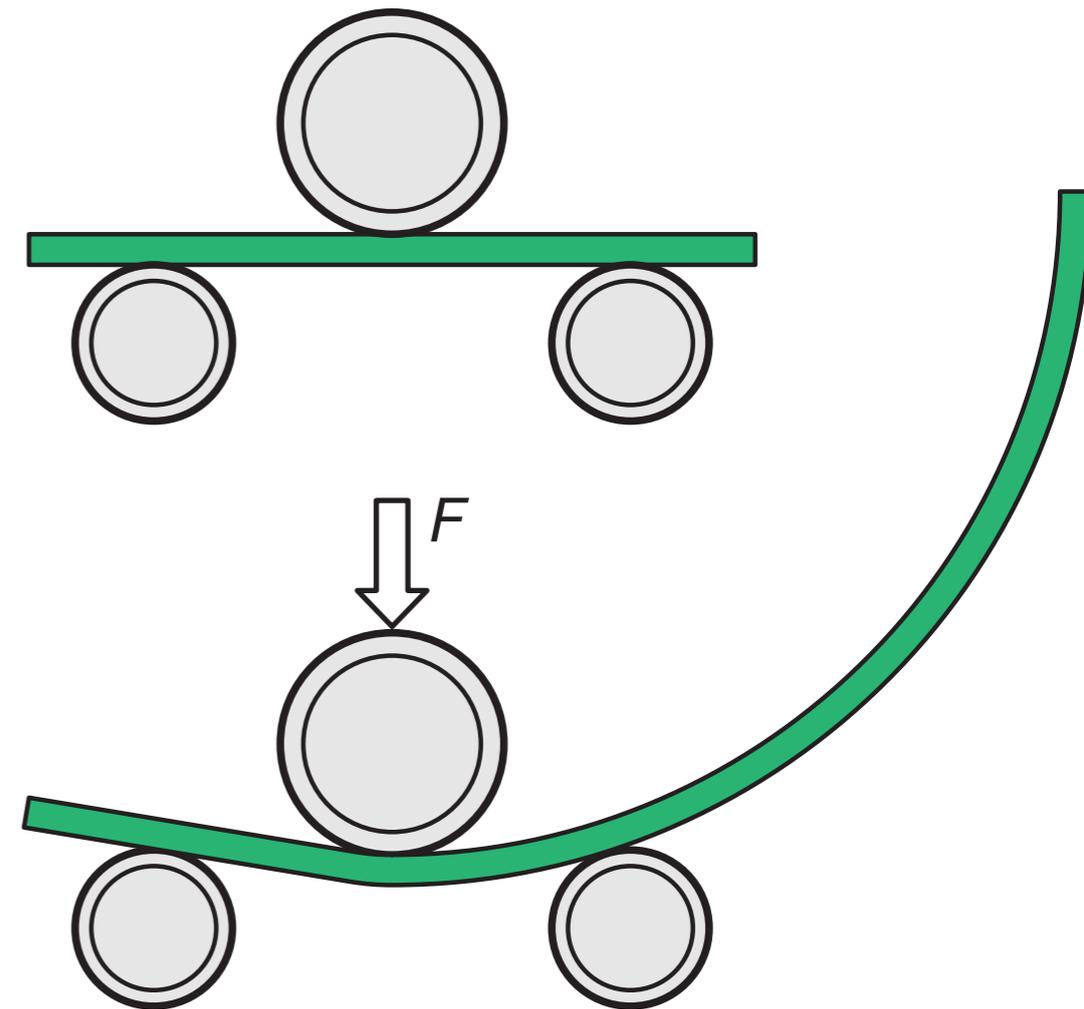
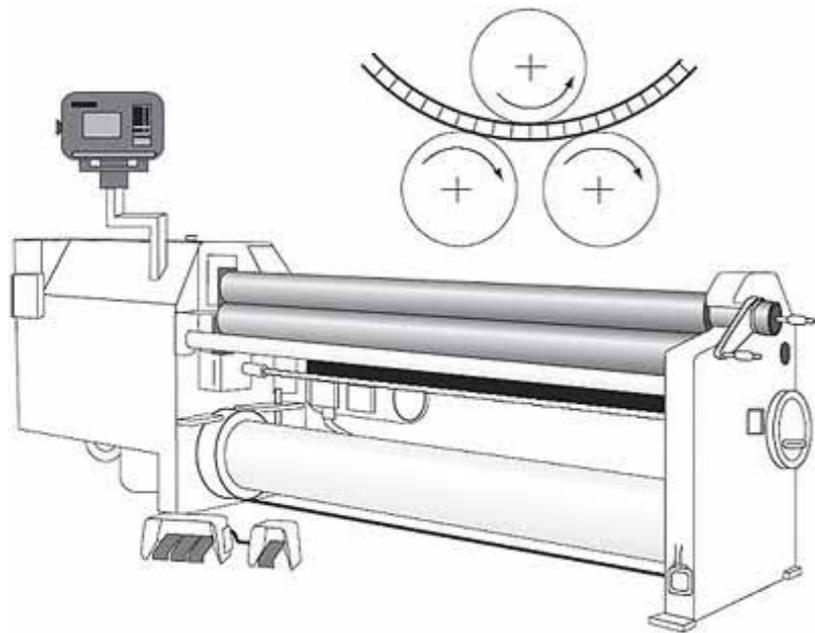


## CILINDRADO

Se realiza por medio de rodillos, los cuales trabajan a la flexión una pequeña sección de la chapa provocando pequeñas deformaciones que a lo largo de la misma conforma una curva, generalmente cilíndricas de grandes diámetros.

La plancha se conforma en secciones curvas por medio de rodillos. Este es un proceso de bajo costo ya que la matriz es siempre la misma -los rodillos-.

Cuando la plancha pasa entre los rodillos, éstos se colocan uno junto al otro en una configuración que forma el radio de curvatura deseado.

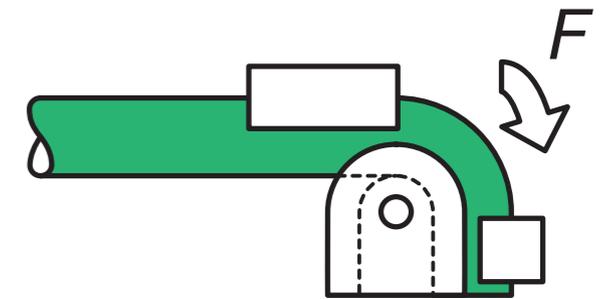
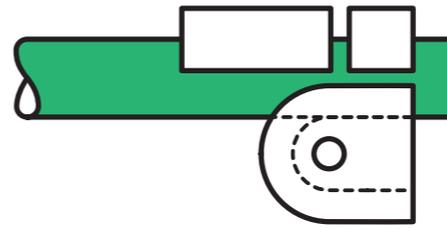
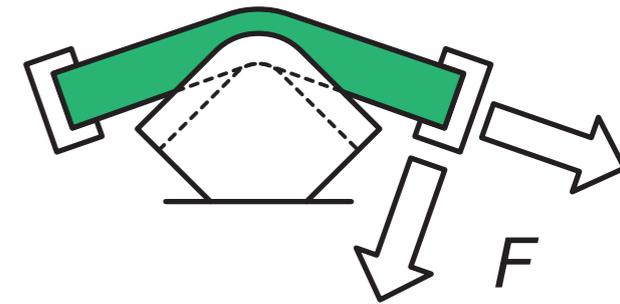
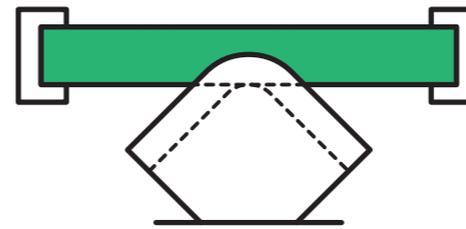




## DOBLADO DE CAÑOS

El doblado de tubos es más difícil que el de láminas, porque un tubo tiende a abollarse, estrangularse o deformarse cuando se intenta doblarlo.

Cuando el tubo se dobla, la pared interior se comprime y la exterior se tensa. Esta situación de esfuerzos causa adelgazamiento y alargamiento de la pared externa, y engrosado y acortado de la interna.



$$r > 2\emptyset$$

CURVAS DE RADIOSCENTROS MINIMOS  
CONSIDERADOS SEGUN ESPESORES Y  
DIAMETROS EXTERIORES

diam. ext. (mm)	espesores(mm)							
	1	1.25	1.5	1.75	2	3	4	5
9.5	20.0	16.0	12.7					
10.0	30.0							
11.0	32.0							
12.0	35.0							
12.7	28.0	26.0	19.0	12.7		29.5	36.0	46
13.5	37.0	30.0	16.0		38.0	75.0		
14.2	48.0	43.0	30.0					
15.0	47.0	37.0	27.5		58.0	68.0	79.0	89.0
15.8	40.0	26.0	21.5		31.0	33.0	34.0	43.0
17.4			63.0					
19.0	46.0	38.5	29.0	28.0	24.0		31.5	33.0
21.3		48.0	37.5	30.0	28.5		59.0	67.0
22.2		59.0	51.0	36.0		70.0	80.0	104.0
25.4		63.0	52.0	46.0	38.0	30.0		55.0
26.7				48.0	36.0	32.0		56.0
28.0			65.0		150.0			
30			80.0		45.0		120.0	
31.8		85.0	64.0	49.0	49.0	38.0		42.0
33.4			107.0	92.0	68.0	48.0		38.0
35.0			95.0		80.0	48.5		
38.1		85.0	75.0	65.0		44.0	54.0	69.5







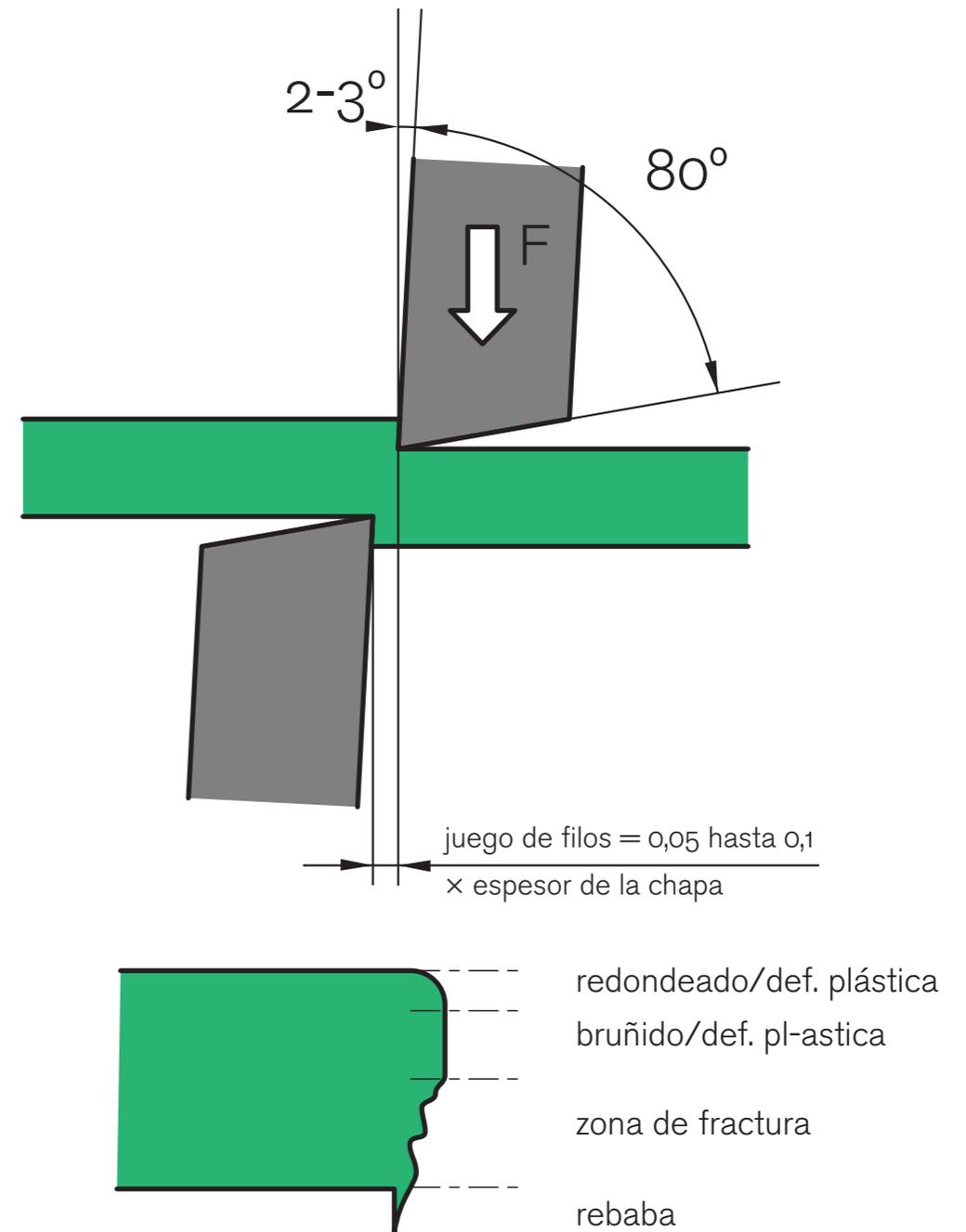


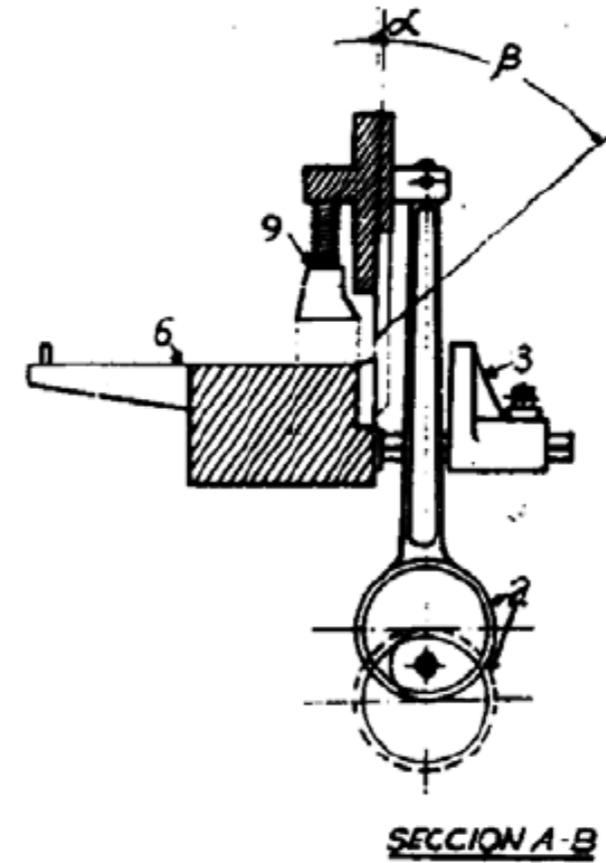
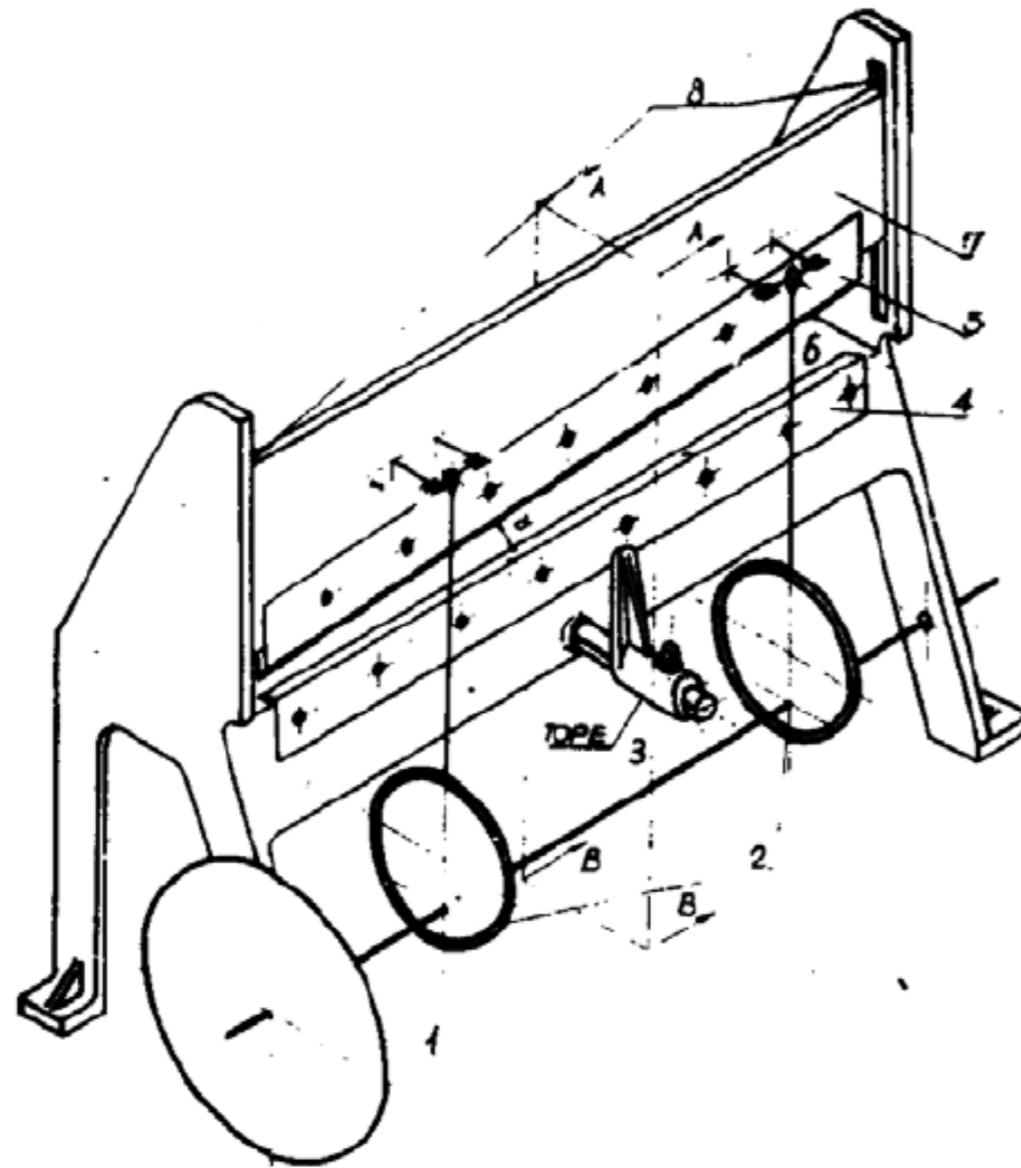




## CORTE

En el corte la pieza es sujeta a una gran deformación plástica. En este punto, algo de la fuerza necesaria para esta deformación plástica es dirigida a través de la herramienta. Esta fuerza es conocida como resistencia de corte. La resistencia al corte no sólo causa deformación en la pieza de trabajo y en la herramienta, por ello también es importante tenerlo en cuenta para decidir otros factores tales como la potencia requerida, el modo de sujeción de la pieza, la holgura entre partes y el procedimiento de corte.

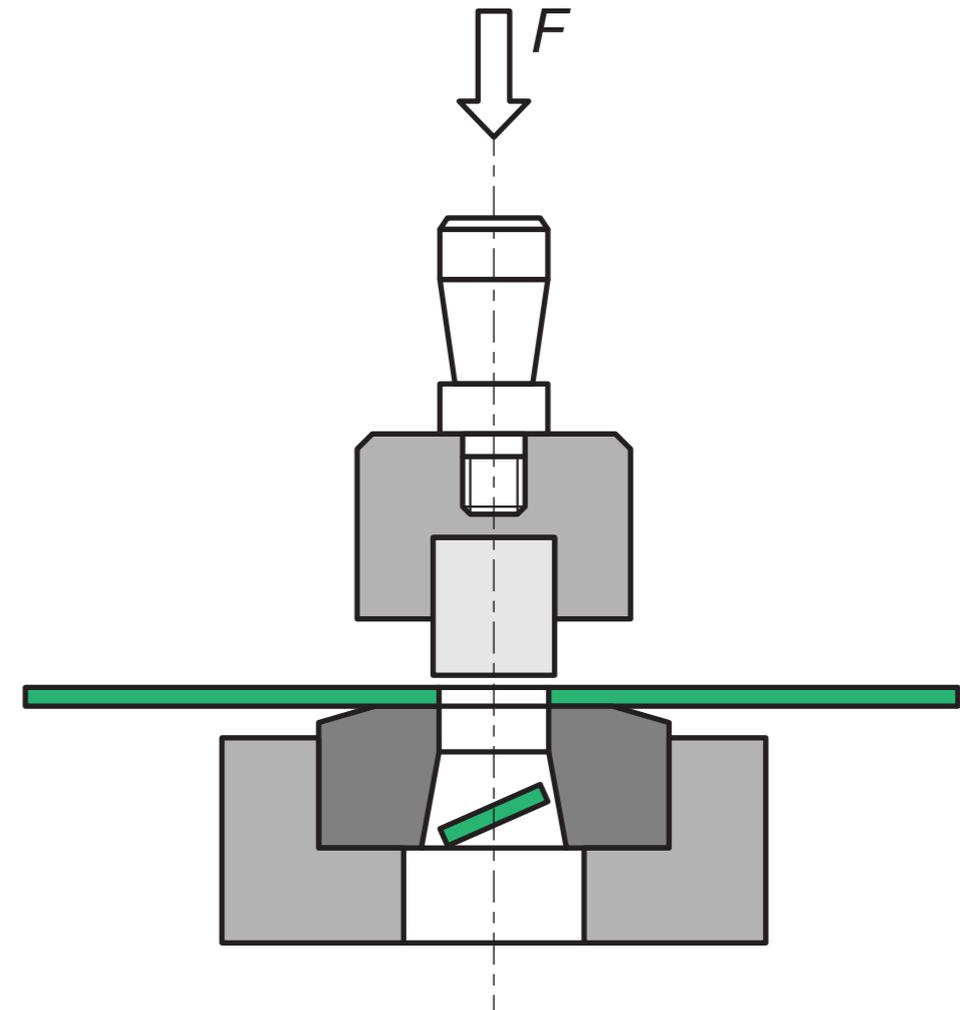




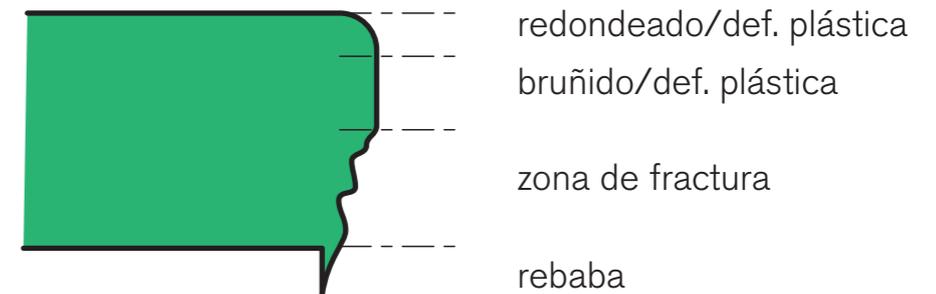
—Cizalla de guillotina: 1) volante; 2) excéntricas; 3) tope; 4) cuchilla inferior; 5) cuchilla superior; 6) mesa; 7) corredera; 8) guías; 9) pisador.

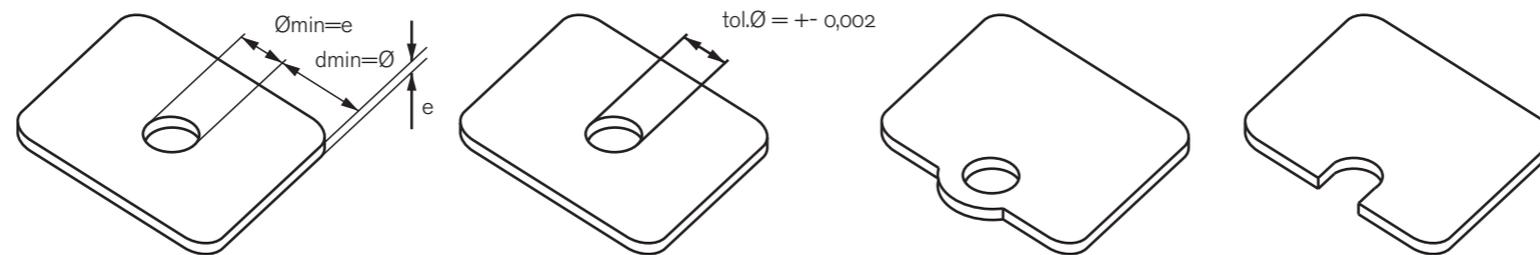
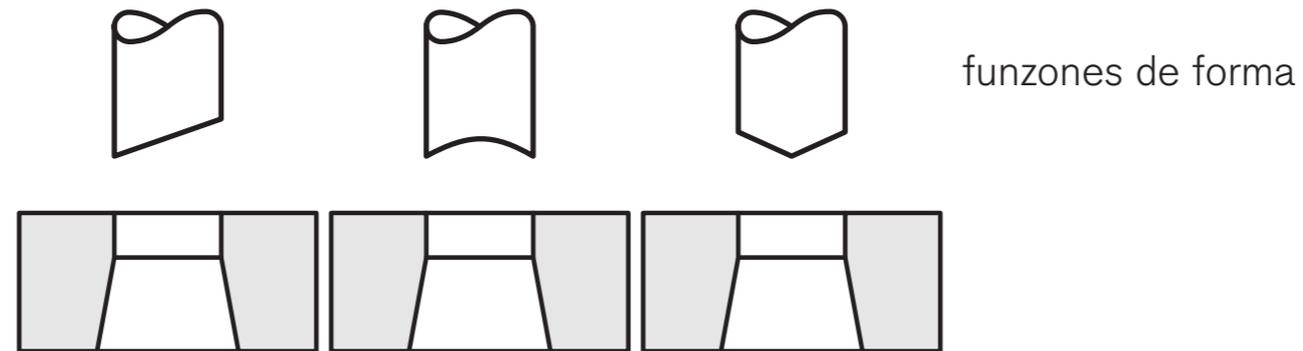
## PUNZONADO

Al igual que en el corte por cillaza, en el punzonado se produce un corte en la pieza, pero en este caso perimetral y no lineal como en el anterior. Por lo que la pieza es sujeta a una gran deformación plástica. En este punto, algo de la fuerza necesaria para esta deformación plástica es dirigida a través de la herramienta. Esta fuerza es conocida como resistencia de corte. La resistencia al corte no sólo causa deformación en la pieza de trabajo y en la herramienta, por ello también es importante tenerlo en cuenta para decidir otros factores tales como la potencia requerida, el modo de sujeción de la pieza, la holgura entre partes y el procedimiento de corte.



$$f = T_{adm} \cdot \text{perimetro} \cdot \text{espesor} \cdot k(\text{cte})$$





El diámetro mínimo de orificio debe ser igual el espesor de la chapa, no puede ser menor.

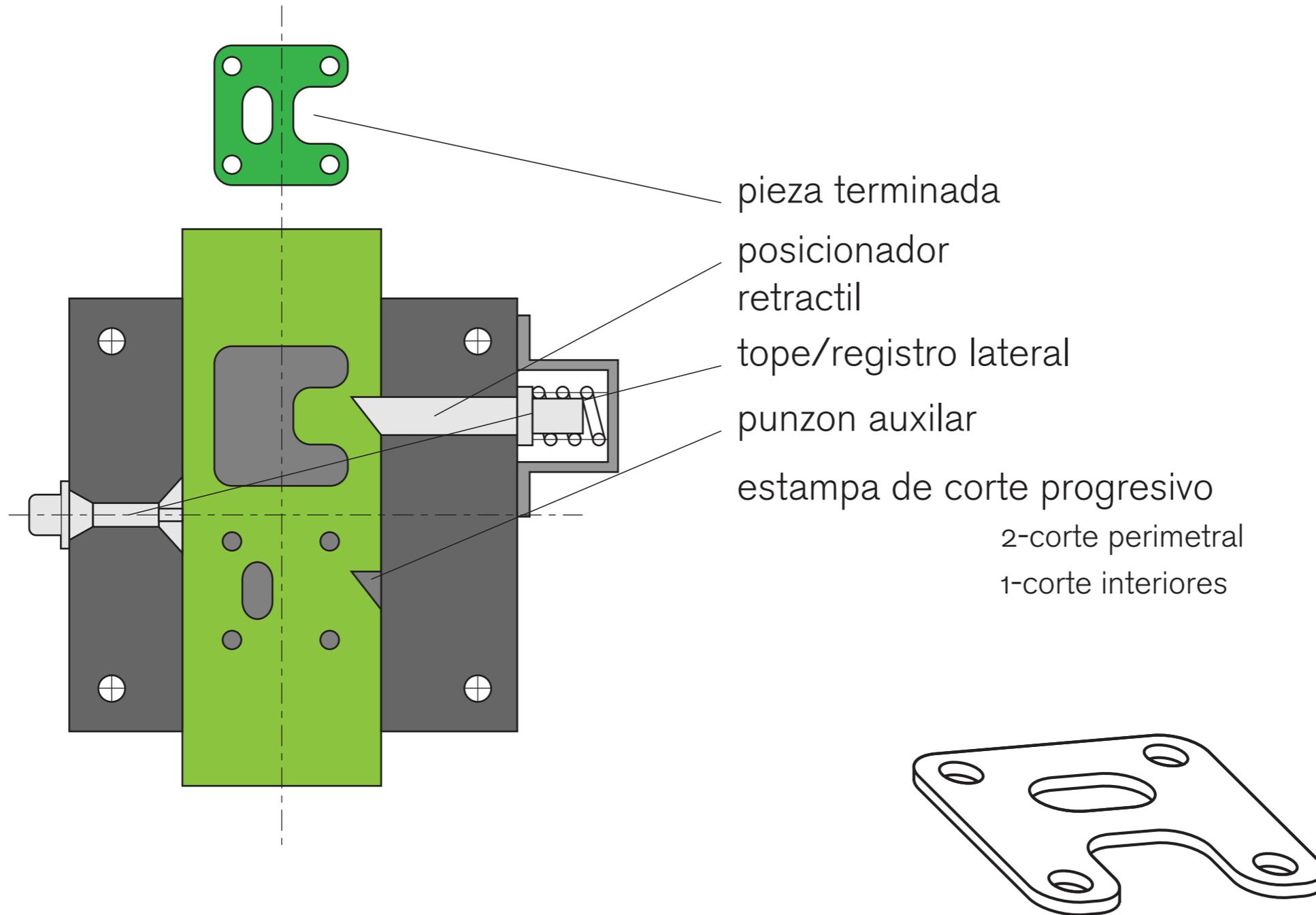
Las tolerancias de ajuste y precisión deben rondar los 0.002 milímetro.

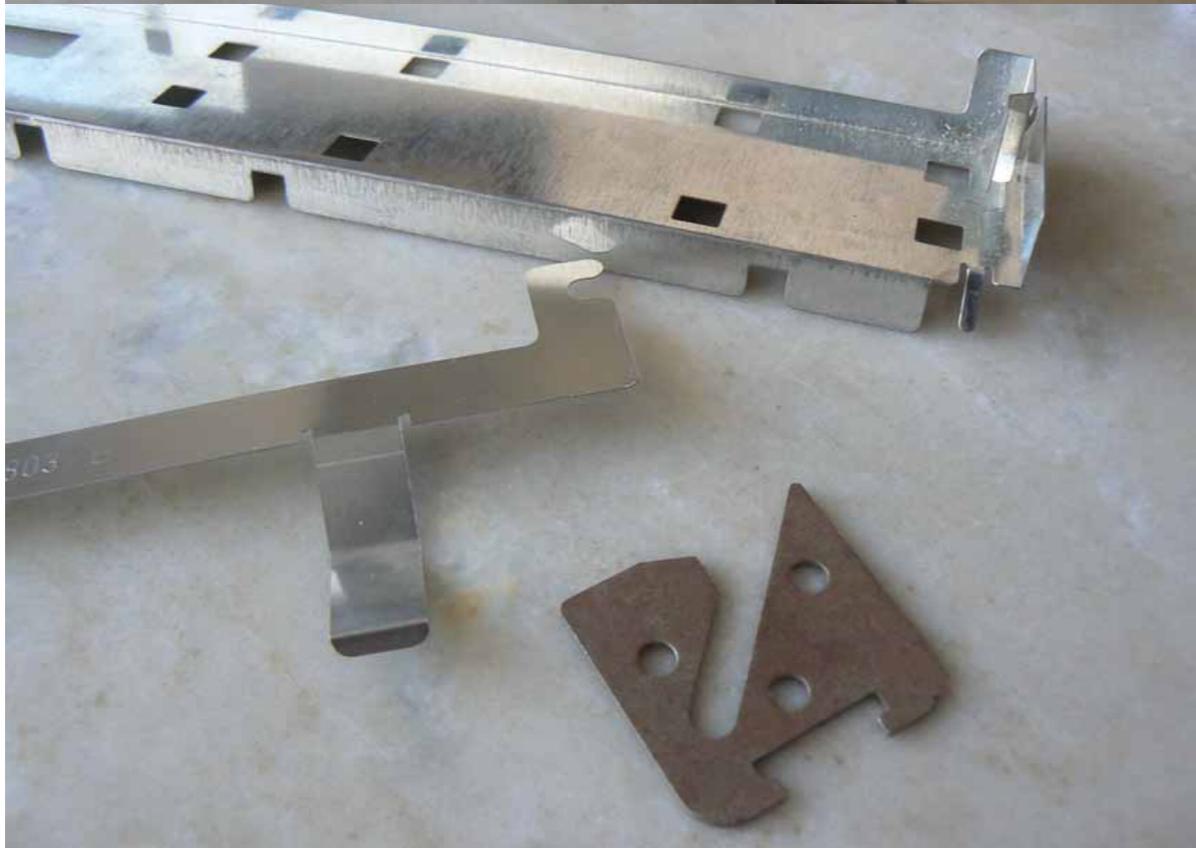
La distancia mínima de un orificio al borde de la pieza debe ser igual al diámetro del orificio.

Muestra que sucede con el borde del orificio si no se cumple con el punto (C).

En caso que se requiera aproximar el orificio al borde optar por un diseño de orificio abierto.

# PUNZONADO PROGRESIVO





## **TPN2/CONSIGNA**

Seleccionar un material con el fin de obtener una pieza final de características específicas.

Materiales:

**Chapa de acero**

**Chapa de aluminio u otras aleaciones**

**Chapa de madera**

**Chapa plástica -alto impacto, pvc espumado, acrílico, polietileno, policarbonato-**

**Placa de MDF**

**Paca de terciado**

**Cartón**

Las dimensiones de los materiales serán de 400mm de anchura por 400mm de largo y no superará un espesor de 3mm.

Seleccionar un proceso con el fin de transformar el material, anteriormente seleccionado, con el fin de obtener una pieza final de buenas características formales.

Procesos:

**Plegado**

**Embutido**

**Cilindrado**

**Curvado**

**Termoformado\***

Elaborar un instructivo para la transformación de un material seleccionado a partir de un estudio preliminar. Verificar en la práctica las propiedades del material seleccionado.

Las características formales de la pieza debe contar con alguna de las siguientes condiciones:

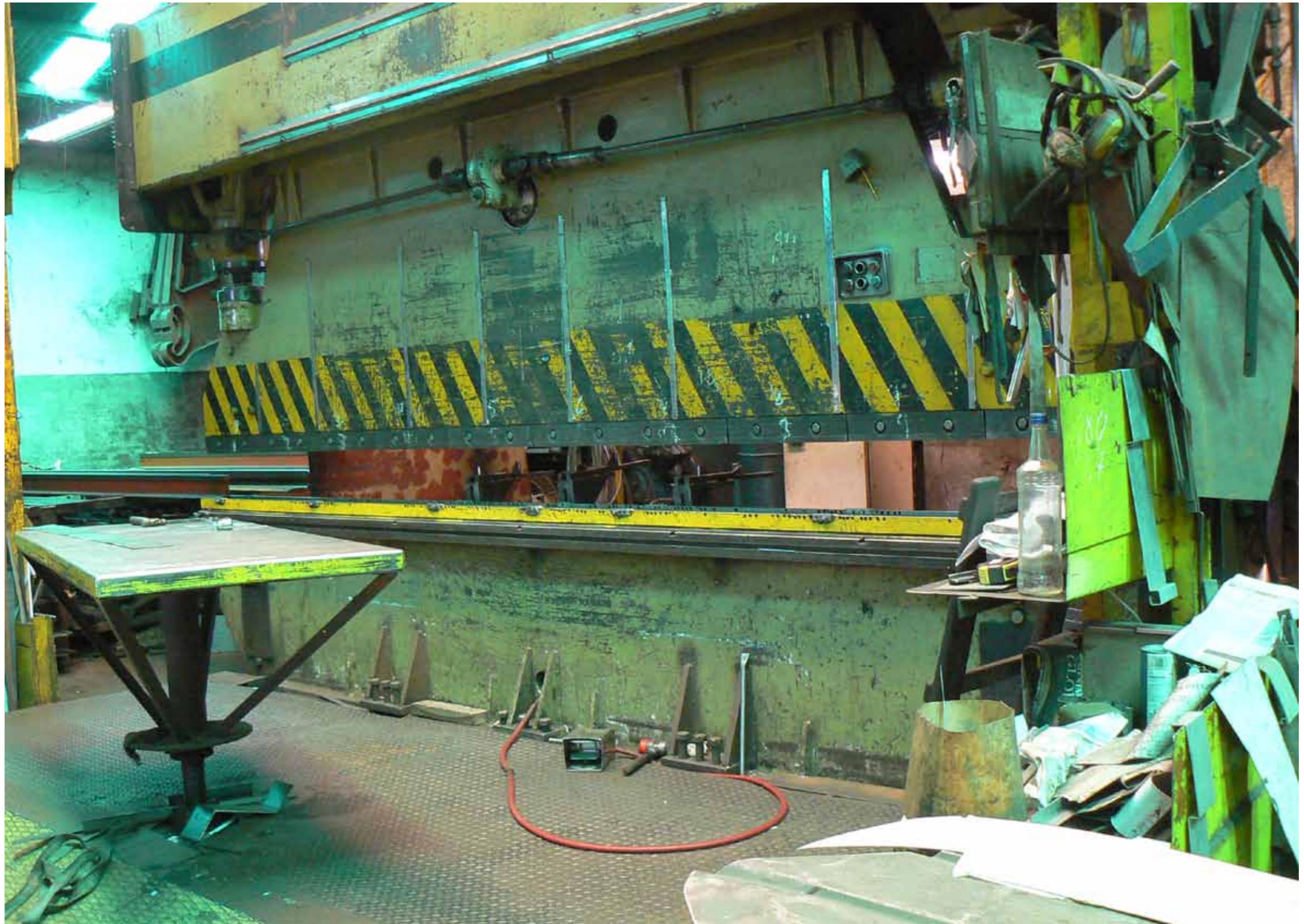
**Curvatura simple, con pliegues en sentido opuestos en una línea de desarrollo.**

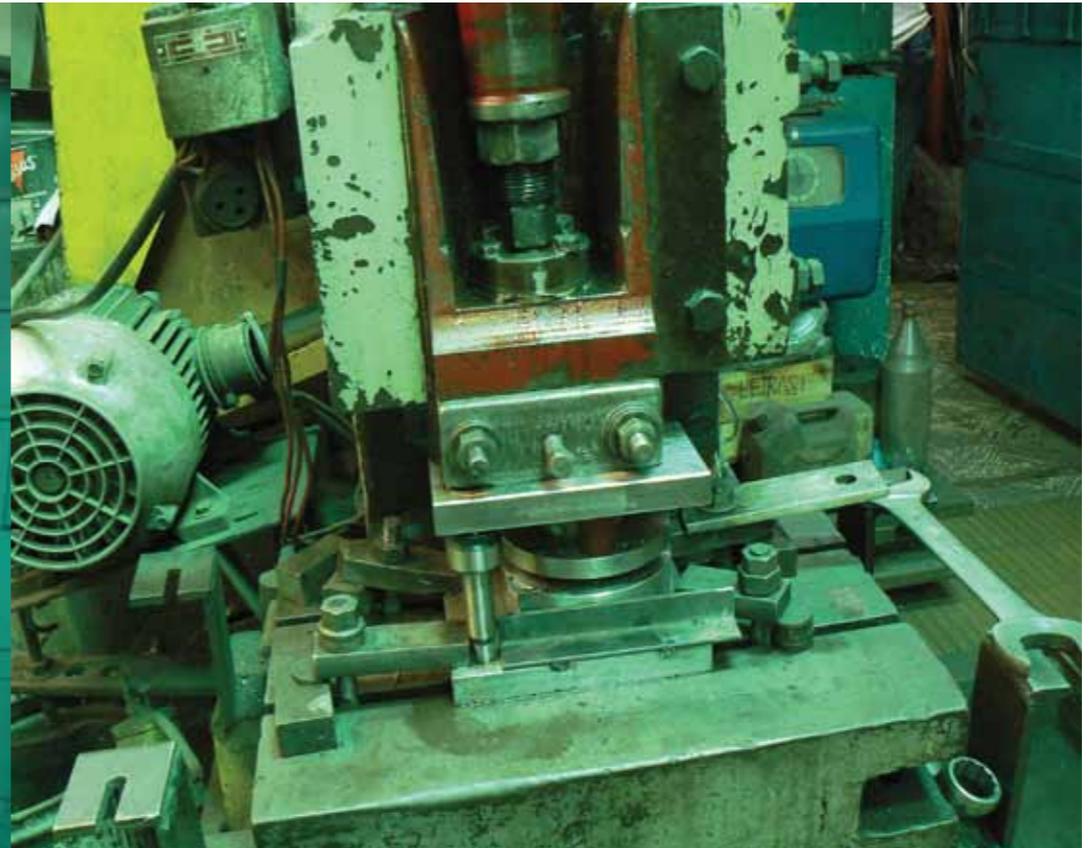
**Dos piezas que se unen en la sección del pliegue.**

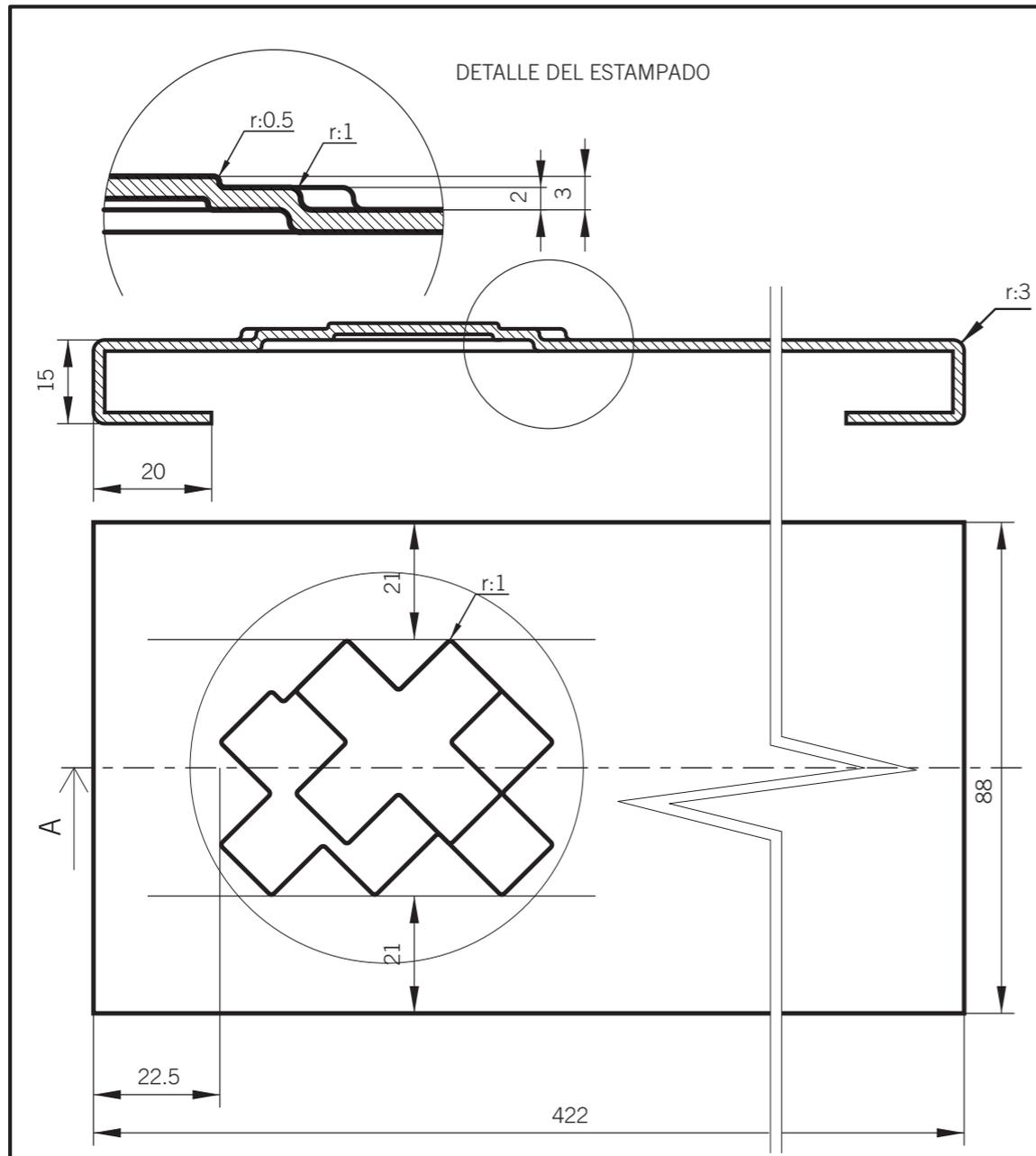
**Eliminación de aristas.**

**Transición de simple a doble curvatura.**

**Superficie envolvente (Cáscara o carcasa).**





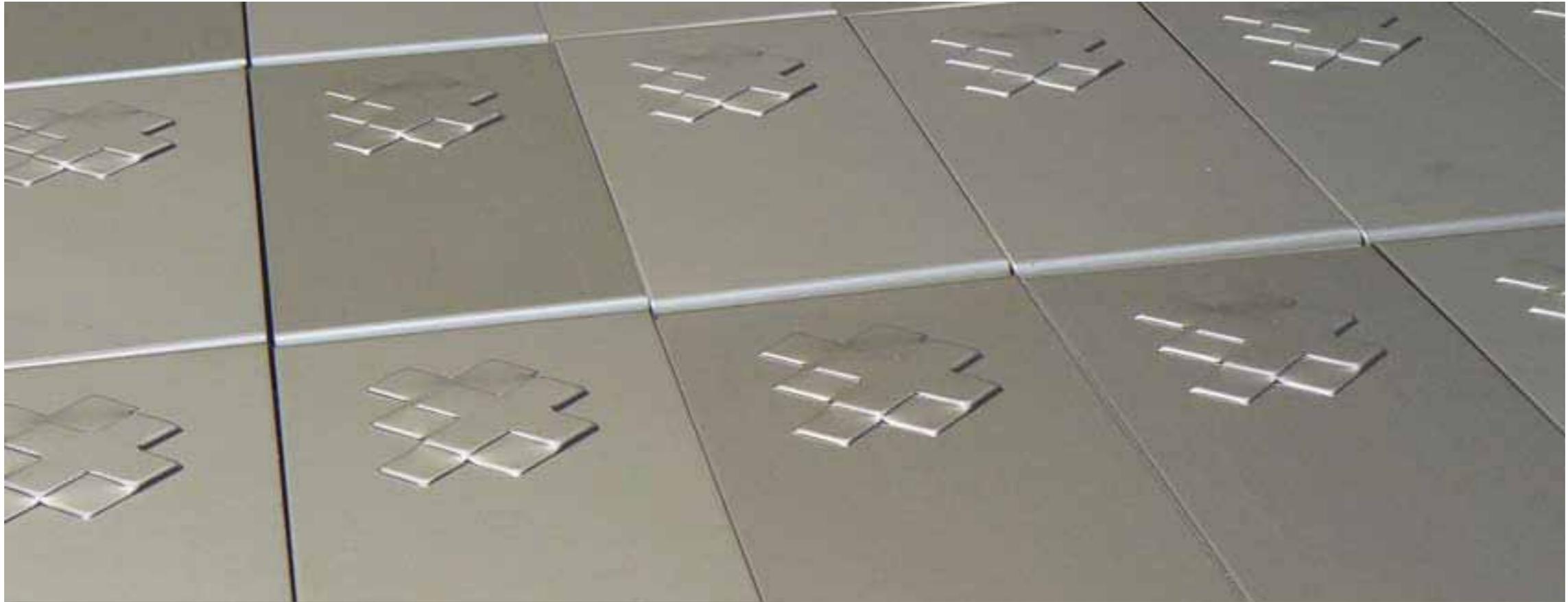


CHAPA DE ALUMINIO 1050 H14 / ESPESOR 2mm	PLEGADO	CANTIDAD 24 UNIDADES
TERMINACION ANODIZADO NATURAL	ESTAMPADO	

**SEÑALETICA SM - INDICADOR DE PUERTA + BANDERA**

TOLERANCIA DIMENSIONAL 1.00	dibujo	Fecha	Nombre	Firma	ESTUDIO ROCAMORA
	reviso	07/06	javier Balcaza		
	aprobo				
	Escala: 1:1	<b>SSM 08-2004</b>			
Medidas en mm	Plano : 06				



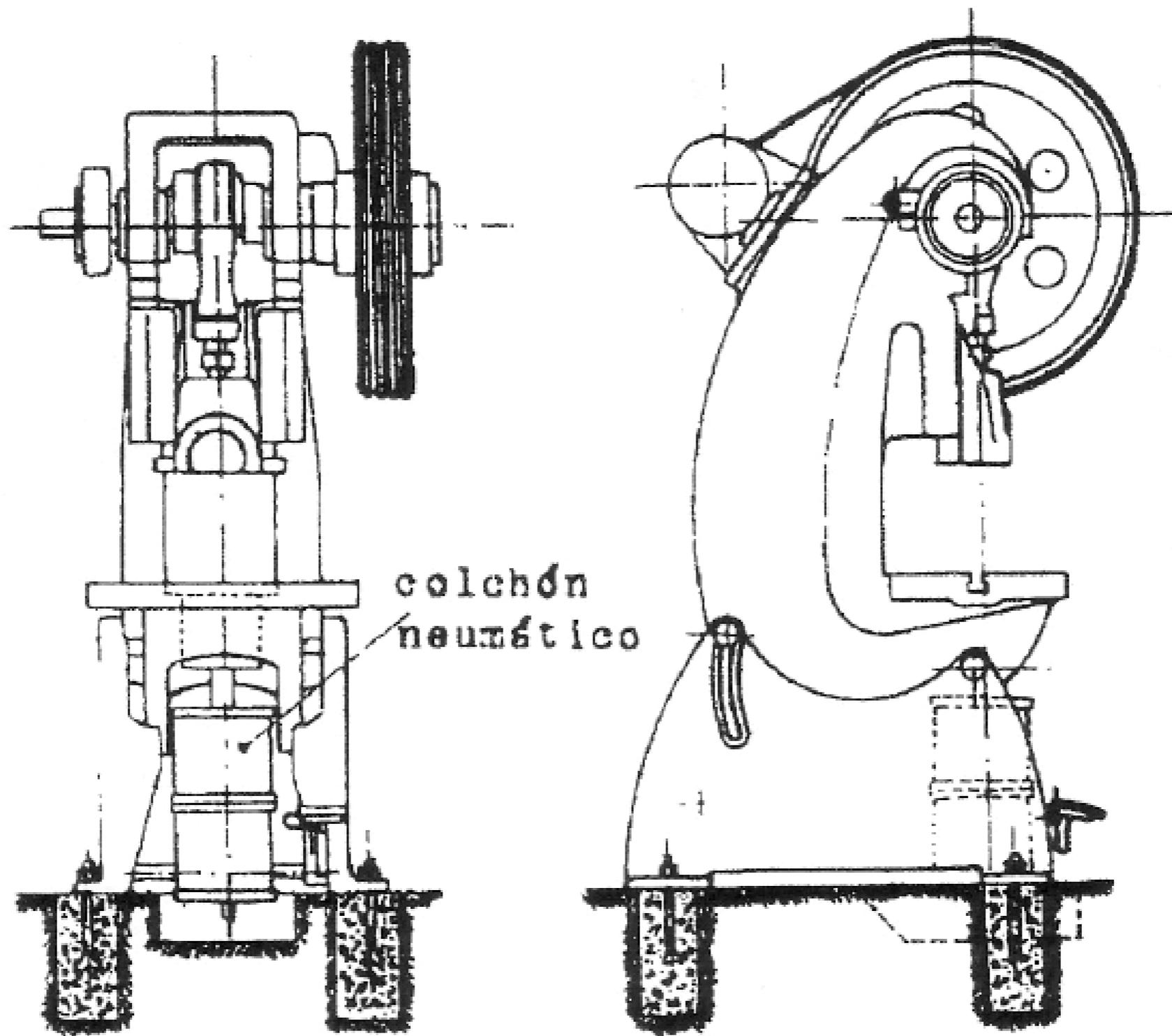




Habitaciones 301 a 302



Habitaciones 307 a 316



Prensa de cuello de cisne con colchón neumático

- A. Punzón
- B. Placa porta punzones
- C. Placa sujetadora-extractora. Pisador.
- D. Guías de banda.
- E. Matriz
- F. Vástago a sujetar en la parte móvil de la prensa.
- G. Elementos elásticos. Muelles, goma o arandelas.
- H. Guías
- I. Placa portamatrices.
- J. Tornillos y demás accesorios

