



1451

UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

**Mayor Productividad en la Industria Metal-Mecánica
a traves de Máquinas Multiformadoras.**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A

Juan Manuel Galván Ladino

MEXICO, D. F.

1979.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E .

Pag.

INTRODUCCION.

CAPITULO I.	PARTES QUE SE MANUFACTURAN EN MAQUINAS MULTIFORMADORAS.	1
	I.1 Partes de lámina.	1
	I.2 Partes de alambre.	8
	I.3 Partes tubulares.	12
CAPITULO II.	TIPOS DE MAQUINAS MULTIFORMADORAS.	15
	II.1 Máquinas horizontales.	15
	II.1.1 Características.	15
	II.1.1 Aplicaciones.	30
	II.2 Máquinas verticales.	30
	II.2.1 Características.	36
	II.2.2 Aplicaciones.	36
	II.3 Máquinas multiformadoras radiales.	36
	II.3.1 Características.	36
	II.3.2 Aplicaciones.	48
CAPITULO III.	ELEMENTOS QUE INTEGRAN UNA MAQUINA.	49
	III.1 Mecanismo de alimentación.	49
	III.2 Estación de troquelado.	54
	III.3 Estación de corte.	63
	III.4 Estación de formado.	70
	III.5 Estación de transferencia y expulsión.	74
CAPITULO IV.	CAPACIDAD DE LAS MAQUINAS MULTIFORMADORAS.	83
	IV.1 Capacidad adecuada.	83
	IV.2 Cálculo de la capacidad de la prensa.	83

	Pag.
CAPITULO V. DISEÑO DE HERRAMIENTAS.	91
V.1 Consideraciones en el diseño de herramientas.	91
V.2 Estación de troquelado.	99
V.2.1 Material para herramientas.	99
V.2.2 Tolerancia de operaciones - de corte entre matriz y pun zón.	100
V.2.3 Cálculo de la capacidad del troquel.	104
V.3 Estación de formado.	105
V.3.1 Operación de corte.	107
1. Claro u holgura.	108
2. Obtención de la fuerza - de corte.	108
V.3.2 Operación de formado.	110
1. Radio de curvatura.	110
2. Fuerza de doblado.	112
3. Retroceso elástico del - material.	115
V.4 Aplicación de los puntos anteriores a ejemplos específicos.	118
CAPITULO VI. SELECCION DE PARTES PARA MANUFACTURARSE EN MAQUINAS MULTIFORMADORAS.	130
VI.1 Selección de partes de lámina.	131
VI.2 Selección de partes de alambre.	135
VI.3 Selección de partes tubulares.	144

	Pag.
CAPITULO VII. CONTROL DE PRODUCCION.	155
VII.1 Tiempo de manufactura del herra- mental.	155
VII.2 Tiempo de herramentado y ajuste en la máquina.	155
VII.3 Requerimientos de afilado y mante- nimiento.	158
VII.4 Inspección y control de calidad a nivel operador.	158
VII.5 Lotes económicos.	161
VII.6 Aplicación de todos los puntos an- teriores a piezas hechas en máqui- nas multiformadoras.	162
CAPITULO VIII. ANALISIS COMPARATIVO DE PROCESOS.	185
VIII.1 Método de fabricación en máquinas troqueladoras.	185
VIII.2 Método de fabricación en máquinas multiformadoras.	192
VIII.3 Costos.	200
CAPITULO IX. MERCADO NACIONAL E INTERNACIONAL PARA PARTES MANUFACTURADAS EN MAQUINAS MUL- TIFORMADORAS.	202
IX.1 El mercado nacional.	202
IX.2 El mercado internacional.	204
CONCLUSION.	205
BIBLIOGRAFIA.	

INTRODUCCION .

Hemos escrito esta Tesis con el pensamiento puesto en el magnífico porvenir que espera a la industria de nuestro País en singular desarrollo.

Con la elaboración de este estudio, dedicado a tratar una especialidad técnica tan importante, pretendemos realizar la oportuna acción iniciada por el Profesor Ing. Ulrich Scharek S., al proponer y asesorar el Tema "MAYOR PRODUCTIVIDAD EN LA INDUSTRIA METAL-MECANICA A TRAVES DE MAQUINAS MULTIFORMADORAS", y aspiramos cumplir con los lineamientos por él expuestos para que puedan ser de utilidad al gran sector de estudiantes de Ciencias Técnicas del País y a los Industriales preocupados por producir dentro de la mayor calidad y perfección.

En este trabajo se expone en primer término un panorama general de las máquinas multiformadoras (también conocidas como máquinas "Four Slide"), estudiando las piezas de alambre y lámina que se manufacturan en ellas, mencionando su secuencia de manufactura y sus altos niveles de producción.

Para la mayor comprensión y como una necesidad de esta evolucionada forma de producir se han estudiado detenidamente las principales estaciones de trabajo de las máquinas multiformadoras; ilustrándolas con secuencias de manufactura de partes típicas que se fabrican en este equipo.

Con un fin esencialmente didáctico se ha incluido una selección de piezas que se adaptan a este tipo de procesos profundizando, en algunos casos, en el diseño de la herramienta.

Complementan la Tesis algunos capítulos en los que tratamos análisis comparativos de procesos en los que se mencionan las ventajas que representa el uso de estas máquinas, en comparación con otros procesos de manufactura como el troquelado - principalmente, los beneficios obtenidos primordialmente son: altos volúmenes de producción, bajos costos de herramental, eliminación de operaciones secundarias, ahorro de material, minimizar el tiempo de ajuste de herramientas, etc..

Concluye este estudio un interesante, aunque breve, análisis del mercado nacional para estas máquinas.

CAPITULO I.

PARTES QUE SE MANUFACTURAN EN MAQUINAS MULTIFORMADORAS.

La máquina multiformadora puede alimentarse en alambre, cinta o una combinación de ambos directamente del portarrollo del material transformándolo en piezas exactas a una velocidad considerablemente alta y con costos de producción muy bajos, haciendo este trabajo automáticamente.

En este capítulo presentaremos algunas partes típicas que se manufacturan en máquinas multiformadoras, sin mencionar detalles de diseño o selección de partes, únicamente con la finalidad de dar a conocer la versatilidad de estas máquinas.

Para nuestro propósito, hemos formulado los siguientes sub-índices:

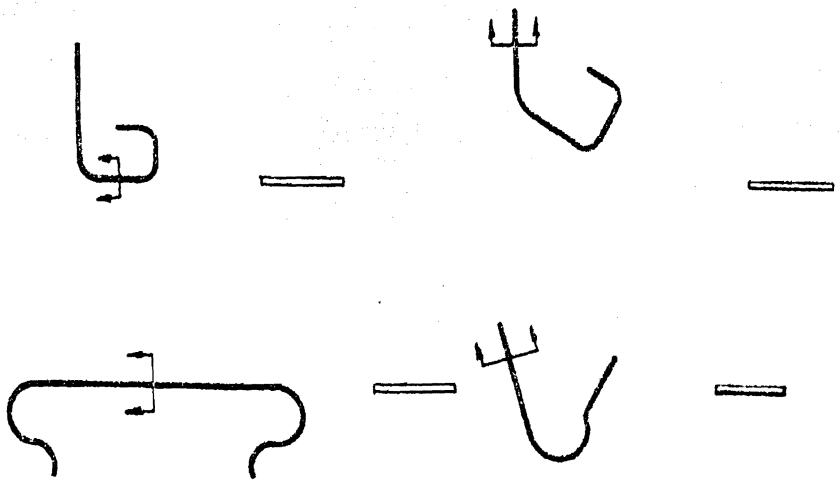
- 1.1 Partes de lámina.
- 1.2 Partes de alambre.
- 1.3 Partes tubulares.

En los cuales se muestran componentes típicos de cada uno de ellos, con objeto de dar una idea preliminar del alcance de los productos fabricados con máquinas multiformadoras, abarcando éstas, muchas y diversas formas y procesos, tales como, maquinaria de oficina y equipos, coches, herramientas para el hogar, relojes de pulso, relojes de pared, colchones, radios, televisores, productos eléctricos, material de construcción, fabricación de juguetes, cerraduras, vestidos, dentaduras, aparatos médicos, resortes, horticultura, máquinas de coser, instrumentos para cocinar, refrigeradores, máquinas de lavar, sellamiento de empaques, baterías, cepillos, botones, etc.

1.1 Partes de Lámina.

En general puede establecerse, que la mayoría de las partes formadas son hechas de una cinta metálica en un máximo de 14" de longitud y 3" de ancho.

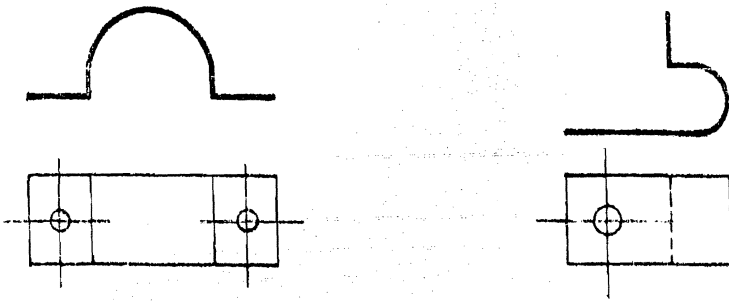
En las siguientes ilustraciones se muestran algunas componentes típicas, de las que se proporciona el promedio de producción y la descripción de cada una de ellas.



Clip de colchón

9000 piezas/hora

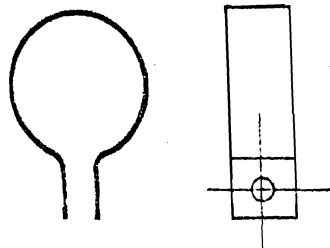
Figura I.1.1.



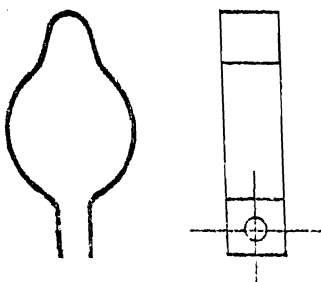
Clip de tubo

9000 piezas/hora

Figura I.1.2

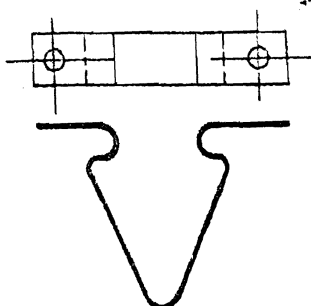


Clip de alambre

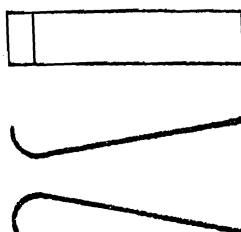


6000 piezas/hora

Figura 1.1.3



Clip de resorte

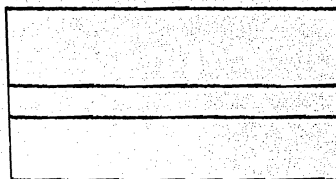


7200 piezas/hora

Figura 1.1.4

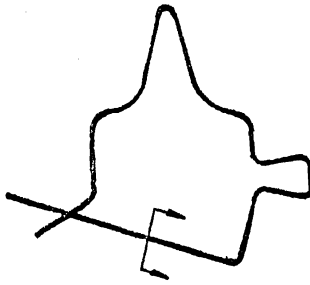


Anodo de válvula



6000 piezas/hora

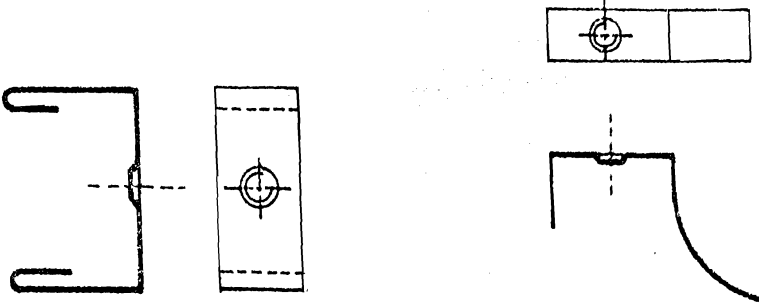
Figura 1.1.5.



Componente de radio válvula

6000 piezas/hora

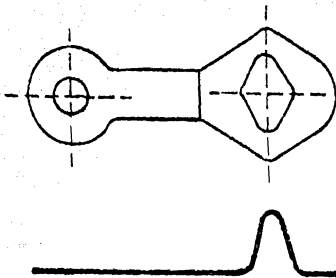
Figura I.1.6



Contacto

7200 piezas/hora

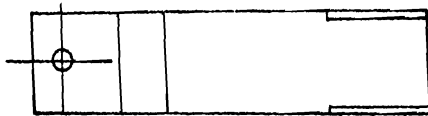
Figura I.1.7



Contacto del interruptor

9000 piezas/hora

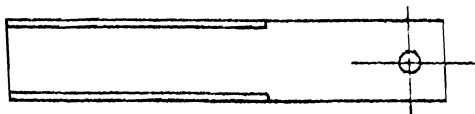
Figura I.1.8



Contacto del interruptor

12000 piezas/hora

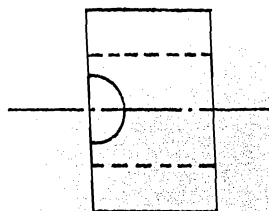
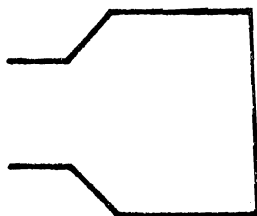
Figura I.1.9



Contacto para máquina

6000 piezas/hora

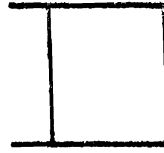
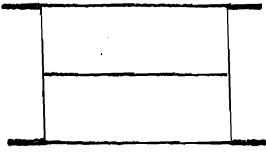
Figura I.1.10



Abrazadera

7200 piezas/hora

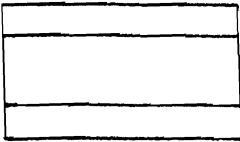
Figura I.1.11



Sellador para paquetes

7200 piezas/hora

Figura I.1.12



Contacto de válvula

5400 piezas/hora

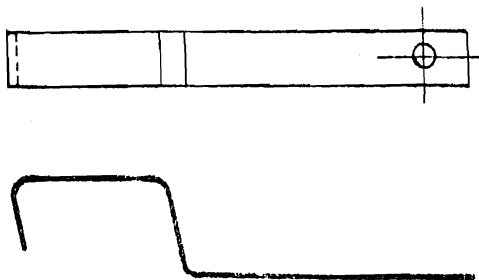
Figura I.1.13



Tornillo de traba

7200 piezas/hora

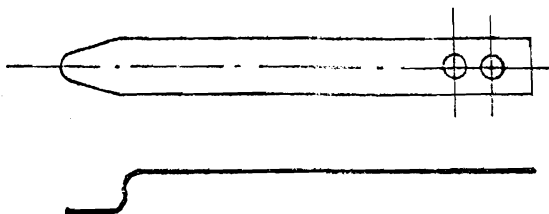
Figura I.1.14



Cuchilla para nastas

5400 piezas/hora

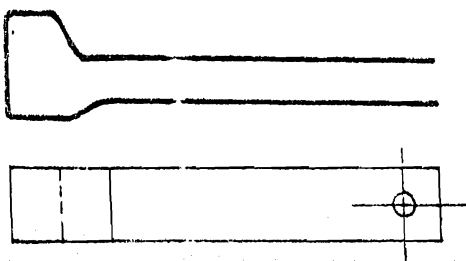
Figura I.1.15



Resorte

6000 piezas/hora

Figura I.1.16



Resorte para distribuidor

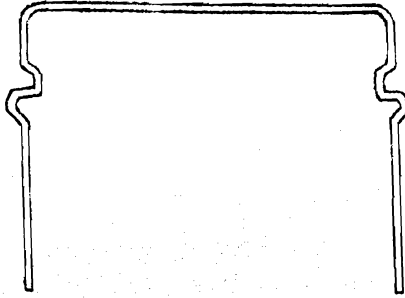
6000 piezas/hora

Figura I.1.17

1.2 Partes de alambre.

Existe una gran diversidad de formas hechas de alambre y esto hace que sea muy complicada su clasificación. En general puede establecerse que las partes fabricadas hasta de 24 pulgadas de longitud y 3/8 de pulgada de diámetro pueden hacerse directamente de material enrollado en máquinas multiforadoras.

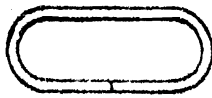
En las siguientes ilustraciones se muestran algunos componentes típicos, de las que se proporciona el promedio de producción y la descripción de cada una de ellas.



Estructura para parrilla

2400 piezas/hora

Figura 1.2.1



Mango de alambre

9000 piezas/hora

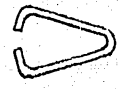
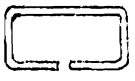
Figura 1.2.2



Alabón para colación

5400 piezas/hora

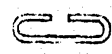
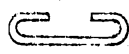
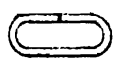
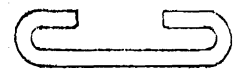
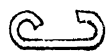
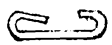
Figura 1.2.3



Abrazadera de alambre

6000 piezas/hora

Figura 1.2.4



Abrazaderas de alambre

9000 piezas/hora

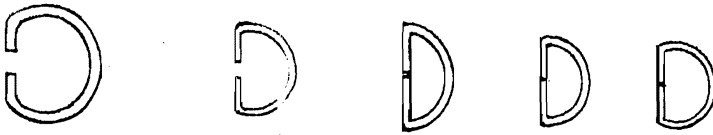
Figura 1.2.5



Arrollado

6000 piezas/hora

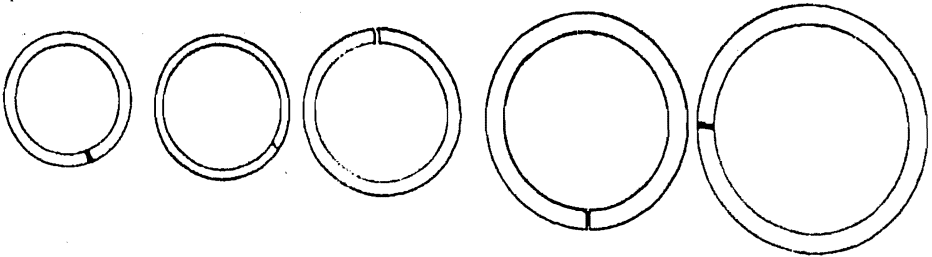
Figura 1.2.6



Anillos "D"

9000 piezas/hora

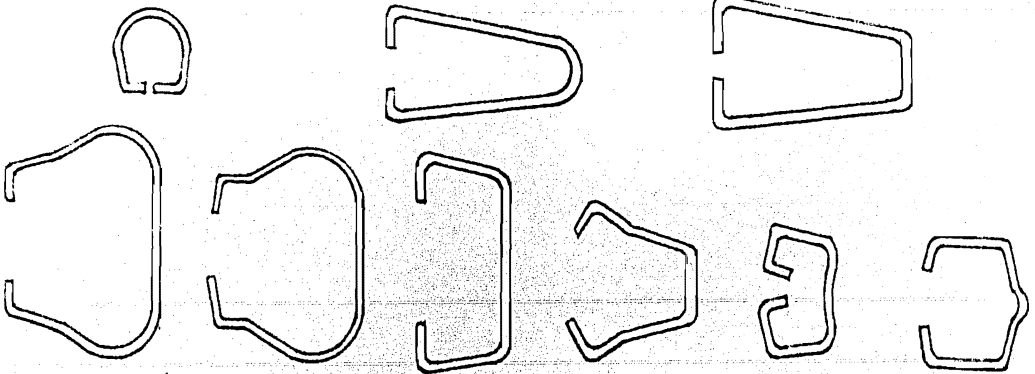
Figura I.2.7



Anillos de alambre

6000 piezas/hora

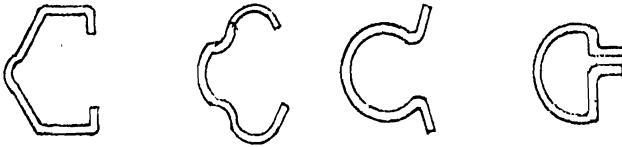
Figura I.2.8



Anillos de alambre

6000 piezas/hora

Figura I.2.9



Capitas para estructuras de
aligas de mano

12000 piezas/hora

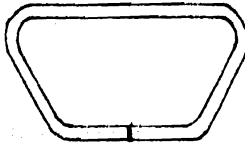
Figura I.2.10



Grapa

9000 piezas/hora

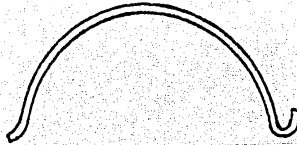
Figura I.2.11



Yanpo

5400 piezas/hora

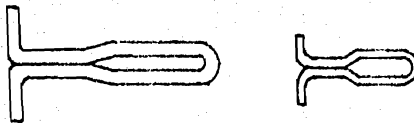
Figura I.2.12



Resorte

6000 piezas/hora

Figura I.2.13



Aldaba

6000 piezas/hora

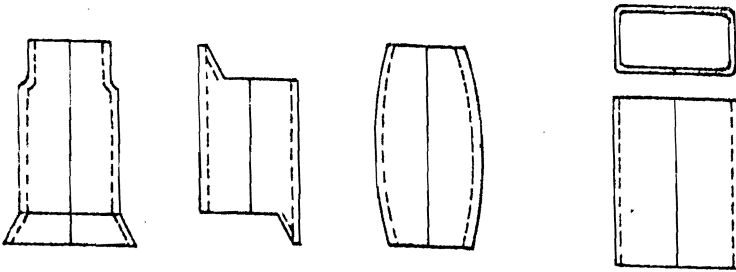
Figura I.2.14

1.3 Partes tubulares.

En partes tubulares las máquinas multifradoras nos dan varias ventajas en su formado como rápida producción menos pérdidas por desecho, eliminación de operaciones secundarias, siendo éstas algunas de ellas.

Estos componentes o partes tubulares pueden ser ampliamente descritas como cualquier pieza que tenga predominantemente formas cilíndricas o anulares. Partes de esta familia relacionada holgadamente han sido producidas en una variedad de formas.

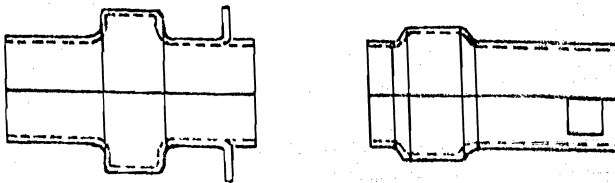
En las siguientes ilustraciones se muestran algunos componentes típicos de las que se proporciona el promedio de producción y la descripción correspondiente.



Contacto para radio válvula

5400 piezas/hora

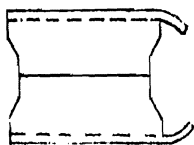
Figura 1.1.1



Soporte de válvula

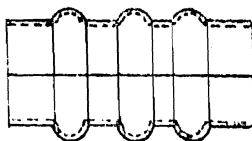
6000 piezas/hora

Figura 1.1.2

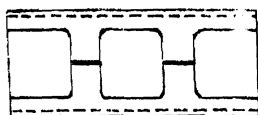


Pantalla para radio válvula

Figura I.3.3



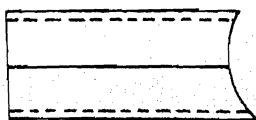
5400 piezas/hora



Anodo para radio válvula

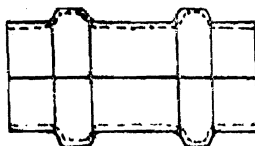
Figura I.3.4

6000 piezas/hora



Cubquillo

Figura I.3.5



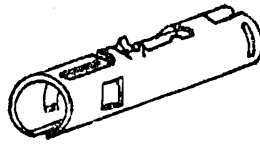
9000 piezas/hora

Guía para telar



Figura I.3.6

6000 piezas/hora



Cerradura cilíndrica

5400 piezas/nora

Figura I.3.7

CAPITULO II.

TIPOS DE MAQUINAS MULTIFORMADORAS.

II.1. Maquinas horizontales.

II.1.1. Características.

Las ventajas fundamentales en el diseño de las máquinas multiformadoras de cuatro correderas son basadas sobre un estudio intensivo de las necesidades de las partes que se manufacturan en la industria. - Las máquinas horizontales están muy relacionadas con las máquinas verticales, las primeras introducidas en la década de los 50's de este siglo, y son aceptadas como las más avanzadas para la formación de partes de alambre y lámina. Todo el herramental es intercambiable con otras máquinas de tamaños similares.

La posición horizontal de las máquinas permite:

- Facilidad para separar los componentes y desperdicios, que pueden caer libremente en un recipiente.
- Que el herramental sea lubricado adecuadamente y observado con libertad.
- Minimizar el tiempo no productivo.
- Cambio rápido de herramientas y altos volúmenes de producción.

Las máquinas horizontales tienen muchos rasgos de diseño único que mejoran la calidad de los productos fabricados y reduce los costos de montaje. A continuación se muestra la vista de planta de una máquina horizontal, en donde se pueden apreciar los componentes principales de la máquina. Ver figura -
II.1.1.1.

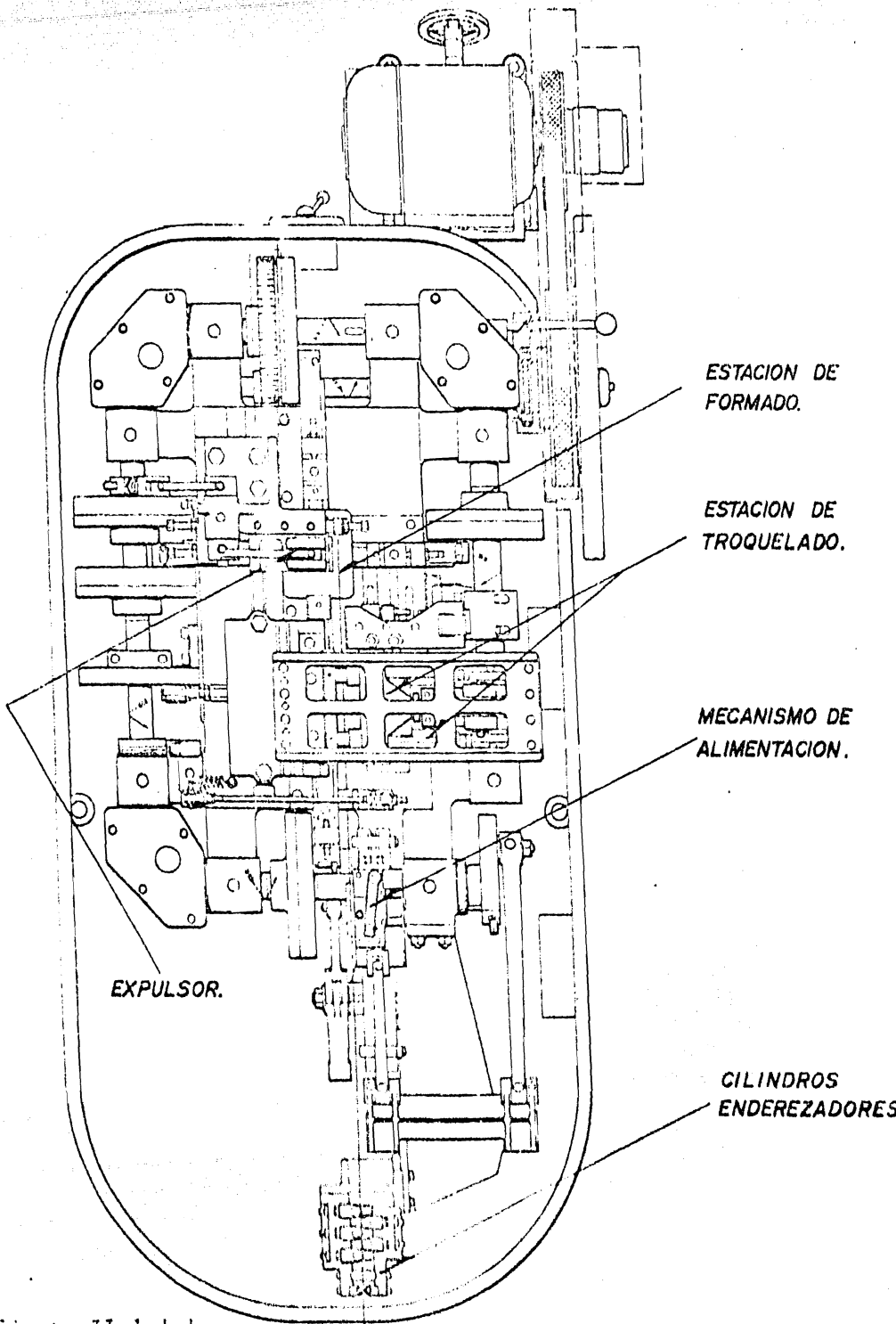


Figura II.1.1.1.

VISTA EN PLANTA DE UNA MAQUINA MULTIFORMADORA.-
MOSTRANDO SUS PRINCIPALES UNIDADES.

En una máquina horizontal, la tira de lámina o alambre es alimentada desde un rollo a través del enderezador localizado en el lado izquierdo de la máquina y avanza de izquierda a derecha, entrando a la sección de la prensa y después a la sección de formado. En la sección de la prensa pueden ser ejecutadas una gran variedad de operaciones de troquelado sobre la tira de lámina. En la sección de formado, el material es alimentado en el frente del centro de formado, se corta la tira de material y entonces se forma la pieza con una o más de las cuatro correderas de formado. Finalmente, la parte terminada es expulsada del centro de formado.

Módulos intercambiables.

La construcción modular de las máquinas horizontales ofrece beneficios al usar la operación más significativa en las porciones más críticas de la máquina. Seis sub-conjuntos, el mango del tope, la prensa y cuatro correderas básicas de formado pueden ser removidas cada una independientemente como unidades de la máquina. Además, cada uno de estos módulos es intercambiable sobre una máquina del mismo tamaño con el módulo equivalente. De hecho, tres de las cuatro correderas de formado sobre la máquina (la corredera izquierda es una excepción necesaria), pueden ser intercambiables entre ellas mismas. Ver figura 11.1.1.2.

Pisones o brazos de transmisión de movimiento.

Las bielas y los pisones dan dirección exacta al bloque de la herramienta que es soportado sobre una gran área. Equilibran fuera del trabajo las fuerzas impuestas por las distintas operaciones tales como el punzonado, estampado, doblado y roscado. Ver figura 11.1.1.3.

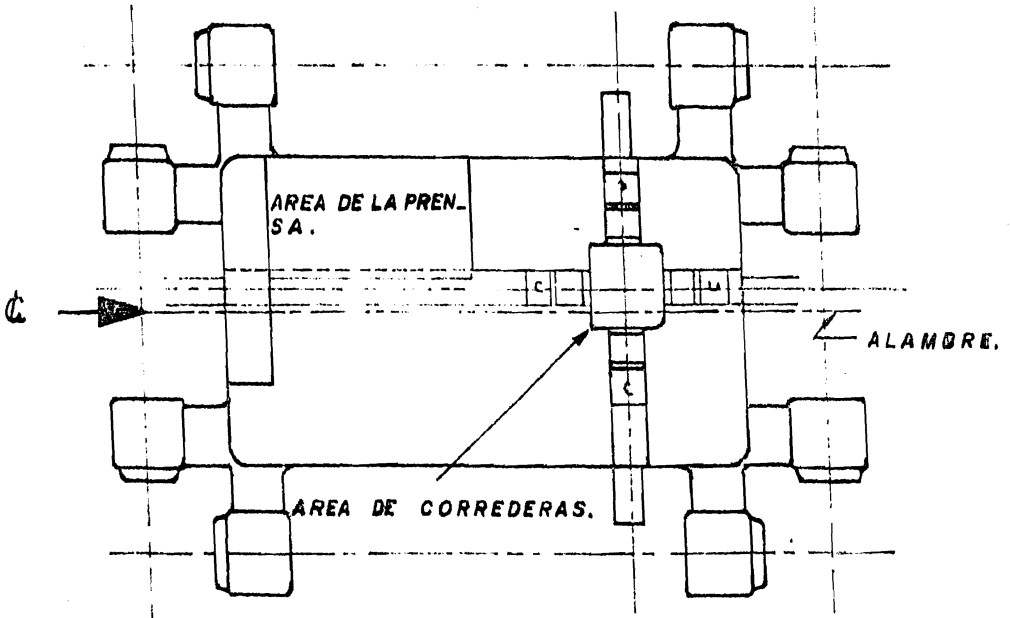


Figura 11.1.1.2. Esquema de las cuatro correderas de una máquina horizontal. Las líneas punteadas representan los cuatro ejes que accionan a las correderas.

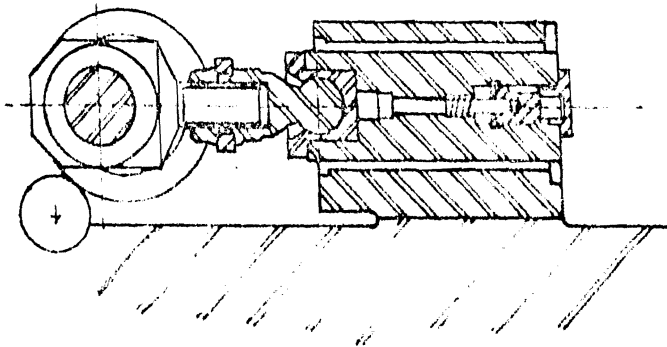


Figura 11.1.1.3. Pistones o brazos de transmisión de movimiento.

Mecanismo de avance.

El mecanismo de avance generalmente es un diseño de una palanca acodada y operada por una leva, puede ser operado durante muchos años y con buena exactitud. La palanca acodada tiene una masa mínima y está formada con sistemas articulados, además por el alargamiento de las articulaciones y por las presiones durante el ciclo de avance, el diseño de la palanca acodada minimiza el desgaste de la corredera de avance, el carro, la palanca y la leva. La longitud de avance de las máquinas horizontales con topes puede ser ajustada moviendo los topes para formar las piezas de alambre o lámina. Ver figura 11.1.1.4.

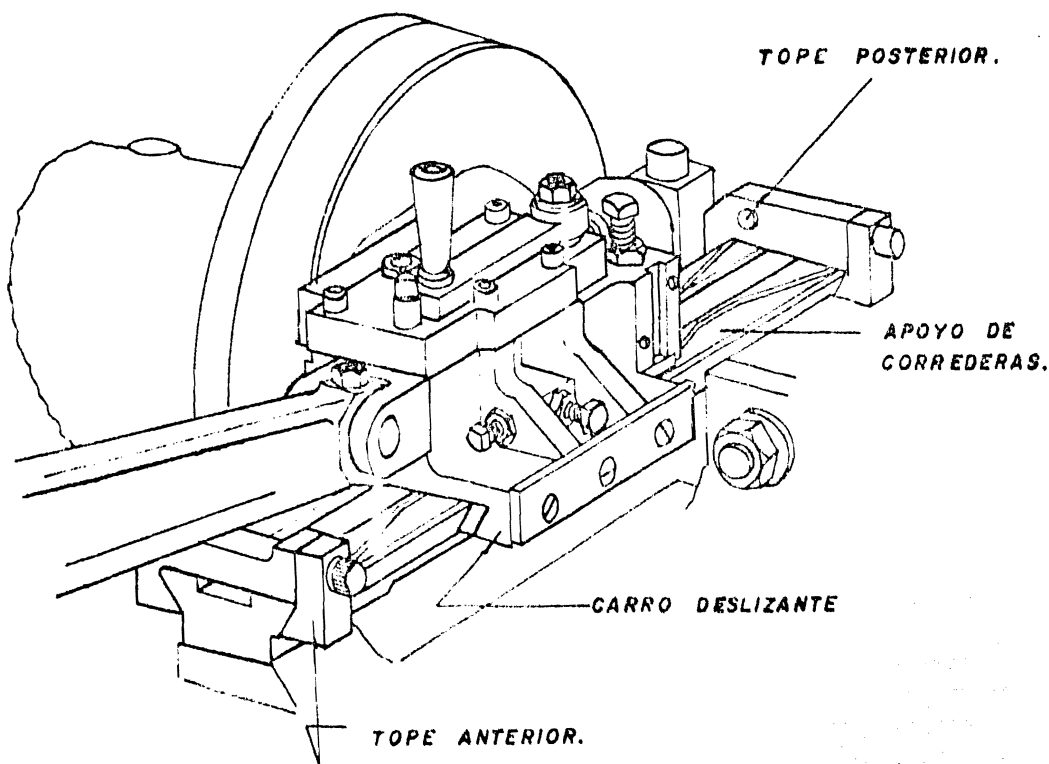


Figura 11.1.1.4. Ensamble del mecanismo de avance.

Estas máquinas tienen avance estándar de 180 grados y avance opcional de 90 grados, con el -- avance de 90 grados pueden obtener partes más compli cadas de forma, alto rango de producción y un largo golpe de la prensa. Todos los ajustes montados (el sujetador de riel, la carrera de golpe y los topes) son fácilmente accesibles al extremo izquierdo de la máquina.

En algunas máquinas el mecanismo de avance es controlado electroneumáticamente. Una quijada fija y otra móvil aprietan alternativamente la tira de material de alambre o lámina en la posición requerida.

Mecanismo de corte.

El mecanismo de corte es operado por una leva sólida positiva que transmite el golpe con un giro positivo que esta montada sobre el frente del árbol de levas y es ajustable a través de los 360 grados. - El cabezal de corte es acuñado para que exista una alineación paralela con el frente del árbol de levas y es ajustable. Ver figura II.1.1.5.

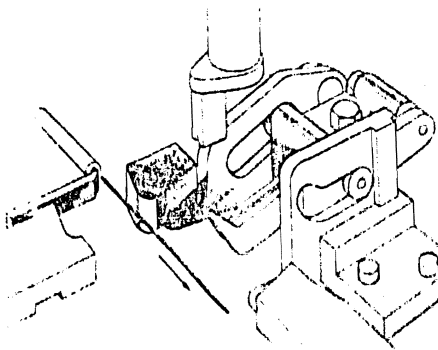


Figura II.1.1.5.

Centro de formado.

El cabezal del centro de formado se asegura por pernos en orificios, por lo que la posición del centro de formado puede ser ajustado girando la posición del mismo y fijando el cabezal con tornillos.

Cilindros enderezadores.

Generalmente es un conjunto de cilindros, - los cuales se pueden ajustar independientemente y pueden ser arreglados con perfiles especiales. Se localizan en la parte izquierda de la máquina. Ver figura 11.1.1.6. y 11.1.1.7.

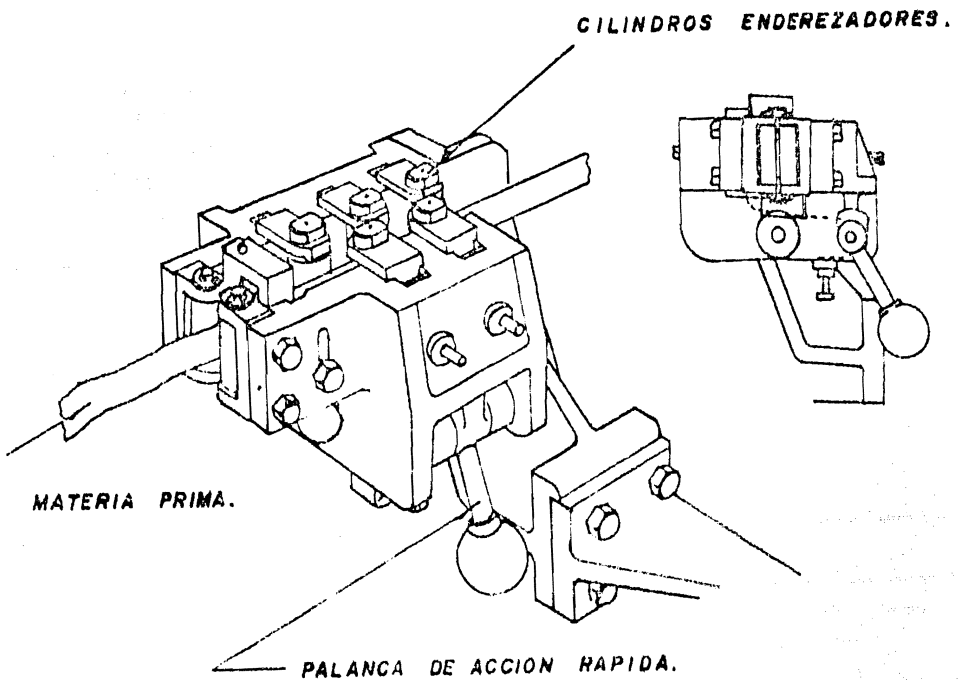
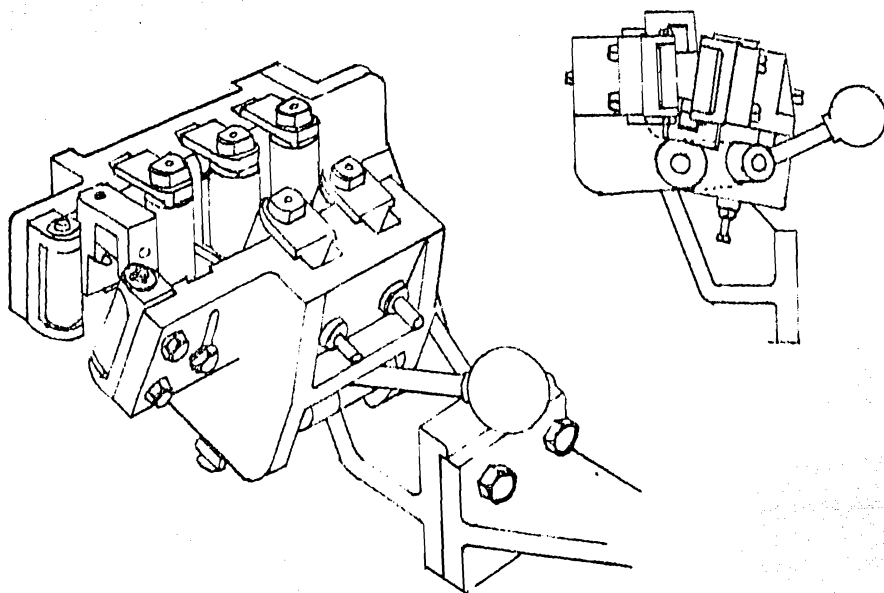


Figura 11.1.1.6. Cilindros enderezadores.



DISPOSITIVO ABIERTO.

Figura II.1.1.7. Cilindros enderezadores.

Máquina base y estructura.

Las gruesas paredes de la máquina ofrecen buena protección contra todo tipo de esfuerzos de golpe. En la base están alojados el motor, la transmisión, el recipiente de aceite lubricante del herramienta y el recipiente de aceite refrigerante. La estructura de la máquina es de hierro colado.

Embrague-freno.

Las máquinas horizontales utilizan un simple disco de embrague electroneumático. Los momentos del embrague y del freno son tales que la máquina reacciona rápidamente a todas las señales.

Correderas de formado.

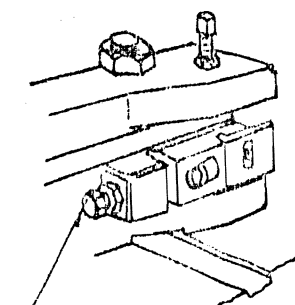
Cada una de las correderas de formado consiste en la herramienta de formado, herramienta adaptadora, corredera y corredera base. Todas las correderas son intercambiables, las correderas base son empernadas para que no exista ningún movimiento.

Motor y transmisión.

Con una polea de velocidad variable se controla la velocidad de operación, ya que el motor opera con un momento giratorio constante. La transmisión se localiza en la parte posterior de la máquina y ésta es accionada a través de una polea que también tiene la función de una rueda loca, los engranes de transmisión directamente al árbol de levas. La rueda manual que no funciona como rueda loca, es ligera en peso y para rápidamente la máquina cuando es desembragada, existen cojinetes antifricción a lo largo del eje de transmisión. Ver figura 11.1.1.8 y 11.1.1.9.

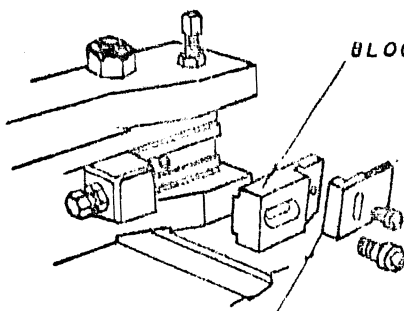
Sistema de corte secundario.

En algunos casos cuando en la estación de corte secundario no fue posible por condiciones de diseño desprender completamente el material, se fija una cuchilla a la herramienta de formado frontal y es la que se encarga de efectuar el corte que desprende completamente al material que pasa a la estación de formado. Ver figura 11.1.1.10.



TORNILLO DE AJUSTE.

Figura 11.1.1.10



BLOCK P/NTA.

CUCHILLA DE CORT

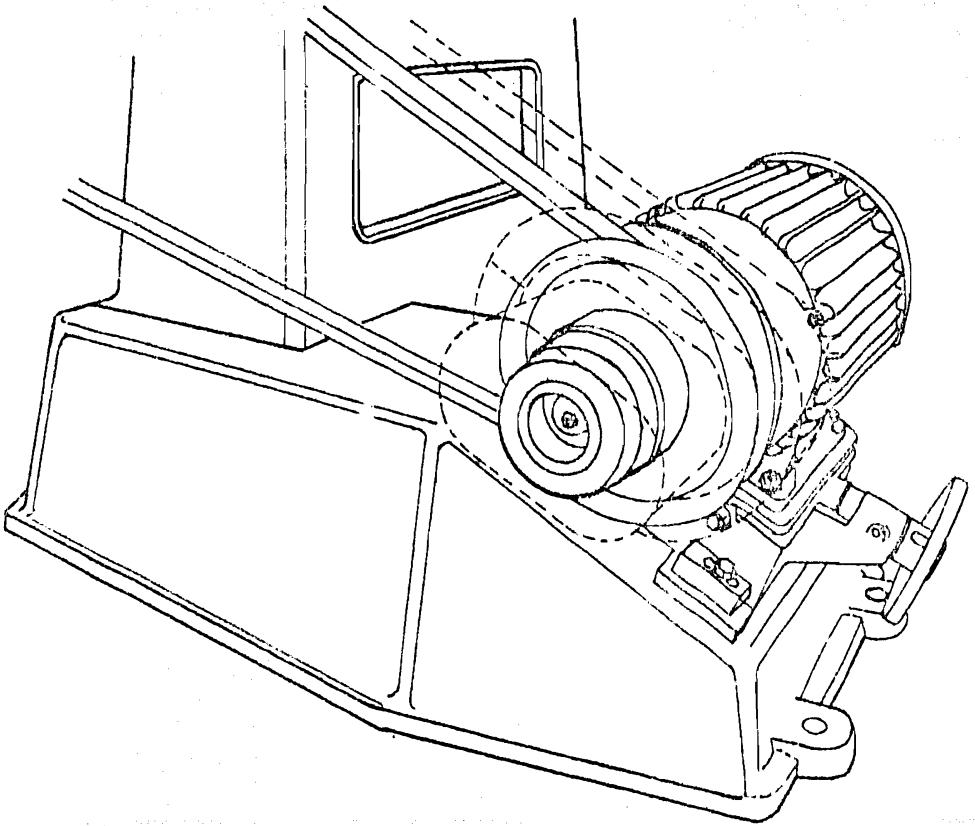


Figura 11.1.1.8. Motor y transmisión

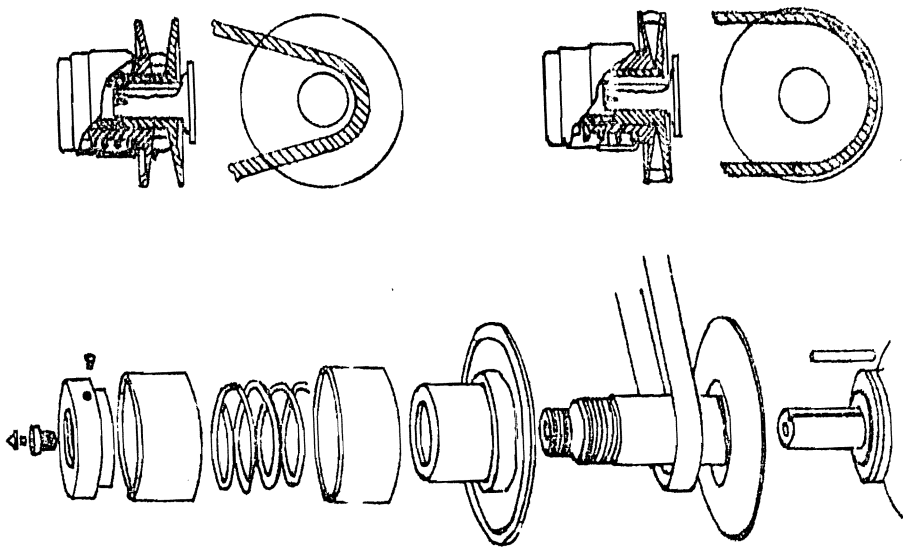


Figura 11.1.1.9. Despiece de la polea de velocidad variable.

Prensa.

La prensa, que es un componente estándar de la máquina es in diseño de tipo excéntrico y fácilmente puede ser ajustado. La máquina horizontal usa juegos de matrices estándar, los cuales son comercialmente accesibles e intercambiables con cualquier otra máquina que tenga el mismo espacio disponible de matrices. Ver figura 11.1.1.11. y 11.1.1.12

Los aspectos principales de la prensa son:

1. Espacio disponible para matrices.- Los ejes guía de porta-herramientas están situados paralelos y en la parte posterior del porta-herramientas de matrices así que no limitan el espacio requerido para la colocación de matrices.
2. Reducción del ángulo de avance.- La leva por su gran diámetro disminuye el ángulo de avance.

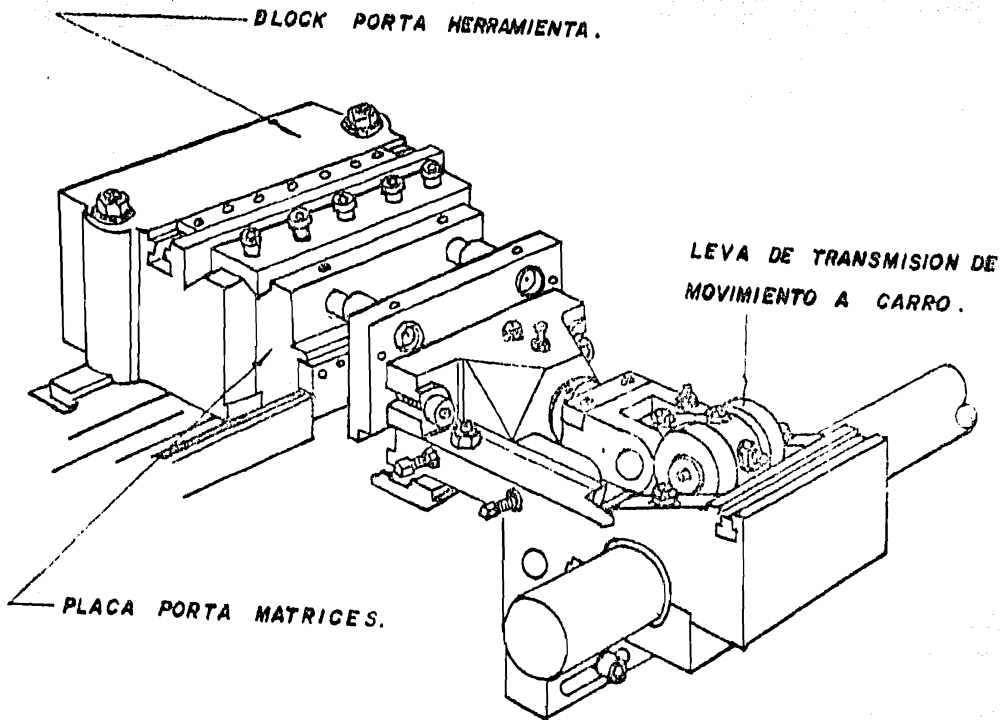


Figura II,1.1.11.

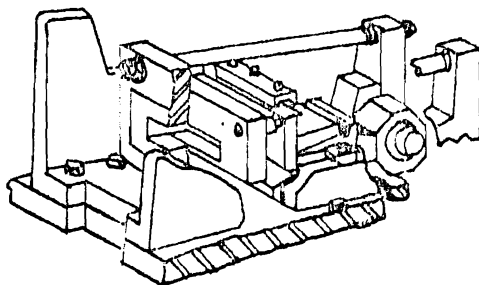


Figura II,1.1.12.

ce, ofreciendo ventajas como son; mayor capacidad de carga y reducción de desgaste

3. Mínima deflexión del pistón.- Las dimensiones y en consecuencia la masa grande del pistón, proporcionan una mayor uniformidad en la carga de presión.
4. Placa de desgaste en el pistón o brazo de transmisión.- Esta placa tiene cuñas cónicas para ajuste en caso de desgaste.
5. Movimientos auxiliares de regreso.- El diseño de la prensa permite movimientos auxiliares hacia atrás del juego de matrices, controlándolos por levas sobre el árbol de levas de regreso y así suministran la capacidad simétricamente para perforar y formar en la dirección opuesta.

Lubricación.

La lubricación se efectúa con un sistema automático presurizado que surte de lubricante a todas las áreas de contacto importantes a intervalos predefinidos. La frecuencia y el volumen de lubricación son controlados automáticamente con lubricante forzado desde un depósito central a las válvulas de dosificación.

Control Jack.

Este es un mecanismo de seguridad, el cual controla y sincroniza los movimientos de la prensa.- Sus levas programadas verifican la posición de la tira de metal en la herramienta antes de que empiece la carrera de la prensa, también controla el avance de la tira de metal.

DATOS TECNICOS DE UNA MAQUINA HORIZONTAL.

Especificaciones de la máquina.

Capacidad.	2 x 20 Toneladas.
Golpe fijado del cigueñal	50 mm.
Número de bielas	2 piezas.
Diámetro de los pisones.	110 mm.
Longitud de ajuste de las bielas.	30 mm.
Capacidad nominal de producción..	60 a 180 gpm.
Reducción entre el mecanismo de transmisión entre la rueda loca y el cigueñal.	4 : 1

Mecanismo expulsor.

Carrera máxima.	24 mm.
Fuerza total de ambos expulsores.	1,500 Kg.

Motor.

Velocidad de operación	650 - 2,000 rpm.
Salida.	1.35 - 4 Hp.
Voltaje estándar.....	440 Volts, 3 fases, 60 Hz.

Embrague-motor.

Controlado electroneumáticamente. Tipo Ortlinghaus.

Detalles generales de especificación.

Carga neta de presión.....	2,200 Kg.
Carga neta del carrito.....	120 Kg.
Peso neto del gabinete eléctrico.	135 Kg.
Espacio requerido.....	1.5x1.4x1.46 mts.
Peso de la máquina.....	2,500 Kg.
Presión del aire.....	85 Lbs/pulgada ² .

Dispositivos del avance de la tira.

Máxima anchura de la tira.....	120 mm.
Máximo espesor de la tira.....	2 mm.
Carrera de avance.....	0 - 70 mm.

Detalles del herramental montado en la máquina.

Dimensión de la mesa.....	230 x 475 mm.
Carrera de prensa:	
Al punto muerto máximo posterior.	290 mm.
Al punto muerto máximo frontal...	240 mm.
Al punto muerto mínimo frontal...	210 mm.

11.1.2 Aplicaciones.

Este tipo de máquinas fueron diseñadas para producir partes de alambre o lámina. Componentes de mediano y pequeño tamaño pueden ser punzonadas, dobladas, estampadas, roscadas y remachadas, se usan rollos de tiras de metal (acero, cobre, latón, aluminio, níquel, lata y otras aleaciones). La productividad es incrementada considerablemente con el uso de las herramientas progresivas y se pueden combinar operaciones simultáneas durante el ciclo de la máquina.

En estas máquinas multifradoras se pueden fabricar una gran variedad de piezas, algunas de estas ya mostradas en el Capítulo 1.

11.2 Máquinas verticales.

11.2.1. Características.

Las máquinas verticales de cuatro conectoras fueron diseñadas en los Estados Unidos de Norteamérica para obtener mayor velocidad en la producción, versatilidad, y facilidad de operación. Los componentes principales son los siguientes:

Mecanismo de avance.

La transmisión del avance permite una selección del mismo a 90° o 180° . El avance de 90° permite mayor tiempo para la operación de formado. Tiene una palanca móvil independiente con mordaza que se fija, y la exactitud del avance no es afectada mientras la máquina se encuentra en operación. Este mecanismo es similar al que utiliza una máquina horizontal. Ver figura 11.1.1.4.

Cilindros enderezadores.

Se utiliza un conjunto de 7 a 14 cilindros para enderezar la tira de alambre o lámina, cada uno de los cilindros puede ser ajustado independientemente y están localizados en el lado izquierdo de la máquina. A continuación se muestra una vista general de una máquina vertical. Ver figura 11.2.1.1.

Prensa.

Su operación es similar a la de la prensa troqueladora convencional. Puede ser colocada entre el sistema de alimentación y el sistema de formado a lo largo de la tira de alambre o lámina para satisfacer las demandas de las partes que serán producidas.

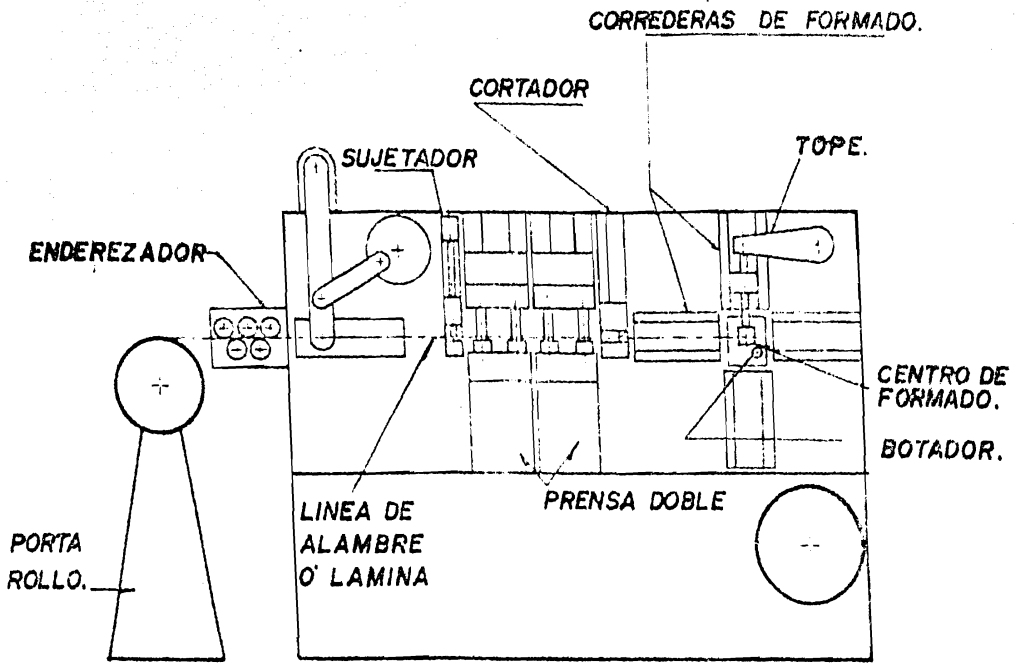
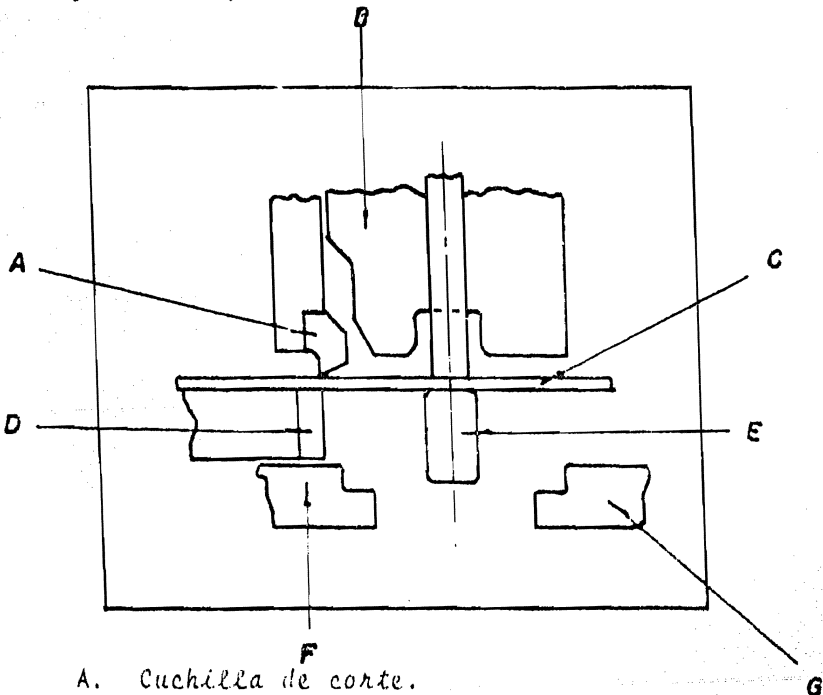


Figura 11.2.1.1.

La corredera izquierda puede ser usada en el momento que la prensa esta en operación, la prensa puede ser removida sin desmontar la corredera izquierda. El fondo de la prensa también es móvil y tiene un orificio para dar salida a la rebaba que dejan las piezas cuando son fabricadas.

Mecanismo de corte.

Una corredera de corte esta montada entre la prensa y el área de formado, es móvil y puede ser ajustada a petición del recorrido de avance.



- A. Cuchilla de corte.
- B. Herramienta superior de doblado.
- C. Tira de metal.
- D. Dado de corte.
- E. Centro de formado.
- F. Herramienta izquierda de doblado.
- G. Herramienta derecha de doblado.

Figura 11.1.1. Mecanismo de corte.

Correderas de formado.

Las correderas de formado están fijas directamente a la máquina y pueden ser removidas como una unidad sin alterar su ajuste. En vista de que las correderas no tocan el asiento, no están sujetas a deterioros. Las superficies de uso de las correderas son templadas y diseñadas para proporcionar facilidad en mantener el ajuste adecuado. Ver figura 11.2.1.3.

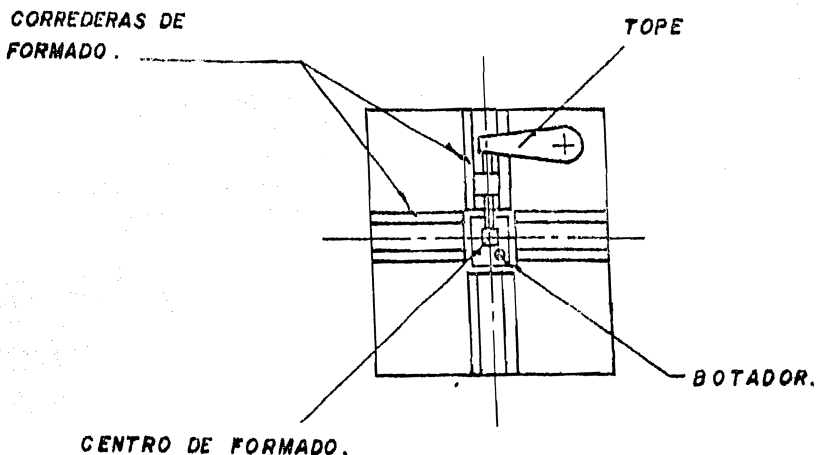


Figura 11.2.1.3. Correderas de formado.

Centro de formado.

El área de formado, es una de las partes más fuertes de una máquina multiformadora y la concepción de tener ajuste independiente en todas las herramientas formadoras que actúan sobre este centro de formado da versatilidad al sistema. Ver figura 11.2.1.4.

Freno eléctrico.

Permite un avance lento de la máquina y puede ser conectado a una serie de interruptores de paro rápido que accionarían cuando se presenten algunos de los siguientes casos:

- 1) El material corre hacia afuera.
- 2) El material sufre pandeo en el área de la herramienta.
- 3) El avance es demasiado corto.

Este freno opera en conjunción con el embrague eléctrico para dar respuesta instantánea al arranque, al parar y avance lento de la máquina.

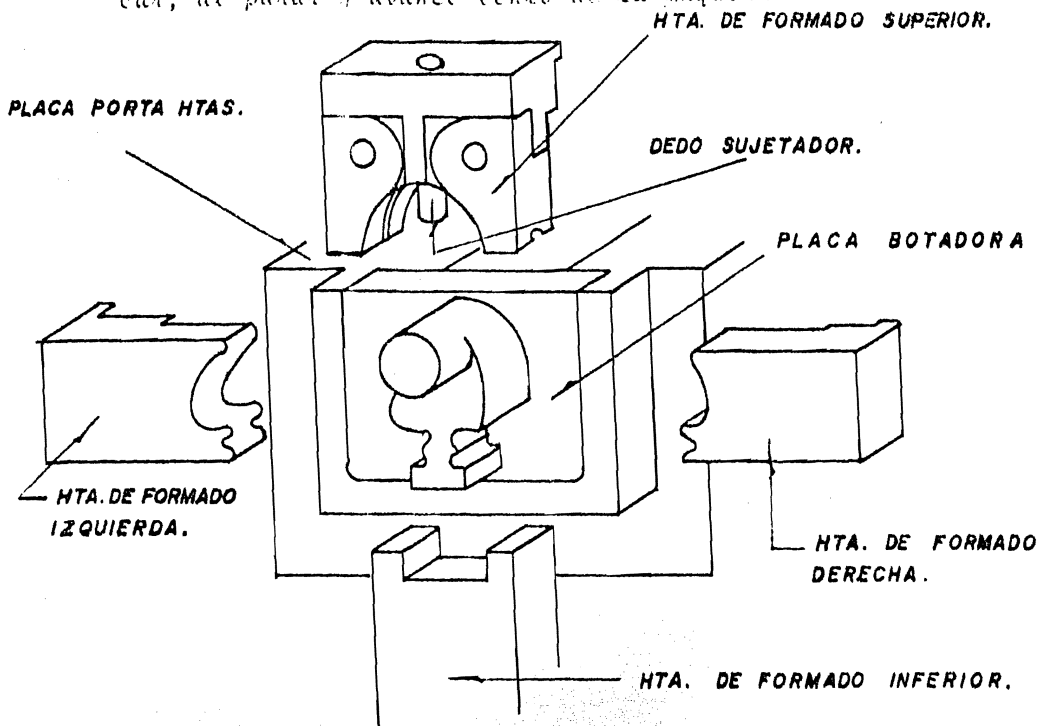


Figura 11.2.1.4. Centro de formado.

Rueda de mano.

La rueda de mano esta a la derecha de la máquina y se utiliza para dar movimiento a la máquina manualmente al montar y ajustar el herramental. Se utiliza un trabador eléctrico para impedir el movimiento de la máquina mientras la rueda de mano esta embragada. Ver figura 11.2.1.1.

Sistema de lubricación.

Un sistema automático de lubricación presurizado proporciona lubricante a todas las áreas importantes del soporte a intervalos predeterminados. Un foco piloto en el frente de la máquina indica que la lubricación automática está funcionando periódicamente.

Sistema de transmisión.

La potencia es transmitida por bandas y desde la unidad de transmisión a la rueda loca y de ahí a las partes de trabajo de la máquina a través de un embrague. La rueda loca gira en forma continua y permite las operaciones de paro y arranque rápido. El embrague eléctrico es operado por un interruptor que se encuentra al lado derecho del operario para fácil accionamiento. En la parte posterior de la máquina se encuentra una puerta bisagra para tener acceso al mecanismo de transmisión y facilitar el ajuste de la velocidad. Ver figuras II.1.1.8, y II.1.1.9.

DATOS TECNICOS DE UNA MAQUINA VERTICAL.

Motor.....	1.5 h.p.
Rango de operación.....	100-500 golpes/min.
Carrera de la corredera superior.	0.5 pulgadas.
Carrera de la corredera inferior.	0.75 pulgadas.
Carrera de las correderas laterales.....	0.75 pulgadas.
Capacidad de la prensa.....	1 a 5 toneladas.
Carrera de la prensa.....	0.5 pulgadas.
Longitud del juego de matrices...	5.25-8.0 Pulgadas.
Ajuste del pistón.....	0.25 pulgadas.
Maxima longitud de avance.....	5.0 pulgadas.
Ciclo de avance.....	90° - 180°.
Carrera de la cuchilla de corte..	0.25 pulgadas.

Ancho máximo de la tira..... 0.75 pulgadas.
 Espesor máximo de la tira..... 0.032 pulgadas.
 Diámetro máximo del alambre..... 0.062 pulgadas.
 Peso aproximado de la máquina.... 2,400 Lbs.
 Línea de alambre..... 46 pulgadas.
 Dimensiones totales..... 66x25x60.5 pulgadas.

11.2.2. Aplicaciones.

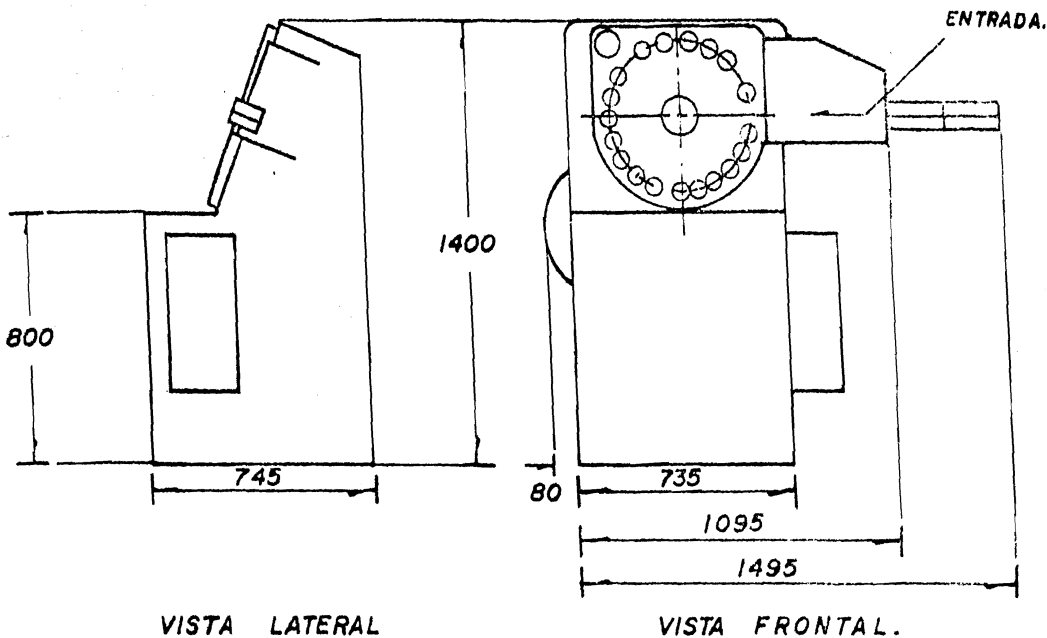
Las máquinas verticales de cuatro correde-
 ras estan diseñadas para producir pequeñas partes de
 alambre o lámina. Pueden hacer operaciones de punzo
 nado, doblado, estampado y corte. El material de la
 tira de lámina o alambre puede ser de acero, cobre,
 latón, aluminio, níquel, plata y otras aleaciones.-
 Algunas de las piezas que pueden ser formadas fueron
 mostradas en el Capítulo 7.

11.3 Máquinas multiformadoras radiales.

11.3.1. Características.

Dentro de las máquinas para el formado de
 piezas de alta precisión, tanto de alambre como de -
 fleje, destacan las multiformadoras de tipo radial.-
 Las cuales son utilizadas para altas producciones, -
 ya que nos permiten fabricar económicamente numerosas
 piezas, mientras que los accesorios especiales accesi-
 bles nos permiten resolver los problemas de fabrica-
 ción de partes con alto grado de dificultad.

Las dimensiones de las máquinas multiforma-
 doras radiales son relativamente pequeñas comparadas
 con las de las prensas mecánicas. Lo cual da facili-
 dad de instalación y ahorro de espacio en planta.-
 Ver figura 11.3.1.1.



VISTA LATERAL

VISTA FRONTAL.

Figura 11.3.1.1. Dimensiones de las máquinas multi-formadoras radiales.

A continuación mencionaremos las características principales de las máquinas multiformadoras tipo radial.

- a. Precisión.
- b. Seguridad en el funcionamiento.
- c. Alta producción.
- d. Bajo costo de herramental.

La precisión es una de las características que tienen estas máquinas en la fabricación de todo tipo de piezas, utilizando herramientas muy completas.

La seguridad en el funcionamiento es bastante eficiente por los mecanismos que se utilizan para

los accionamientos de las herramientas.

Dichos accionamientos están constituidos de unas correderas porta-herramientas montadas radialmente sobre una placa que a su vez se integra a la máquina multiformadora radial. Ver figura 11.3.1.2.

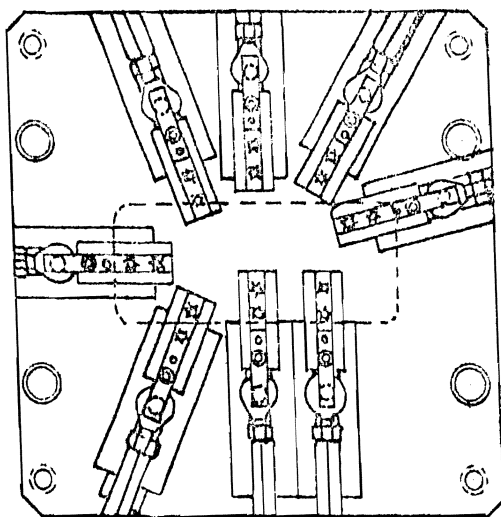


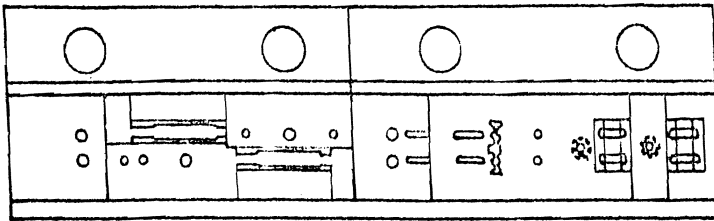
Figura 11.3.1.2. Arreglo de porta-herramental.

La condición de poder utilizar placas porta-herramientas ofrece la ventaja de poder efectuar el montaje y las pruebas de las herramientas fuera de la máquina. De manera que se pueda reducir considerablemente el tiempo a invertir en el intercambio de las herramientas.

Por lo demás, es posible usar por cada utillaje una placa porta-herramienta por separado, lo que significa que se puede disminuir el tiempo de intercambio otro tanto.

Las placas porta-herramientas están aseguradas sobre la mesa de la máquina mediante pernos de localización, para facilitar el posterior remontaje de las correderas porta-herramientas en su posición correcta.

Unidad de estampar.- Empleando porta-troqueles tipo estandar, se suministran unidades de estampar que se pueden montar y quitar, en la parte pro vista según necesidades. Ver figura 11.3.1.3 y 11.3.1.4.



VISTA DE MATRICES SIN PLACA BOTADORA .



DESARROLLO DE LA TIRA DE LAMINA.

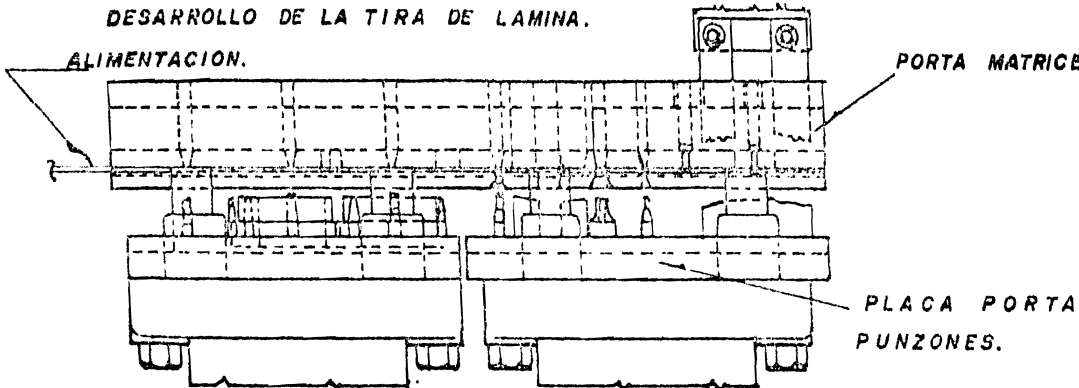


Figura 11.3.1.3. Unidad de estampar.

Dispositivos de alimentación.- A la ejecución normal pertenece un dispositivo de alimentación de pinzas de alta precisión. Ver figura 11.3.1.4. Para casos especiales se dispone de otros cuatro sistemas diferentes de alimentación que pueden intercambiar-

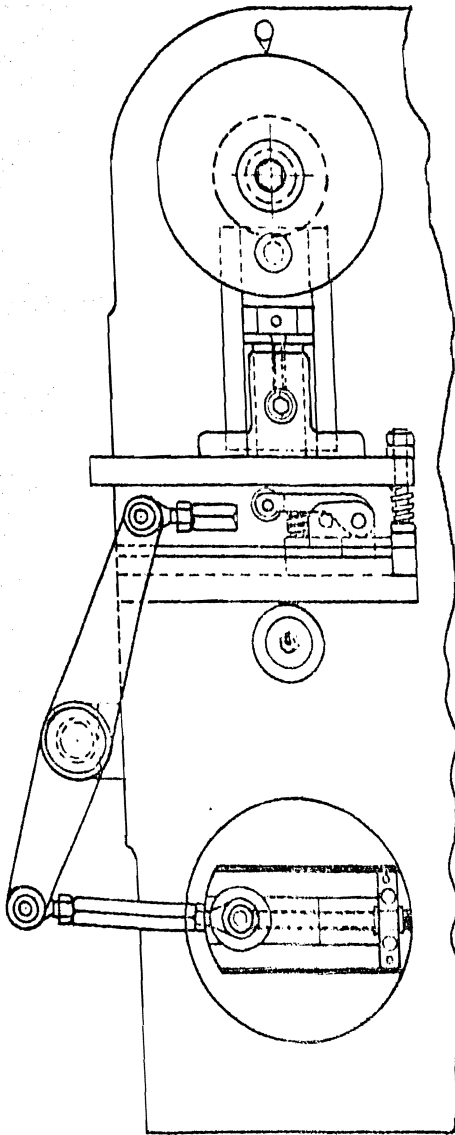


FIG. II- 3.1.4.

MONTAJE DE LA UNIDAD DE ESTAMPAR EN MAQUINA RADIAL.

bianser fácilmente por el dispositivo normal, tales como avance de rodillos, con las mismas posibilidades de aceptación como el dispositivo de pinzas.

Los dispositivos de avance transversal para la elaboración de fleje, son utilizables en combinación con las unidades de estampar. En este caso se monta la pieza completamente para transportarla a la estación de formado, utilizando el avance de pinzas. Este sistema garantiza una mayor precisión y resistencia al desgaste de los cortantes y sirve particularmente para la fabricación de partes bimetálicas.

Levas.- A la ejecución normal pertenecen levas ranuradas de movimiento forzado de avance y retroceso.

También pueden emplearse levas simples o de segmentos, Ver figura 11.3.1.4., que van sujetas a bridas. Los dos tipos están conectados mediante engranaje frontal, aflojando un sólo tornillo se puede girar o intercambiar las levas. Un diagrama sujeto a la leva de avance, con las fases de movimiento, facilitan el ajuste y la sincronización de todas las levas durante el montaje de las herramientas.

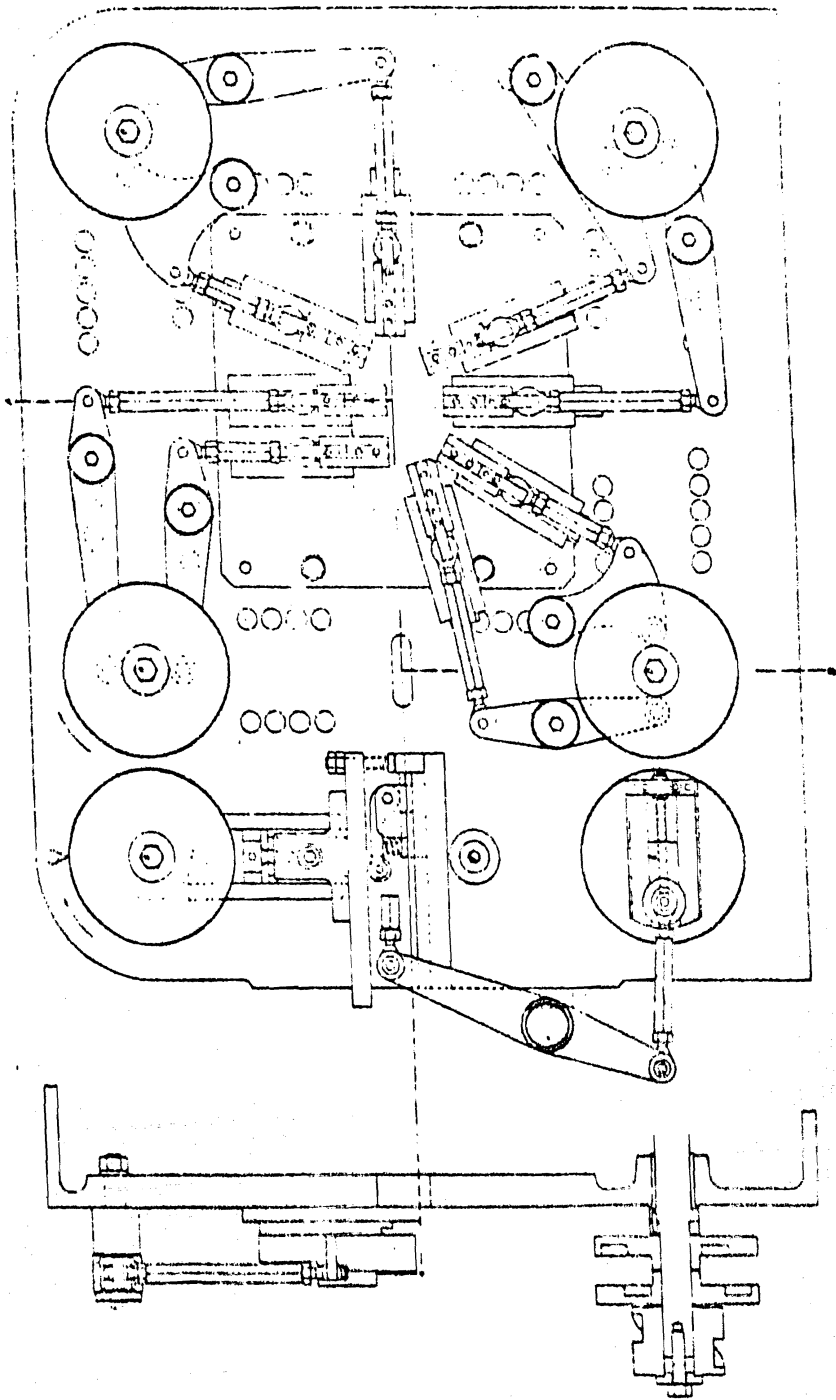
Accionamiento de las correderas porta-herramientas.

Las correderas porta-herramientas están conectadas directamente con las levas mediante rodillos, palancas oscilantes y cabezales de barras articuladas.

La mesa de la máquina está provista de una cantidad de perforaciones, en las cuales se fijan los ejes de cierto número de palancas oscilantes de distinta relación. Ver figura 11.3.1.5.

Intercambiando los ejes y empleando las palancas adecuadas se obtienen relaciones de aproximaciones de: 1 a 0.25 hasta 1 a 2 pulgadas, con un rodillo de corredera de 5 a 40 mm de Ø.

Accesorios normales.- Equipo eléctrico completo, poleas de velocidad variable acoplado al motor y combinación de embrague al aplicar el freno en for-



Figures II. 3. 1. 5.

ma electromagnética, cuenta piezas eléctrico, dispositivo de avance de pinzas, lubricación central, placa porta-herramientas ancha, punzón central y cinco o más levas.

Accesorios especiales.- Fabricados en serie y que pueden ser adquiridos como equipo complementario, los cuales amplían considerablemente el campo de aplicación de las diversas máquinas, se dispone por ejemplo de:

- a. Carro de estampación y acuñado.- Que se sitúa entre el dispositivo de avance y la estación de formado que permite efectuar trabajos de estampación sin pérdidas en los ángulos de mando para las operaciones de doblado.
- b. Un dispositivo de avance transversal.- Accionado por aire comprimido, que permite alimentar el material en fleje hacia el plano de deformación, permitiendo utilizar anchuras de fleje mucho mayor que las normales.
- c. Dispositivo de roscado.- De uno o varios husillos, de trabajo rápido y seguro, puede disponerse de forma tal que trabaje a la frecuencia de operación de la máquina.
- d. Equipo de soldar.- Equipo de soldar por puntos de nueva construcción, permite la soldadura sobre la máquina y ello, permite también la fabricación de piezas de unión rígida. Es de destacar que con este equipo se consiguen piezas de la máxima precisión. Ver figura 11.3.1.6.
- e. Alimentador de rodillos.- Para casos especiales las máquinas pueden equiparse también con un dispositivo de avance logrado por pinzas y a su vez efectúa la operación del enderezado del material.
- f. Hoppers o tolvas de alimentación de partes.- Pueden utilizarse para el ensamble de piezas, alimentando diversas piezas sueltas y ensamblándolas, consiguiéndose piezas complicadas. Para ello se utilizan, por ejemplo: vibradores adaptados a las máquinas para la alimentación automática de dichas piezas y el montaje consecutivo. Ver figura 11.3.1.7.

- g. Tratamiento térmico.- También existe la posibilidad de adaptar un dispositivo para el tratamiento térmico de piezas especiales, en donde es importante mantener ciertas características de dureza por el tipo de función a que van a estar sometidos.

Así mismo, existe la posibilidad de adaptar equipos adicionales para operaciones de rectificado, fresado, taladrado, avellanado, remachado, etc.

Formaciones adicionales.- En determinados casos se puede también realizar trabajos de formación adicionales, lo que requiere el montaje de un segundo dispositivo de avance que alimente la pieza.

En este caso el tipo de estación de formado adicional por acoplar, viene determinado por la forma y tipo de pieza.

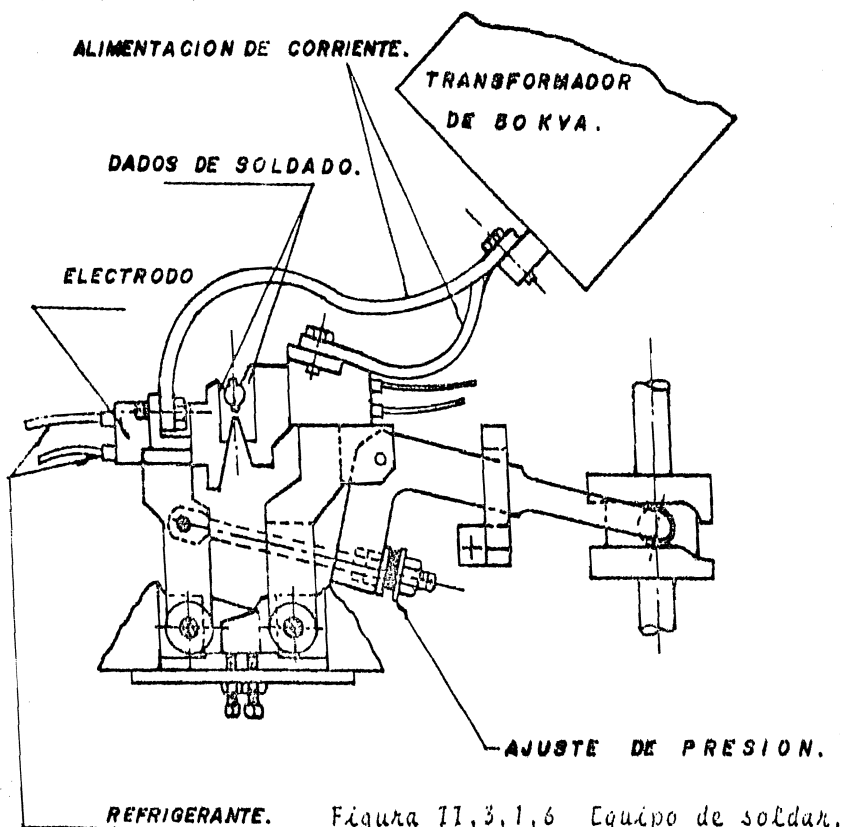


Figura 11.3.1.6 Equipo de soldar.

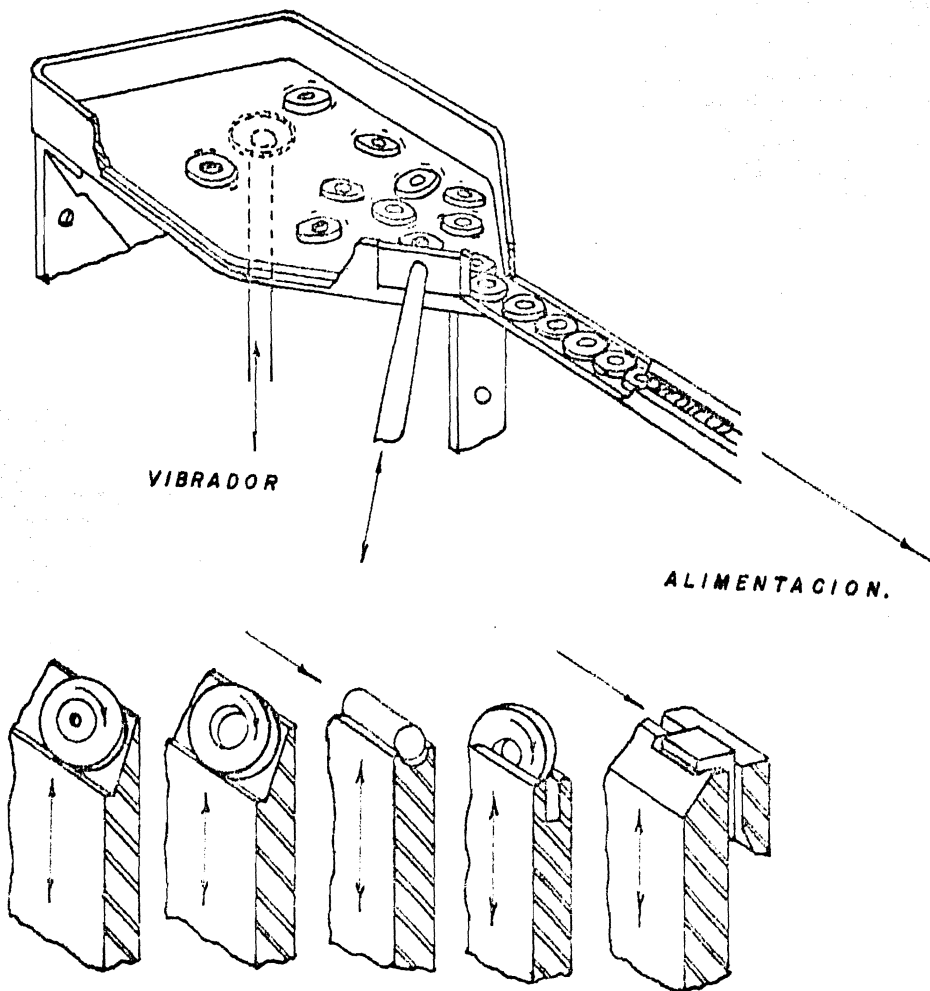


Figura 11.5.1.7. Hoppers o tolvas de alimentación de partes.

Alta producción.- Una de las características más importantes de las máquinas multifabricadoras, es su alta producción, dependiendo del grado de dificultad de la pieza que se va a fabricar.

Esto esta comprobado mediante comparaciones que se han realizado en la vida práctica en proceso de troquelado, los cuales son mucho más costosos.

Utilizando las máquinas multiformadoras, se amplia considerablemente el campo de aplicación, por las grandes ventajas mencionadas anteriormente, y por la fácil adaptación de equipos adicionales para poder terminar totalmente cualquier tipo de pieza.

Una vez que el ajustador y el operario estan familiarizados con las características de las máquinas multiformadoras de tipo radial, se nota en una forma muy clara un extraordinario aumento en la producción y una gran reducción en los costos.

A continuación presentamos los datos de placa que generalmente trae el equipo.

- Longitud del avance.
- Precisión del avance.
- Anchura del fleje.
- Potencia del corte.
- Espesor del material.
- Anchura del corte.
- Carrera de la prensa.
- Carrera del macho central.
- Potencia del motor.
- Equipo Eléctrico.
- Producción de la máquina.
- Dimensiones.
- Peso neto.
- Peso bruto.

Bajo costo en el herramental.- Dentro de las grandes ventajas que tienen las máquinas multiformadoras tipo radial destaca el bajo costo de la herramentación. Estas máquinas se caracterizan por la fabricación de piezas con un alto grado de dificultad, como las piezas que se muestran. Ver figura 11.3.1.8.

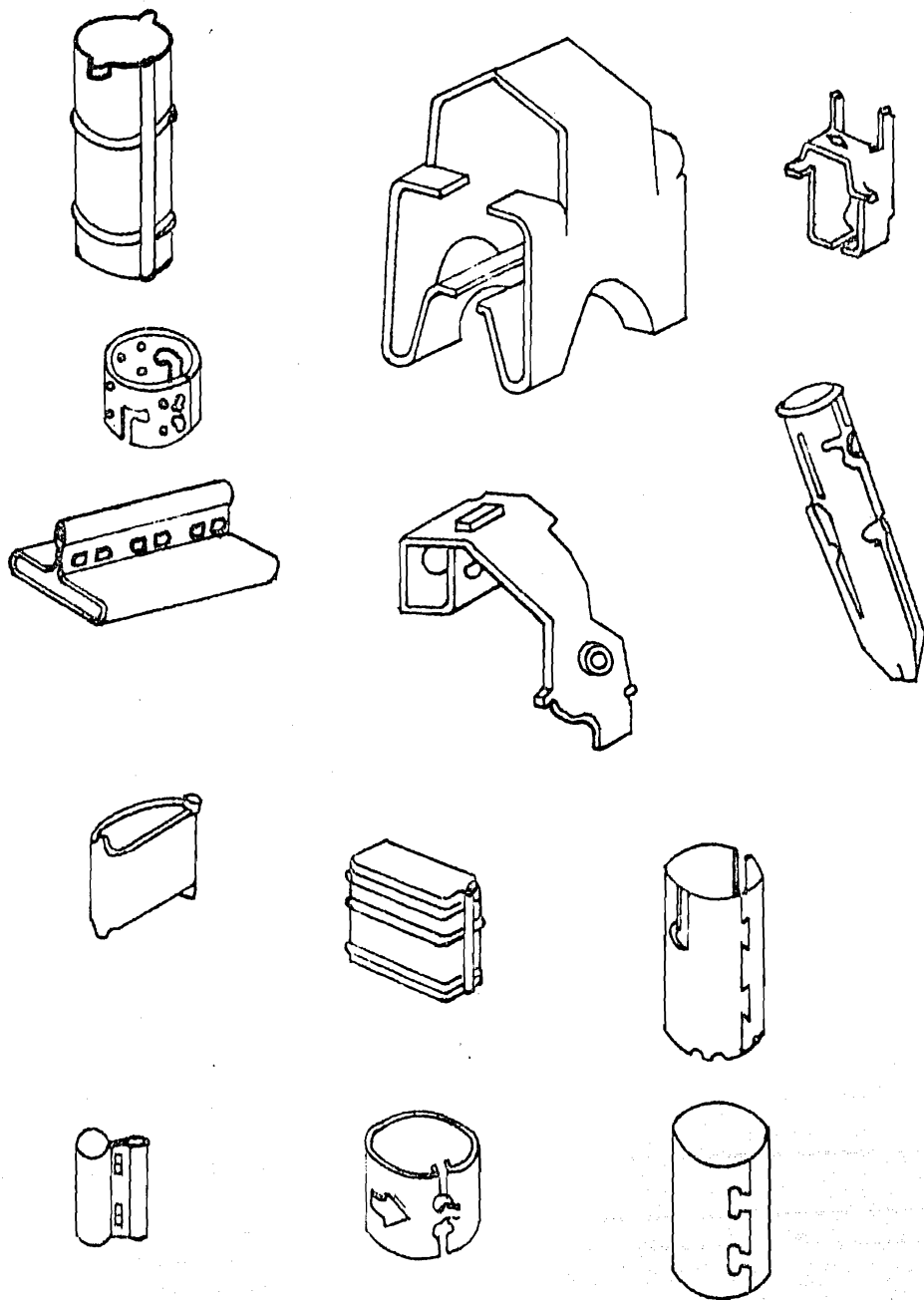


Figura 11.3.1.8. Piezas tipo fabricadas en máquinas multiформadoras tipo radial.

Estas piezas al tratar de fabricarlas por sistemas de troquelado, se elevarían considerablemente los costos ya que se tendrían que fabricar varios troqueles que traerían como resultado una gran inversión. Dentro de las ventajas que ofrecen las máquinas multiformadoras tipo radial mencionaremos lo siguiente:

- Ahorro considerable en la utilización de la materia prima.
- Gran facilidad para el montaje y el desmontaje de la herramienta que se va a utilizar.
- Mantenimiento económico.
- Poco espacio ocupado.
- Adaptación de equipos adicionales antes mencionados, como por ejemplo: soldado, templado, etc.

11.3.2. Aplicaciones.

Aplicación de las máquinas multiformadoras tipo radial.

Las aplicaciones de las máquinas multiformadoras son principalmente para la industria de artículos eléctricos y metálicos. En función del grado de dificultad que tienen las piezas para su fabricación se selecciona el equipo adicional adecuado.

Realizando una comparación de proceso, utilizando troqueles notaríamos una gran diferencia con respecto al costo en todos los aspectos, esto se analizará con más detalle posteriormente.

CAPITULO III.

ELEMENTOS QUE INTEGRAN UNA MAQUINA.

III.1 Mecanismo de alimentación.

Este mecanismo, es una de las partes de mayor importancia en la máquina multiformadora, ya que debe alimentar el material ya sea alambre o lámina dentro de los dados en exactas y predeterminadas longitudes, ya que si esto no se logra se verían afectadas operaciones posteriores en la máquina.

Las partes principales de este mecanismo son el sistema de sujeción y el sistema de transporte, a continuación se ilustra esta unidad en la Figura III.1.1.

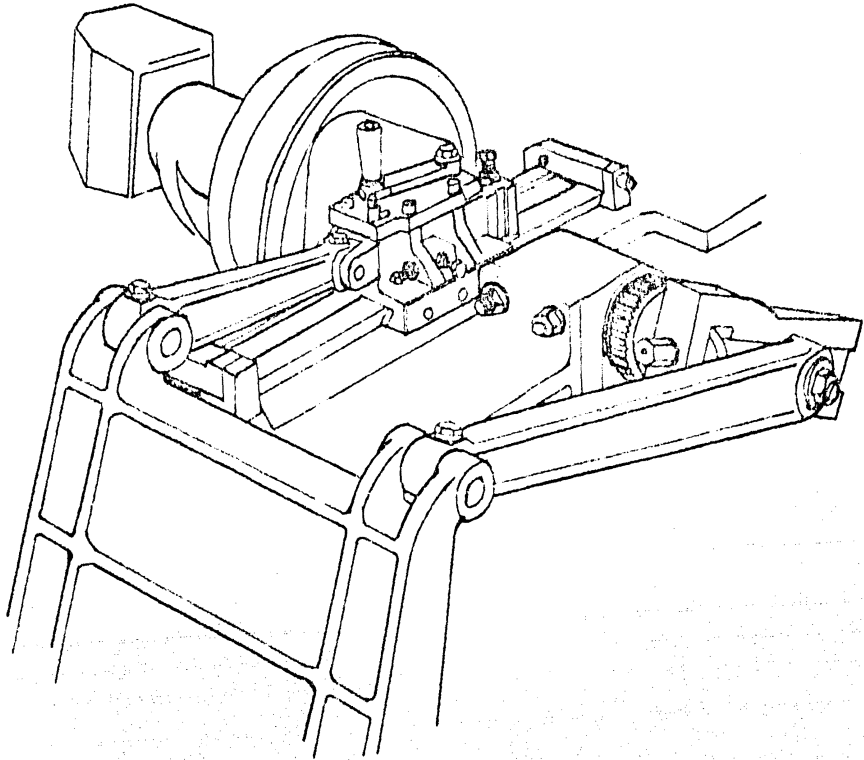


Figura III.1.1 Mecanismo de alimentación.

Un soporte fijo sobre la estructura de la máquina con una corredera en su parte superior y sobre la cual desliza el carro de alimentación conteniendo este el sistema de sujeción del material, el movimiento de este carro es reciprocante y recibe el movimiento por medio de un sistema de palancas eslabonadas a las cuales se les transmite movimiento de la manera siguiente.

Sobre la flecha del lado izquierdo de la máquina, va acunada una manivela que a su vez contiene el eje de una palanca que es la que transmite el movimiento al sistema, el eje de esta palanca esta descentrado con respecto al eje de la flecha motriz, consiguiendo con este un movimiento reciprocante sobre la palanca, el cual es transmitido al carro de alimentación. El descentrado del eje de la palanca es ajustable, logrando en relación directa con este una variación de la carrera en el movimiento reciprocante del carro de alimentación, es decir, al efectuar un ajuste en el descentramiento de estos ejes tendremos un ajuste de la carrera, el mecanismo de ajuste se ilustra en la Figura III.1.2.

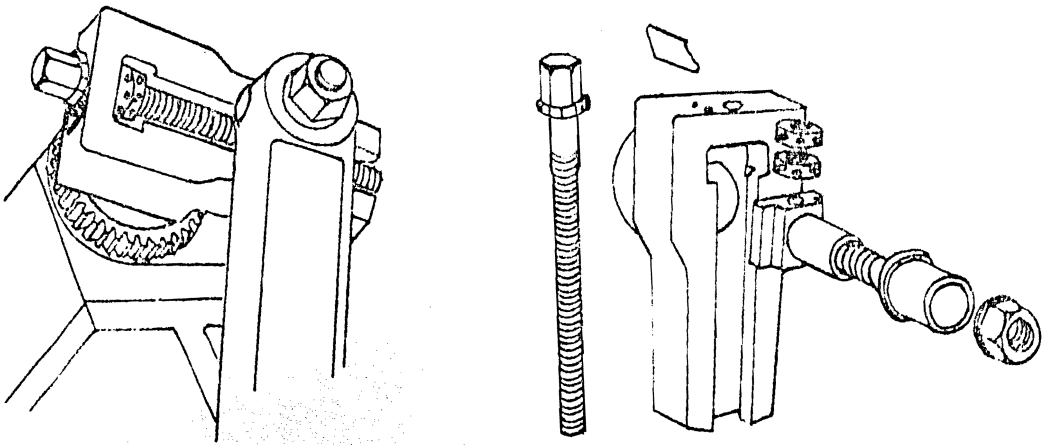


Figura III.1.2 Mecanismo de ajuste.

Como se puede apreciar en la figura III.1.2, al hacer girar en algún sentido el tornillo de ajuste, se podrá incrementar o disminuir el descentramiento del eje de la palanca. Este tornillo es generalmente de paso fino, con lo que se po-

drá lograr un ajuste preciso y con facilidad, una vez que se ha determinado este ajuste, se fijará la posición del tornillo por medio de una tuerca y una contratuerca para evitar posibles variaciones del ajuste cuando la máquina este en operación; por otra parte, como se puede apreciar en la figura, la cabeza del eje de la palanca tiene forma de "T", la cual se aloja en una corredera de la misma forma sobre la manivela para poder deslizarse y evitar el giro de este eje.

En la parte superior de la manivela y siguiendo el perímetro de la cabeza del tornillo de ajuste, esta colocada una placa graduada con el fin de tener una referencia de en qué relación varía la carrera del carro de alimentación cuando se gira el tornillo de ajuste.

El mecanismo de transmisión del movimiento se ilustra en la Figura III.1.3.

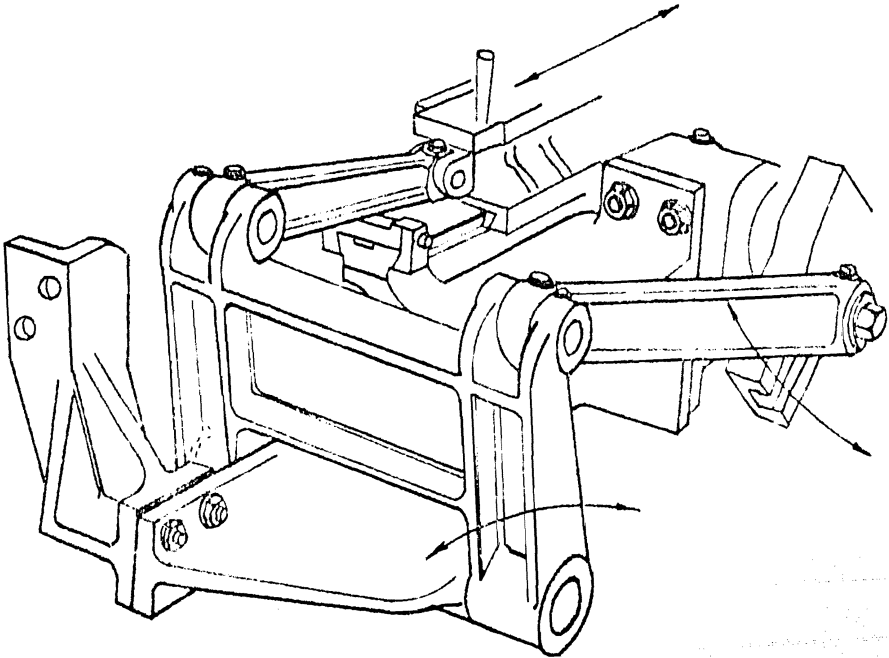


Figura III.1.3 Mecanismo de transmisión.

En este caso se ve que el eslabón de conexión transmite movimiento al carro de alimentación sobre el cual está integrado el sistema de sujeción del material.

Este sistema de sujeción consta de varias partes principales, un brazo sujetador el cual está pivoteando y lleva integrada una cuchilla que es la que actúa directamente sobre el material y una flecha actuadora que es la que va acoplada al eslabón de conexión. El mecanismo actúa de la siguiente manera:

Cuando el eslabón de conexión avanza hacia adelante la flecha actuadora se mueve en su alojamiento en forma de -- guía, haciendo oscilar el brazo sujetador sobre su piloto hasta que la cuchilla presiona al material contra el dado y se -- acuña contra él, con esto se podrá garantizar una correcta -- alimentación ya que el carro no iniciará su movimiento hacia adelante mientras que la cuchilla no ha sujetado el material para el retorno del carro, la cuchilla libera al material y el brazo sujetador oscila hasta un tope y es cuando inicia el carro su viaje de retorno para iniciar un nuevo ciclo. Ver -- Figura III.1.4.

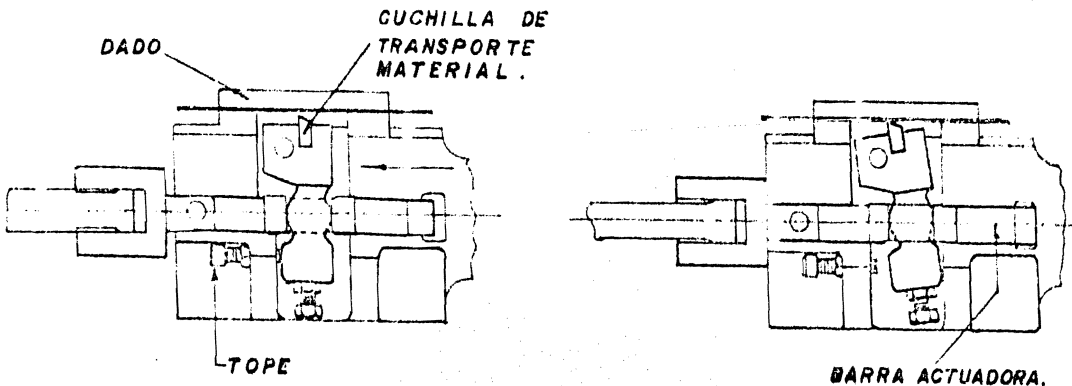


Figura III.1.4 Sistema de sujeción del material.

Con el fin de evitar variaciones, en la carrera del carro debidas a los posibles desajustes que existen entre bujes y ejes que articulan el mecanismo de palancas eslabonadas la máquina cuenta con dos topes ajustables que se fijan al -- inicio y al final de la carrera, una vez que se ha ajustado -- la carrera necesaria, aunque estos deben ser colocados cuida-

dosamente para evitar que el carro de alimentación este golpeando demasiado fuerte ya que produciría un desgaste excesivo en bujes y ejes de las articulaciones.

Sujetador estacionario.

Este mecanismo se encuentra colocado, entre la unidad alimentadora y la unidad de prensado y su función es la de sujetar al material que ha sido alimentado durante el tiempo necesario para que el carro de alimentación regrese y prevenir que pueda ser arrastrado por este, o por la tensión a la que está sometido el material por los rodillos enderezadores. Este mecanismo se ilustra en la Figura III.1.5.

BARRA ACTUADORA

LEVA AJUSTABLE.

DADOS SUJETADORES.

VISTA MOSTRANDO LEVA EN OPERACION.

DESPIECE DEL SISTEMA.

Figura III.1.5 Sujetador estacionario.

El movimiento es transmitido por medio de una leva que actúa sobre un seguidor que es montado en un brazo pivoteado y conectado a una palanca que lleva el movimiento recíprocante hasta el lugar donde pasa el material que está siendo alimentado, y acciona un dado móvil sobre un dado estacionario sujetando al material; la leva es de construcción bipartida con la finalidad de poder ajustar el tiempo de la leva con precisión y sujetar al material únicamente en lo que el carro de alimentación inicia su ciclo.

111.2 Estación de troquelado.

Esta unidad es una de las más importantes en la máquina multiformadora y consta esencialmente de una prensa horizontal tal como se ilustra en la Figura 111.2.1

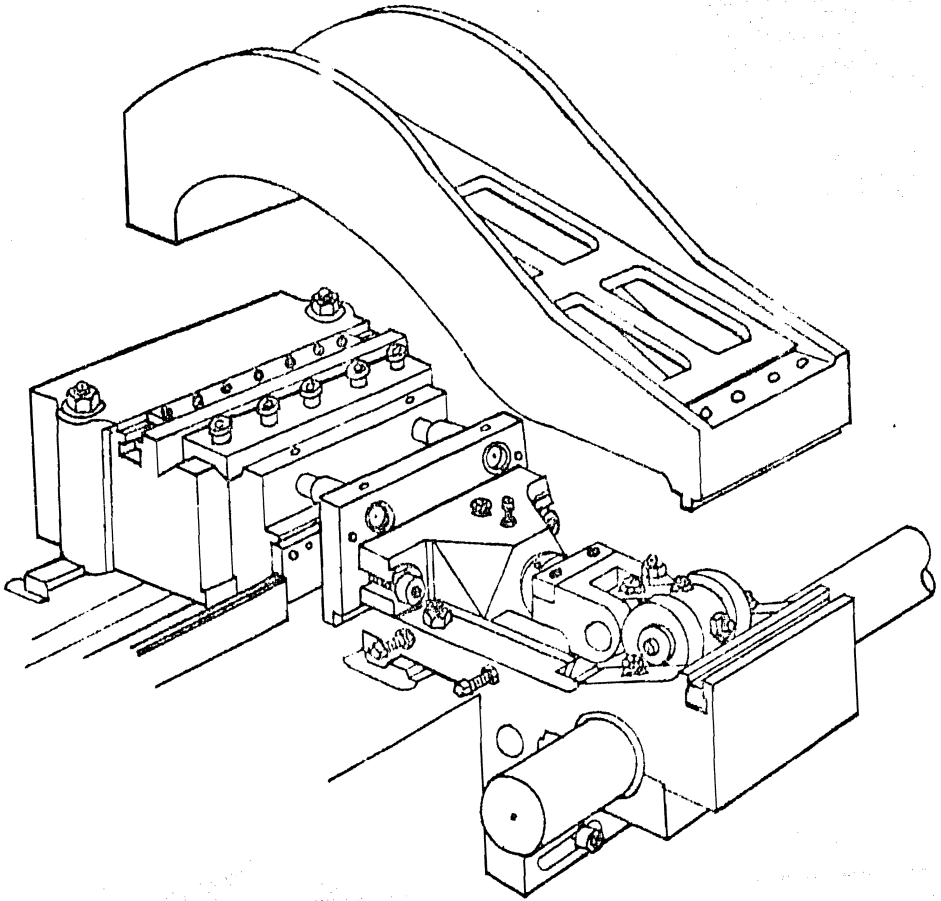


Figura 111.2.1 Estación de troquelado.

En la figura se aprecia una sola unidad aunque en máquinas largas se puede acondicionar otra unidad extra en forma similar a la ilustrada.

La forma de operación es la siguiente; la leva transmite movimiento a un conjunto móvil, que se desliza guiado sobre una corredera contra una placa fija, sobre la esquina el acoplamiento es a través de una espiga robusta, que tiene en un extremo forma esférica.

Para poder lograr un acoplamiento flexible y absorber las diferencias de posición del mecanismo, esta espiga es rosca para poder ajustar la carrera correcta del conjunto móvil a la posición deseada, lo cual es muy importante en operaciones como el embutido, por ejemplo; los porta-herramientas se forman de dos partes como en una prensa normal y pueden ser simples o complicados de acuerdo a la parte a fabricar.

El porta-herramientas consta de una placa donde van montadas las matrices, ya sea de corte, de embutido, etc., la cual tiene empotradas dos espigas de acero en las cuales se guiará la placa porta-punzones, que está provista de collarines (tiras), con las cuales, esta placa ensambla en una sola posición con la placa porta-matrices. Ver figura III.2.2

PLACA PORTA MATRICES.

PLACA PORTA PUNZONES

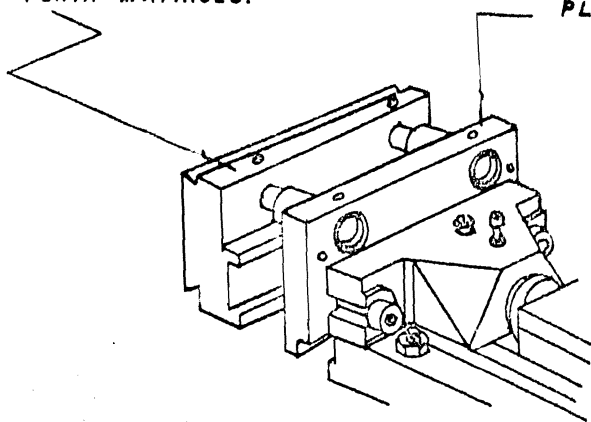


Figura III.2.2

La placa portapunzones se sujeta al conjunto móvil - generalmente con tornillos, a su vez todo este conjunto podrá tener ajuste en el sentido del eje de alimentación del material, ya que la leva transmisora de movimiento está sujeta sobre la flecha de la parte frontal de la máquina. Ver figura III.2.3

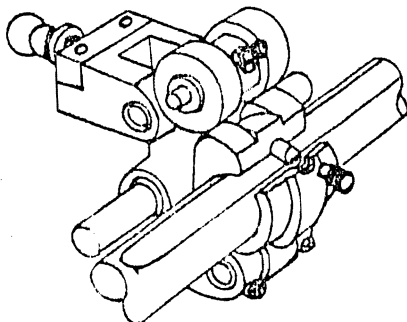
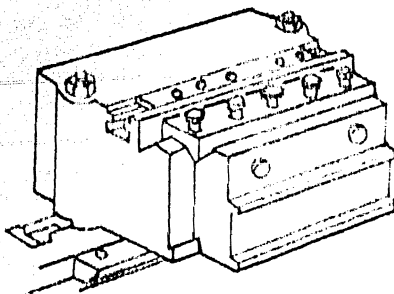


Figura III.2.3 Leva transmisora de movimiento.

Este mismo ajuste es posible en la placa portamatrices, la cual está sujeta a la placa fija, por medio de tornillos en "T", los cuales pueden deslizar sobre las correderas. Ver figura III.2.4



SISTEMA DE SUJECION DE PLACA PORTA MATRICES.

Figura III.2.4.

Punzones y porta-matrices simples.

Las características de las matrices son muy similares al usual en las prensas normales.

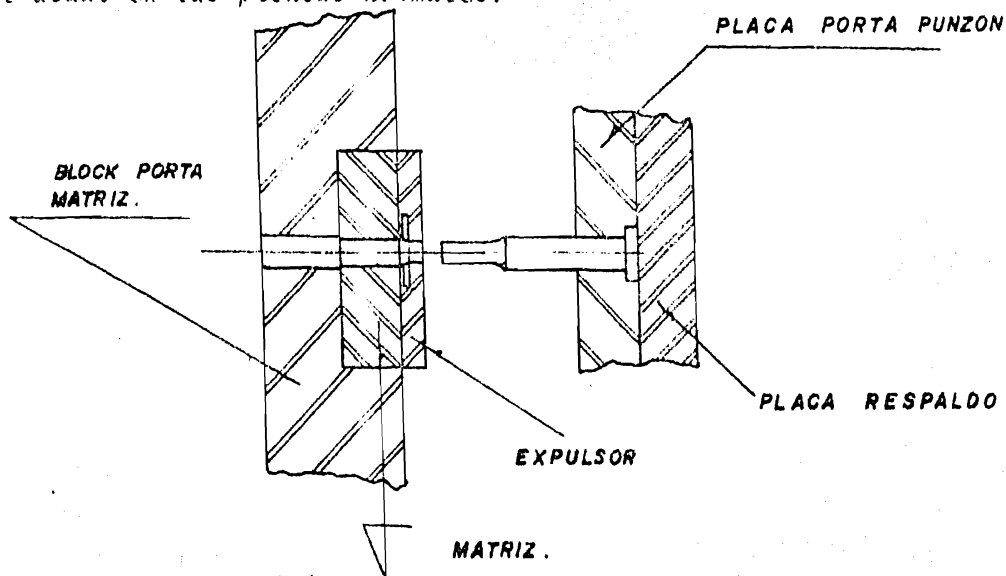


Figura 111.2.5

En la figura 111.2.5, se puede apreciar el punzón -- avanzando fijo sobre la placa de porta-punzones para efectuar un corte sobre el material, el cual es forzado por el punzón a pasar a través de la matriz.

Uso de pilotos en la estación de troquelado.

En lo que se refiere a la localización del material para ir efectuando un troquelado progresivo, depende en primer lugar de una correcta alimentación del material. El uso de los pilotos, no solo son correctores de la alimentación si no inclusive de la posición, ya que impiden el movimiento del material en varias direcciones.

Los pilotos se usan aprovechando las cavidades o barrenos que ya se han punzonado. En la Figura 111.2.6, se puede apreciar esta condición.

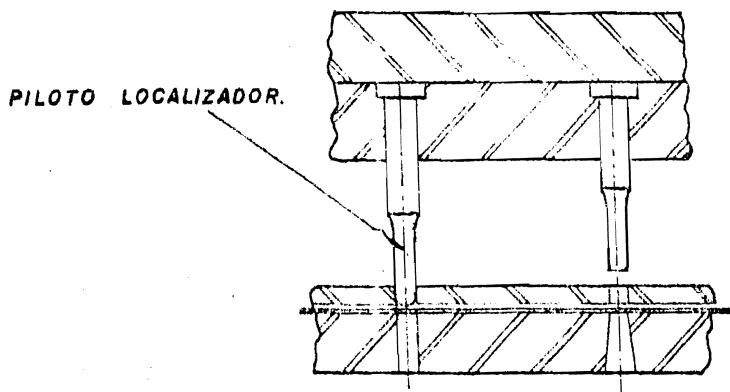


Figura III.2.6.

Operación de cortado y doblado.

Los punzones pueden ser diseñados para efectuar cortes y simultáneamente conformar el doblado del material a una geometría final de la parte que se procese.

La figura III.2.7, ilustra un caso simple donde se dobla una lengüeta hacia adentro y se cizalla.

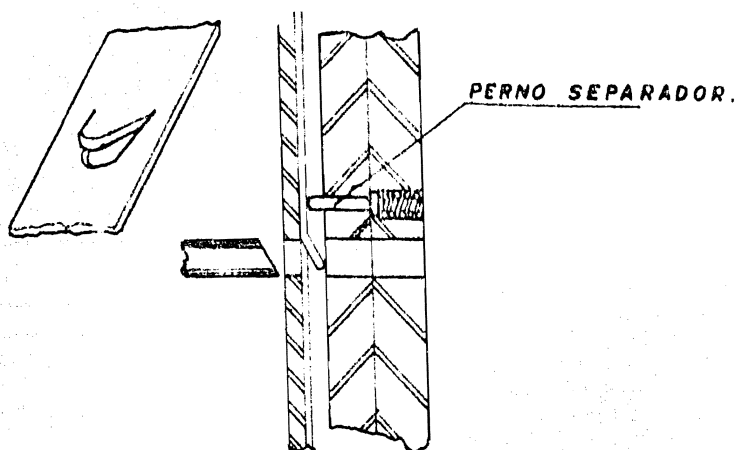


Figura III.2.7.

El movimiento del punzón que tiene ya la geometría - requerida corta primero el material, y como sigue adelante lo dobla. En forma similar se pueden lograr; uñas, dientes, etc.

En todos estos casos se deberá considerar botadores para regresar el material, y permitir la alimentación correcta de éste.

Barrenos abocardados.

En algunas partes es necesario efectuar barrenos abocardados. Esta operación también se realiza en esta estación y se puede hacer de la siguiente manera; troquelando en una estación el barreno, y en otra posterior con un punzón de forma se realiza el abocardamiento aunque en esta forma se corre el riesgo de deformación del barreno troquelado con anterioridad. Ver figura III.2.8.

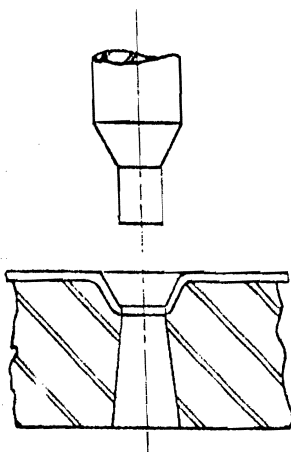


Figura III.2.8

Otra forma de realizarlo es troquelando y abocardando en la misma estación, colocando una placa sujetadora que detenga al material contra la superficie de matrices, y el punzón al avanzar abocarda antes de cortar el barreno. Ver figura III.2.9.

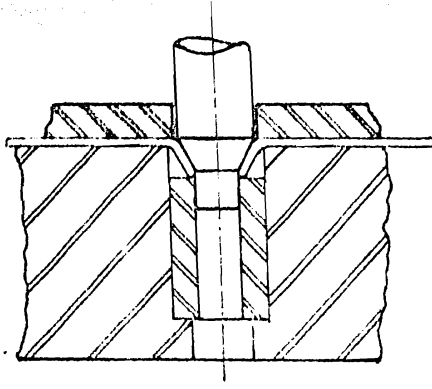


Figura III.2.9

Extrusión.

Este proceso también es posible realizarlo en esta estación, cuando es necesario, y consiste en hacer proyecciones de diferente forma desde la superficie del metal hacia afuera, las cuales servirán generalmente como pivotes de localización. También por este proceso se pueden formar bordes.

La extrusión se debe a que la acción del punzón sobre el material lo obliga a fluir plásticamente sobre las cavidades que tiene la matriz. Ver figura III.2.10.

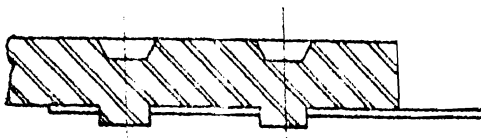


Figura III.2.10

Aunque sabe acotar, que está limitada toda la cantidad de material que puede fluir, por el espesor y tipo de material que se está procesando. Usualmente se puede extruir una protuberancia igual a la mitad del espesor del material. Ver figura III.2.11.

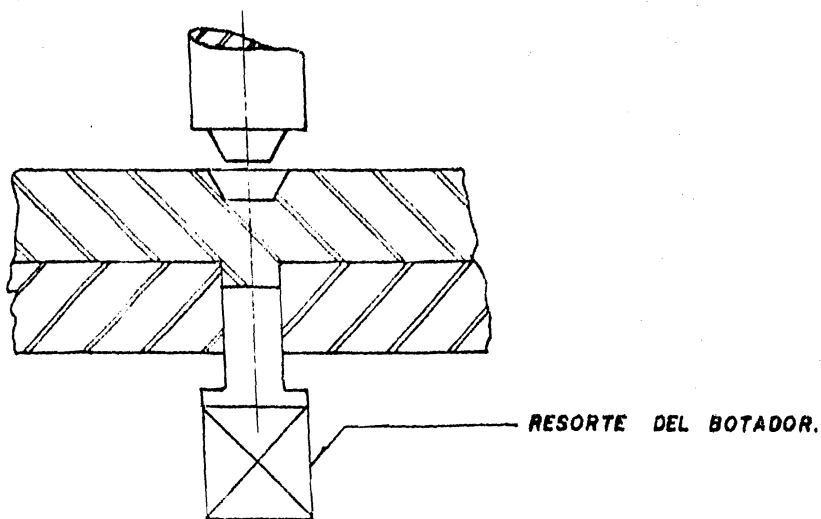


Figura III.2.11

En esta unidad es posible también realizar embutidos, rebordes, impresiones de leyendas, etc.. Es decir, todas las operaciones que sean posibles en una prensa troqueladora vertical. Ver figura III.2.12.

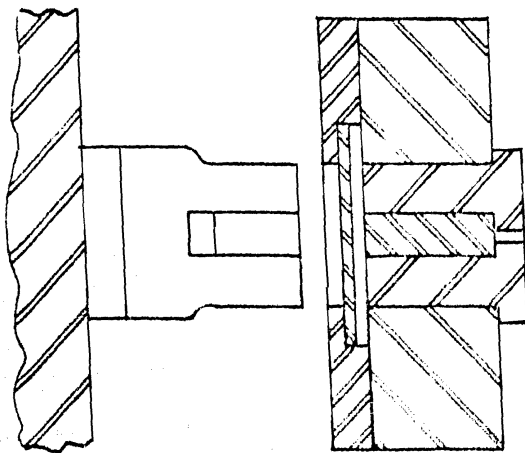
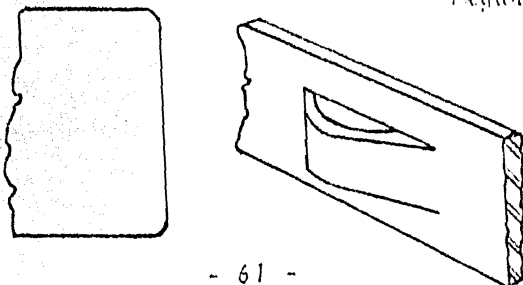
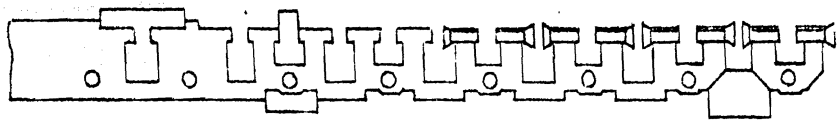
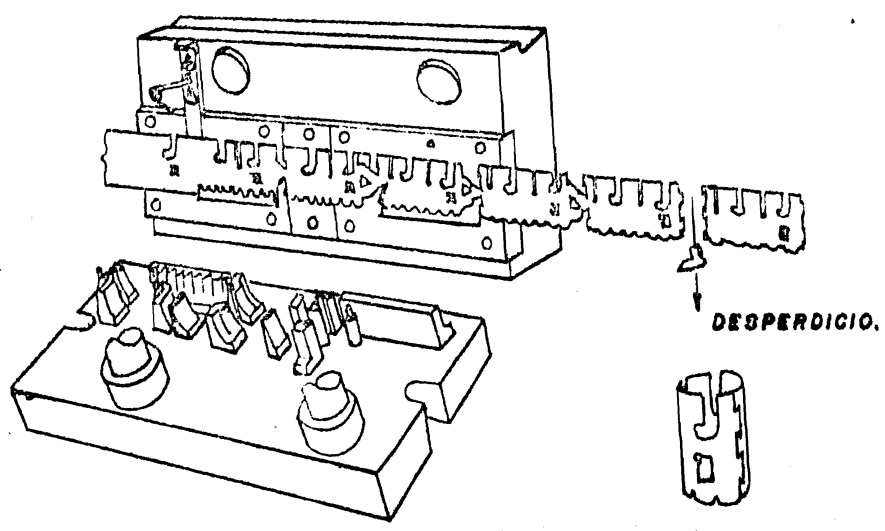


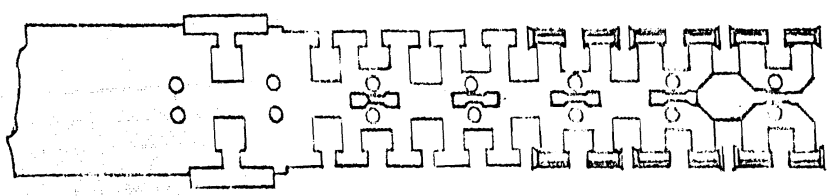
Figura III.2.12.



En la figura III.2.13, se muestran algunos ejemplos de partes donde se puede apreciar lo antes mencionado.



DESARROLLO DE LA TIRA DE LAMINA.



ARREGLO DE HERRAMENTAL DE SECCION DE TROQUELADO.

Figura III.2.13

111.3 Estación de corte.

Esta unidad de la máquina, la cual va integrada generalmente entre la estación de troquelado y la estación de formado, es la que se encarga de cortar el material antes de pasar a la estación de formado.

La unidad cortadora consiste esencialmente de una guala fija en un alojamiento, y a la cual se le transmite un movimiento relativamente corto y fuerte, por medio de una leva que va montada sobre la flecha frontal de la máquina, esta leva acciona seguidores durante su ciclo los cuales están montados sobre una placa que está pivoteada, logrando movimiento motriz en dos sentidos, lo mencionado anteriormente se ilustra en la figura 111.3.1

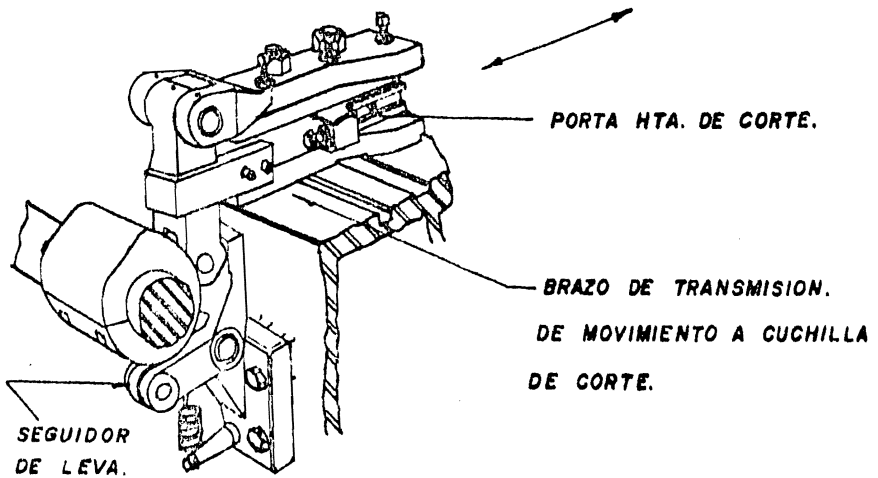


Figura 111.3.1 Estación de corte.

La leva en general es de poco avance ya que únicamente requiere transmitir movimiento para recorrer una distancia ligeramente mayor al espesor del material, para cortar y regresar a una posición que permita una correcta alimentación del material.

Esta unidad requiere de ajuste sobre el eje longitudinal de la flecha frontal, con la finalidad de poder cortar longitudes determinadas en función del producto que se manufacture. Esto es posible hacerlo, ya que la corredera se fija a la mesa de la máquina, sobre ranuras, con tornillos con cabe-

en forma de "T", así mismo la leva de transmisión es bipartida y unida con opresores sobre la flecha, con lo cual también puede tener ajuste en el mismo sentido.

La manera más sencilla de efectuar el corte es adaptando un juego de dados de la manera siguiente: un dado se fija en una cavidad por la cual pasa el material, y el otro lado, va montado sobre la corredera, con el fin de que cuando esta tenga movimiento hacia adelante, se efectúe el corte.

Este juego de dados consiste en dos piezas de metal colocados en ángulo recto entre ellos, uno actuando como cizalla y otro actuando como cuchilla fija, el cual tiene adaptado un separador que sirve para alinear el material y evitar deformaciones en el mismo, al momento que se efectúe el corte.

El afilado de estos dados se puede diseñar para cortes rectos, inclinados o con alguna geometría requerida. Ver Figura III.3.2



CORTE TIPO 1.



CORTE TIPO 2.



CORTE TIPO 3.

Figura III.3.2 Diferentes tipos de corte de material para ensambles de anillos.

Por otro lado hay ocasiones en que el material a cortar requiere de alguna geometría específica en sus puntas, por ejemplo, una forma circular; esto también se puede lograr con juego de punzón y dado como se ilustra en la figura III.3.3.

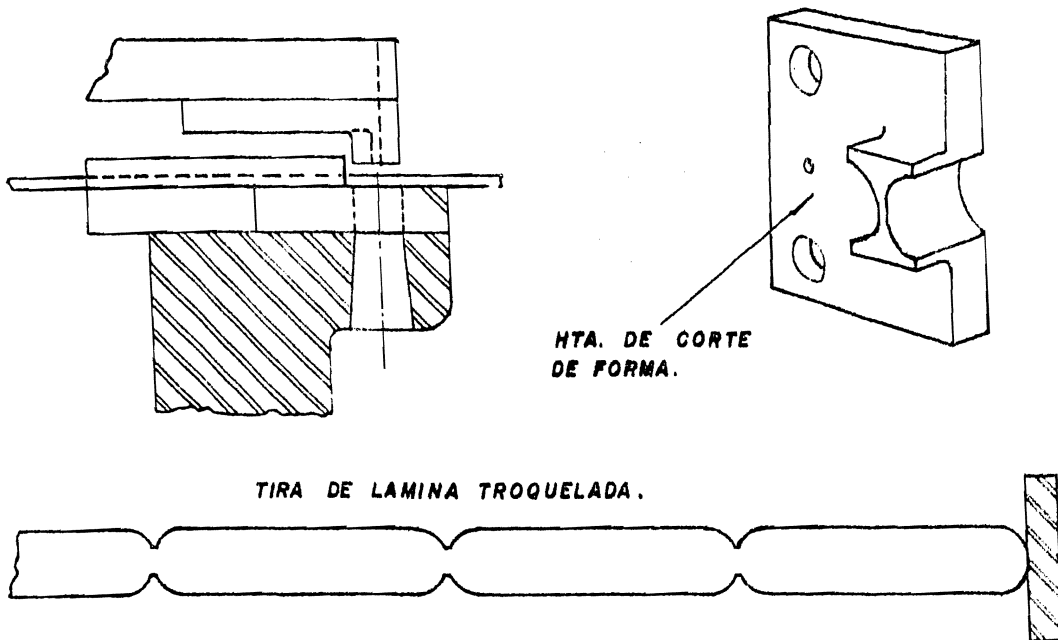


Figura III.3.3

En este caso, el punzón ya montado sobre la placa en la cual se guía el material a través de la cara del dado, fijo y el separador se montan sobre la guía accionada en la unidad de corte y en la forma más horizontal hacia el punzón llevando el material laminado con él, cuando hace contacto con el punzón, se cortan las puntas con la geometría requerida.

Las puntas formadas e ilustradas en la figura III.3.3 pudieron ser cortadas casi perfectamente en la estación prensadora, sin embargo como se muestra en la parte inferior de la figura, se deja un corte recto para el corte final en la unidad cortadora, pero los dados de la prensa tenderán las esquinas muy agudas y se desgastarán muy rápidamente. Además habrá una ligera área plana sobre las puntas de la parte modelo, el cual en muchos casos por ejemplo, un contacto, no serán aceptables.

Con dados reversibles, las herramientas son extremadamente simples y robustas, rindiendo una larga vida antes de rectificarse. Cuando la máquina es instalada con una doble unidad cortadora, o como es llamada de "corte secundario", se usan modelos de longitud exacta, ya que el metal se corta en ambas puntas por medio de los dos juegos de dados, puestos cada uno en ambos lados de la guía formadora al tamaño requerido -- por la parte.

Cuando se quiera trabajar la máquina con alambre, se coloca una unidad de corte, la cual lleva un dado tubular en lugar de uno plano como el que se usa con el material laminado, ver Figura III.3.4., como se puede apreciar, el corte se efectúa pasando la cuchilla al frente del dado.

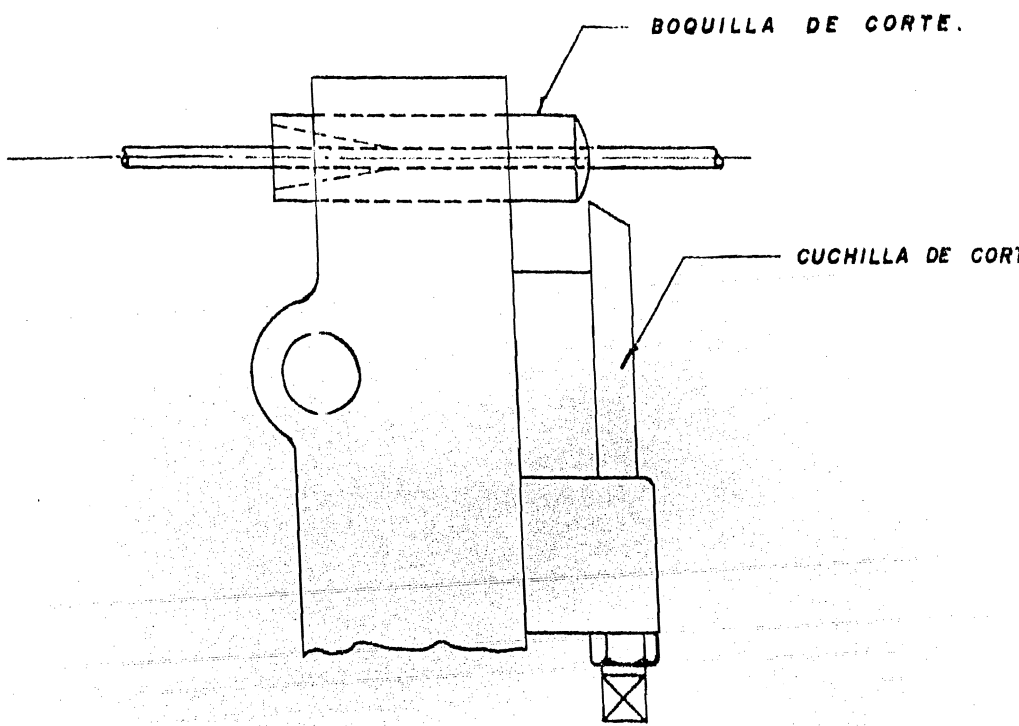


Figura III.3.4

Las diferencias mayores entre las unidades de corte laminar y de alambre, son de que la de corte laminar esta di-

señada para llevar una placa de punzonamiento plana y un dado, y en la unidad cortadora para alambre tiene usualmente un dado tubular intercambiable y una cuchilla. El dado tubular por el cual pasa el alambre, se perfora unas cuantas milésimas de pulgada más amplio que el diámetro del alambre, y cuando se acciona la cuchilla cortadora a través de la cara del dado, y en consecuencia, la punta del alambre es "prácticamente" cuadrada y libre de rebabas. Si la cuchilla de corte es simplemente una pieza plana de acero con una ligera inclinación en el filo, como se puede observar en la figura 111.3.5

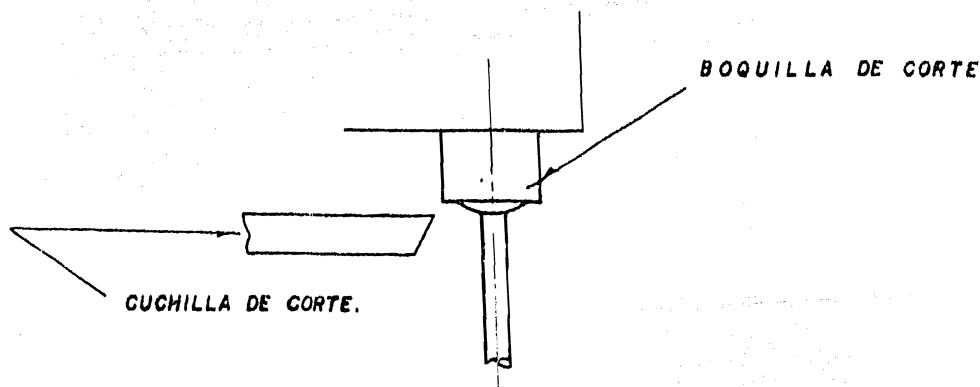
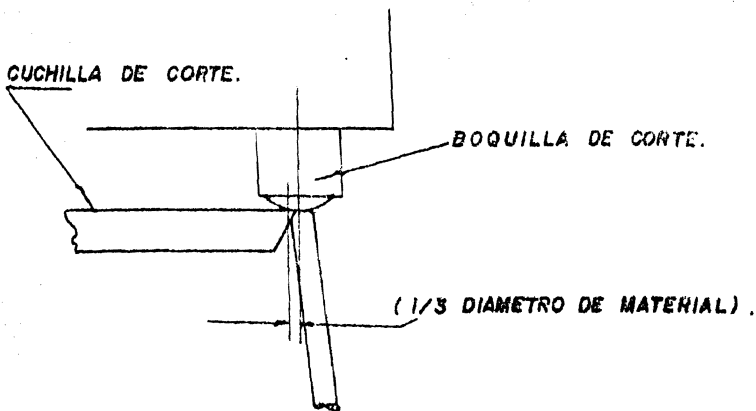


Figura 111.3.5.

Entonces la cuchilla hará presión en el alambre al ser cortado, esto sucede aproximadamente a $1/3$ de su diámetro antes de que la cuchilla traspase y corte el material, por lo que es de esperarse, que un tramo de alambre cortado en dado tubular y en una cortadora recta, como se ha descrito, tenga una punta cortada cuadrada y sin rebabas en la superficie, y la otra punta tendrá una cara plana de $2/3$ del diámetro del alambre y el otro tercio tendrá un ángulo que corresponda con la inclinación de la cuchilla. Ver figura 111.3.6.



Cabe mencionar que en algunos casos, reemplazando la cuchilla de corte con una cuchilla circular se puede obtener una herramienta universal y rápidamente ajustable. Ver figura III.3.7.

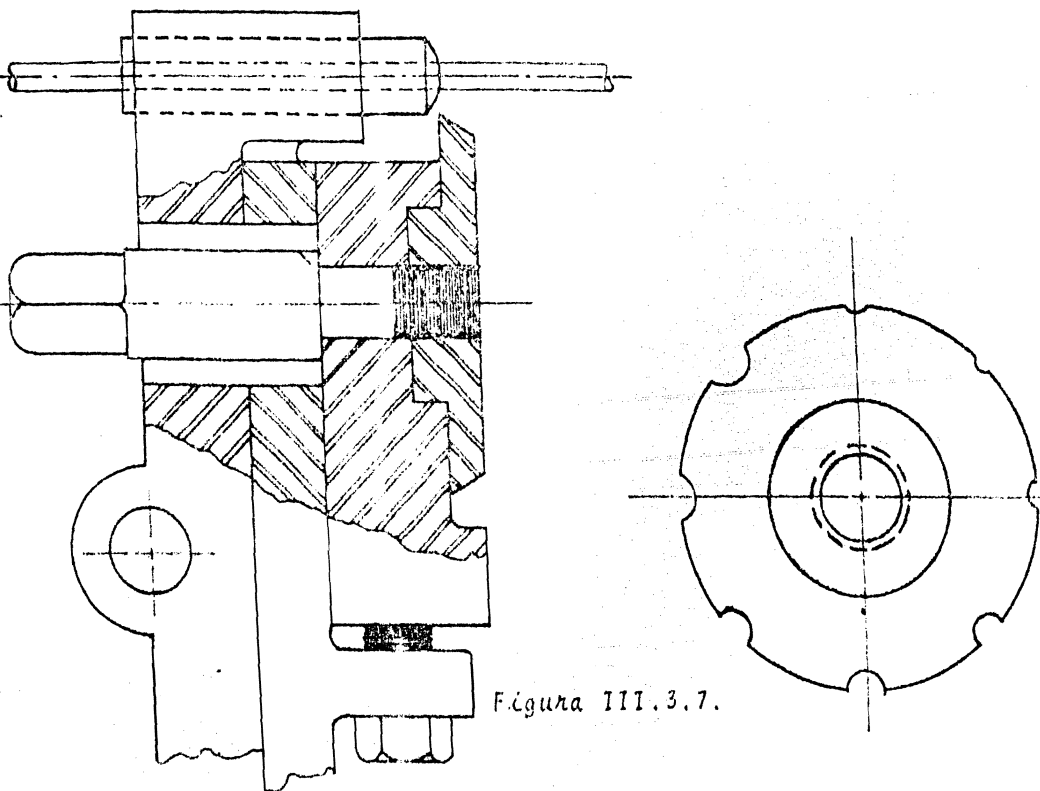


Figura III.3.7.

En algunos casos, cuando la longitud del material al cortar es pequeña y se encuentra muy cerca de la estación de formado, es necesario fijar la cuchilla de corte a la herramienta de formado frontal. Ver figura III.3.8.

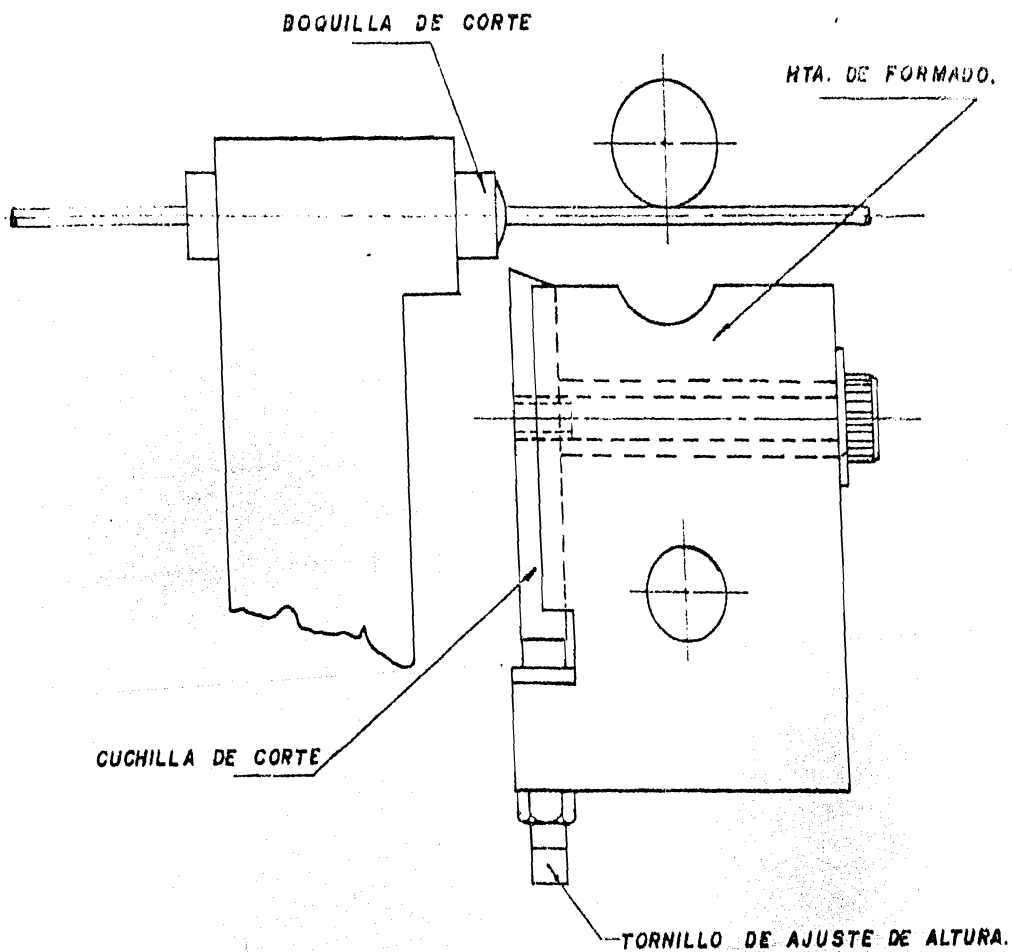


Figura III.3.8

III.4 Estación de formado.

En esta estación es donde se desarrolla la operación más importante de estas máquinas, ya que se efectúa el formado final de la parte que se está manufacturando en la máquina.

El formado se efectúa por medio de cuatro herramientas que se encuentran montadas sobre carros que deslizan y convergen en un sólo punto aunque no al mismo tiempo, sino desfilados uno de otro el tiempo necesario para que cada herramienta efectúe su parte en la operación de formado.

Cada uno de los carros de formado deslizan su propia corredera, las cuales están maquinadas todas en forma de cola de milano sobre la placa superior de la máquina, y reciben movimiento positivo en ambas direcciones por medio de levas, que están montadas sobre las cuatro flechas de la máquina.

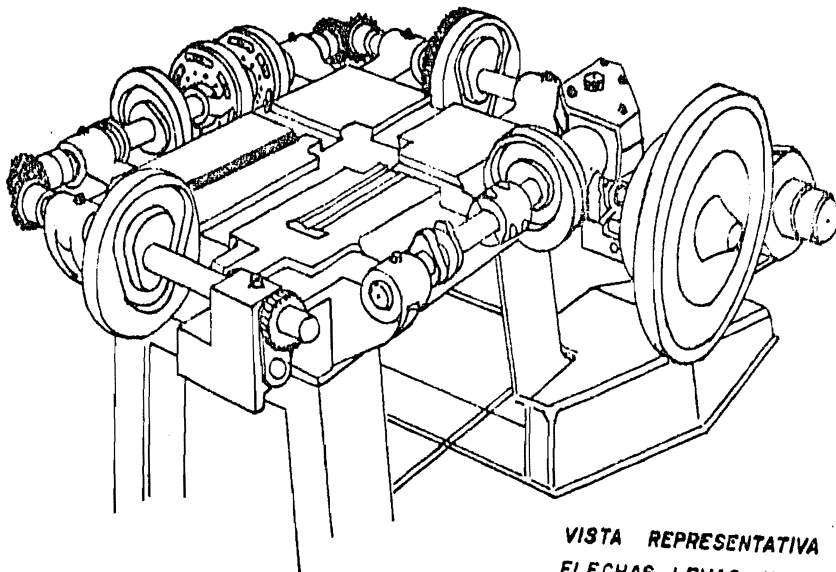
Los cuatro carros de formado son similares en su construcción y modo de operar, aunque existen algunas diferencias entre ellos, ya que el que opera en la parte lateral izquierda deberá pasar por abajo de las estaciones de prensado y corte y por lo tanto su longitud es mayor con respecto a los otros tres.

En la figura III.4.1, se podrá apreciar el arreglo de flechas y levas, así como las correderas de los carros porta-herramientas.

A continuación describiremos uno de los carros porta-herramientas y su modo de operación y ajuste, que como ya mencionamos, es similar en los cuatro carros de la máquina. El carro de formado tiene la forma de cola de milano, con lo cual su geometría corresponde a la corredera donde se aloja y desliza, contiene una laminilla cónica con lo cual se podrá ajustar el carro cuando ocurra el desgaste.

En las figuras III.4.2 y III.4.3, se podrá apreciar los dos tipos de carro de formado que utiliza la máquina.

El carro tiene maquinada una ranura en su parte superior donde se aloja un porta-herramienta para ajuste longitudinal con respecto al eje de deslizamiento del carro, el cual se sujeta rápidamente una vez localizada su posición. A su vez este porta-herramienta de ajuste tiene maquinada una ranura, está en sentido transversal para otro porta-herramienta de ajuste en este sentido, el cual se fija perfectamente una vez localizada su posición; sobre este porta-herramienta va sujeta y localizada la herramienta de formado, que será la que traba-



VISTA REPRESENTATIVA MOSTRANDO
FLECHAS LEVAS Y CORREDERAS
DE CARROS PORTA HERRAMIENTAS.

Figura III.4.1 Estación de formado.

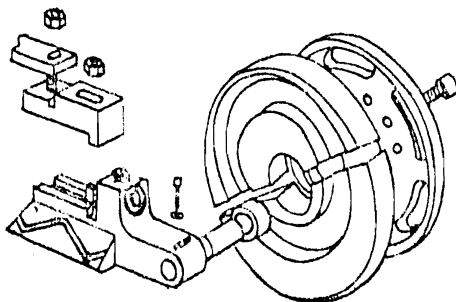


Figura III.4.2 Carro de formado.

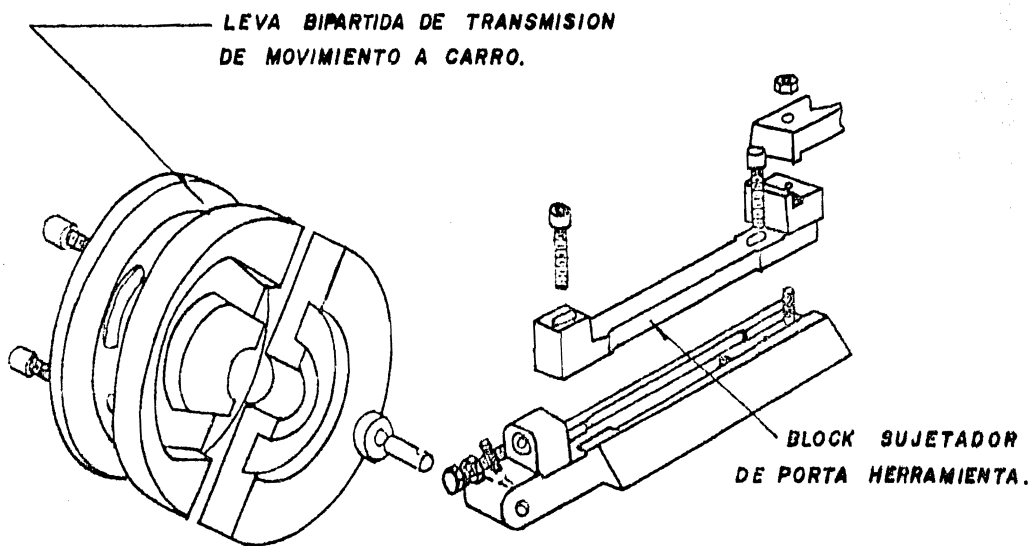


Figura 111.4.3 Carro de formado.

je directamente sobre la parte que se este manufacturando.

Por otra parte en el lado opuesto a esta herramienta el carro de formado tiene una extensión en la cual se aloja un perno con su eje en forma horizontal y perpendicular al eje de deslizamiento del carro, sobre el cual va montado un rodillo que hace las veces de seguidor y que acopla a una leva de doble riel, la cual está montada en el eje correspondiente de la máquina y en la que transmite el movimiento al carro de formado; estas levas están fabricadas en dos mitades y atornilladas a un disco de leva fijo, que es el que va acunado a la flecha de la máquina. Con este arreglo en la leva, será relativamente fácil ajustar el tiempo en la leva así como el mantenimiento al sistema cuando este se requiera.

Como ya hemos mencionado los cuatro carros de formado convergen en un punto para efectuar la operación de formado; la figura 111.4.4, ilustra la construcción y arreglo general, de la unidad utilizado para sostener la herramienta central rigidamente a fin de que las herramientas de formado operen alrededor de la misma.

El porta-herramienta central se coloca y se asegura en un poste maestro, que consiste generalmente de una sección rectangular o cuadrada de una barra de acero.

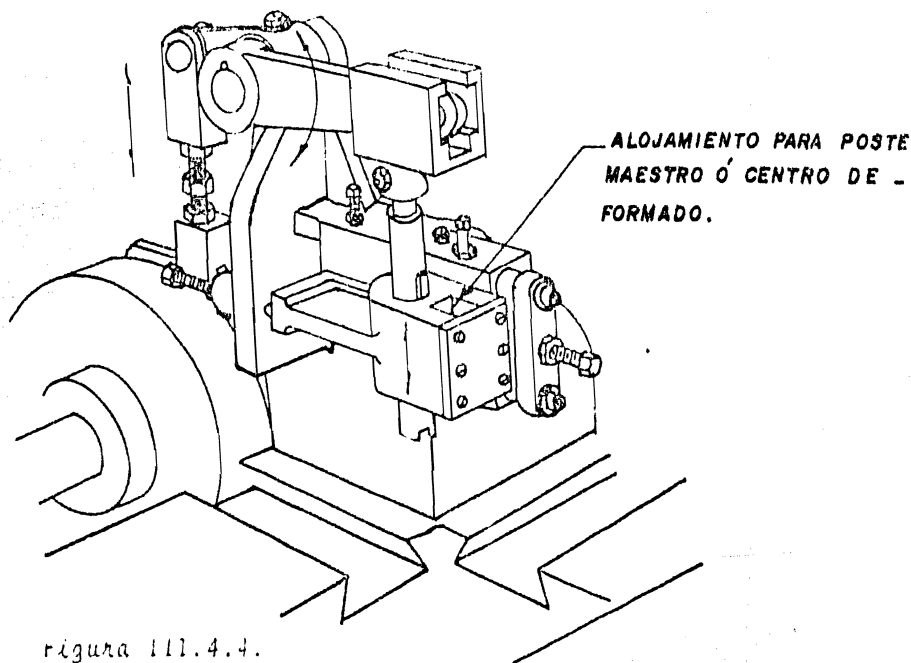


figura 111.4.4.

Este poste maestro se coloca en una ranura de forma ya sea rectangular o cuadrada y se sujeta en posición por medio de una palanca de acero y tornillos.

Este arreglo mantiene el poste maestro en una posición rígida y permite un fácil ajuste para la altura a la que trabajará; la forma de sujeción sobre la ranura garantiza el alineamiento del porta-herramienta central con respecto a las herramientas de formado.

III.5 Estación de transferencia y expulsión.

El sistema de transferencia de una máquina multiformadora es utilizable cuando en la estación de formado descrita anteriormente, y después de haber actuado las herramientas de formado, no se ha efectuado el formado completo de la pieza que se está procesando, es decir; se requiere de una 2a. operación como podría ser otra estación de formado, o alguna otra operación diferente como podría ser el rescado de algún barrido, o el soldado de la pieza, etc.

Ante esta necesidad, la máquina tiene un mecanismo que le permite transferir la pieza a otra posición o posiciones antes de efectuar la expulsión de la parte ya terminada.

Por lo antes expuesto, se podría acondicionar la máquina para formar partes que requieran de 1, 2 o más niveles de formado. Para ejemplificar lo anterior, mostraremos la secuencia de formado de una parte que requiere de dos niveles de formado. Ver figuras III.5.1a. y III.5.1b.

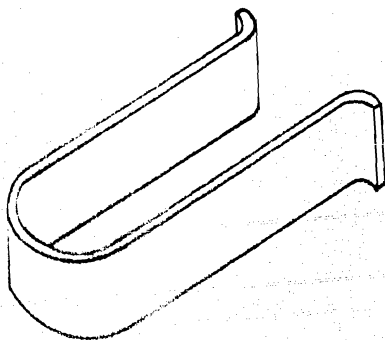


Figura III.5.1a.

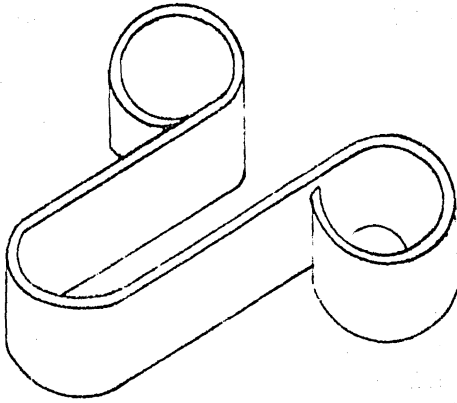


Figura III.5.1b.

En las figuras III.5.1a y III.5.1b, se ilustra la secuencia de formado de una parte de lámina, que para quedar completamente terminada requiere de dos niveles de formado.

La operación del formado se inicia en el primer nivel de la manera siguiente:

Actúa sobre la tira de lámina la herramienta frontal conformándola en forma de U contra el mandril central y permaneciendo la herramienta sujetando mientras accionan las herramientas laterales izquierda y derecha sobre la tira de lámina, iniciando el formado de los ojos. Ver figura III.5.2.

Cuando las herramientas del primer nivel se retiran la primera parte queda sujeta por medio de un dado de retención actuando generalmente por medio de un resorte y que pasa a través de la herramienta frontal y el cual tiene la presión necesaria para garantizar la posición de la pieza y al mismo tiempo permitir que la pieza pueda ser transferida al segundo nivel de formado.

Esta transferencia se realiza haciendo deslizar la pieza sobre el mandril central por medio de un dado empujador que acciona de arriba hacia abajo dejando a la pieza lista para la acción de las herramientas del segundo nivel. Ver figura III.5.3.

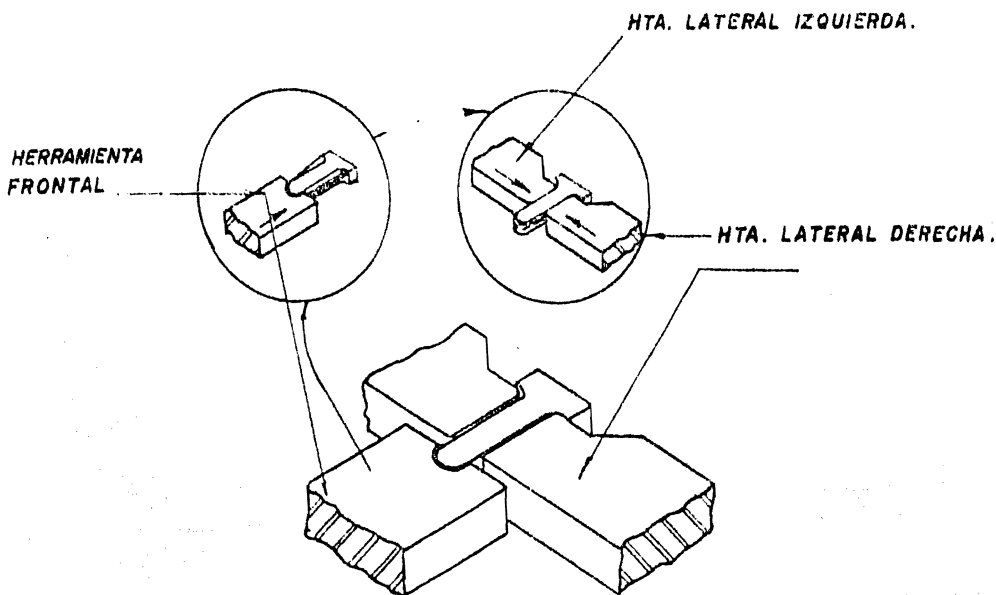


Figura III.5.2.

En el segundo nivel, la primera herramienta que actúa es la frontal, aunque en esta acción, su función no es doblar el material, sino sujetar la pieza para permitir la acción de la herramienta posterior que será la que efectúe el rolado de los dos extremos del material. Ver figura III.5.3.

Es conveniente mencionar que el formado (rolado) final de los ojos en los extremos de la pieza, que efectúa la herramienta posterior, se realiza sin tener un mandril interior, operación que no siempre es recomendable, ya que tiene limitacio-

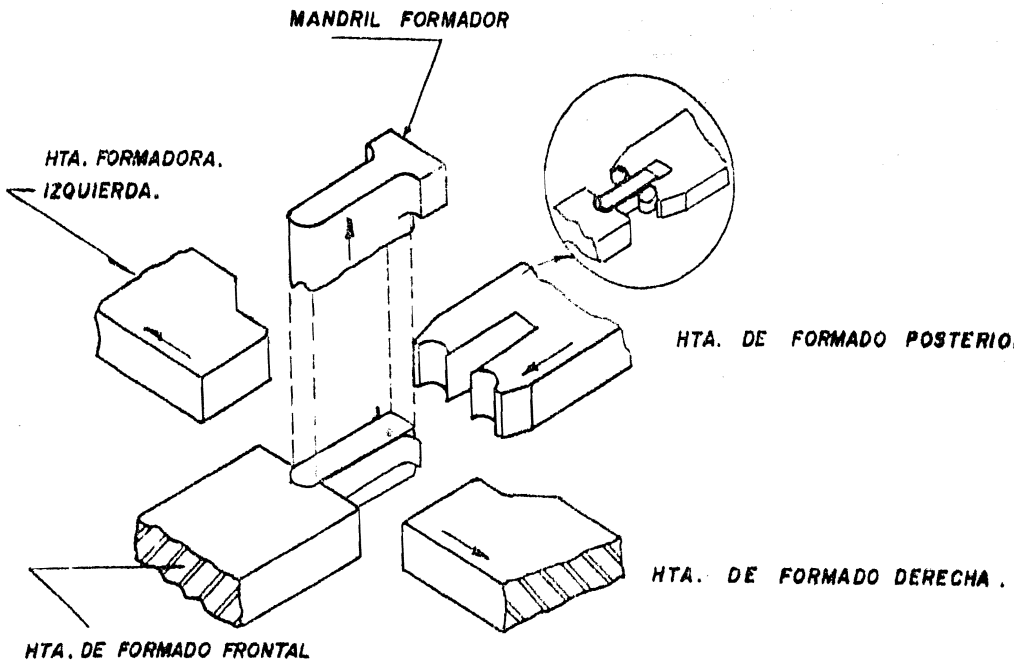
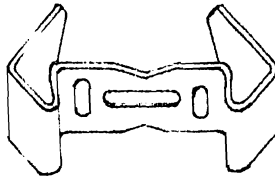
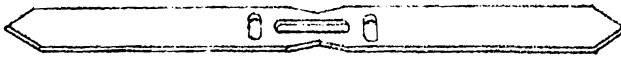


Figura III.5.3.

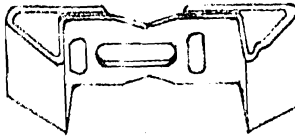
nes de diseño que están en función del tipo de material y dimensiones de la pieza.

A continuación analizaremos la secuencia de formado de un sujetador de molduras, pieza que requiere de tres niveles de formado y en donde el herramental es más complicado que el de la pieza anterior y en donde se describirá con mayor detalle la forma de operar del dado empujador que efectúa la transferencia. Ver figura III.5.4.

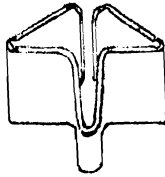
El formado del sujetador de moldura de la figura III.5.4 se inicia efectuando el formado que se ilustra en el primer nivel (figura III.5.5) actuando las cuatro herramientas de formado sobre la tira de lámina previamente troquelada, quedando esta conformada y sujeta sobre el mandril central.



1º NIVEL DE FORMADO.

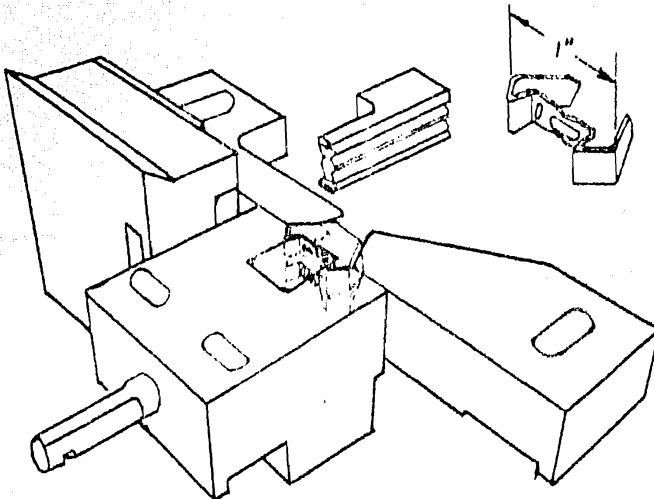


2º NIVEL DE FORMADO.



3º NIVEL DE FORMADO.

Figura III.5.4.

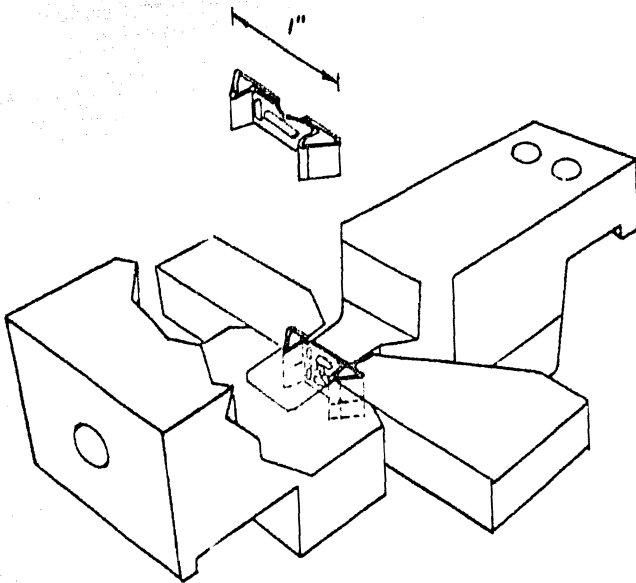


1º NIVEL DE FORMADO.

Figura III.5.5.

El mandril sobre el que se efectúa la primera etapa del formado, lleva acoplado en su parte inferior otro mandril que consistirá en dos pequeños triángulos que servirán de guía al efectuar la transferencia, y de centro al efectuar la segunda etapa del formado. Esta transferencia es efectuada - en sentido longitudinal sobre el eje de formado y de arriba - hacia abajo por medio de un dado empujador, que tendrá la carrera necesaria para llevar la pieza sobre el segundo mandril.

Una vez que la pieza se encuentra en el segundo nivel de formado actuarán sobre ella cuatro herramientas de formado efectuando la segunda etapa del formado. Figura III.5.6.



2º NIVEL DE FORMADO.

HERRAMIENTAS ACTUANDO EN SEGUNDO NIVEL DE FORMADO.

Figura III.5.6.

Una vez que las herramientas en la segunda etapa de formado se retiran, el dado empujador actúa sobre la pieza que se encuentra en el primer nivel de formado para transferirla al segundo nivel de formado es desplazada por la que viene del

primer nivel, haciéndola caer sobre un alojamiento (nido) en forma de V, donde en una forma sincronizada con esta calda se dispara un dado sujetador y doblador, accionado por aire y con resorte proporcionado por un resorte, que dobla la pieza en forma de V contra el alojamiento hasta que las herramientas laterales actúan contra ella, en este momento se quita la presión de aire y el dado que inició el doblar regresa, permitiendo que terminen de actuar las herramientas de formado. En la figura III.5.7 se ilustra el tercer nivel de formado.

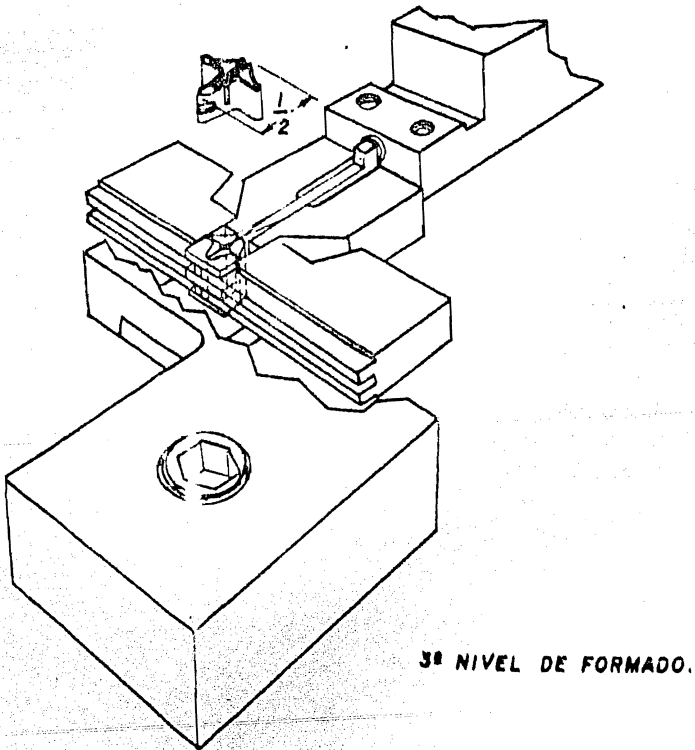


Figura III.5.7.

Como se mencionó anteriormente, el dado empujador actúa únicamente sobre la pieza que ha sido formada en el primer nivel, y es esta la que empuja a la pieza que está formada en el segundo nivel, así mismo la pieza del segundo nivel empuja a la que está formada en el tercer nivel y ésta cae por

gravedad ya que abajo del alojamiento en V hay un barreno que servirá de salida a la pieza terminada.

El mecanismo que transmite movimiento al dado empujador se ilustra en la figura 111.5.8

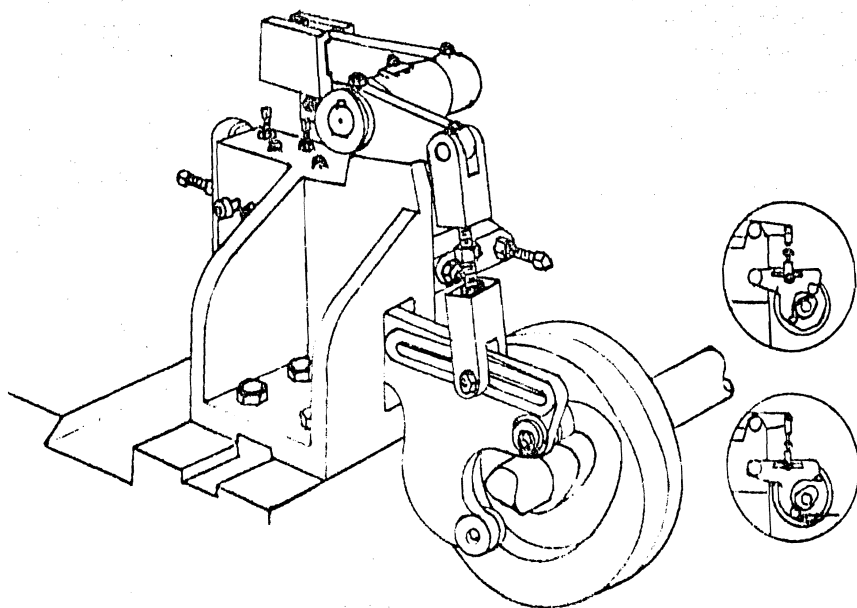


Figura 111.5.8.

El movimiento se transmite por medio de una leva de doble riel de forma similar a las de la estación de formado y es acunada a la flecha posterior de la máquina, a esta leva va acoplado un seguidor, que va montado sobre una placa que es pivoteada en la estructura del sistema del formado central. Esta placa tiene una ranura sobre la cual conecta una palanca en posición vertical que conecta a otra palanca en posición hori-

zontal, la cual es acuñada al extremo de una flecha proporcionándole a ésta un movimiento de giro en dos sentidos de rotación, al ángulo de giro de esta flecha estará en función de la posición del eje de la palanca vertical que conecta con la ranura de la placa. En el otro extremo de la flecha va conectada otra palanca acuñada que conecta ya a la palanca portadedo empujador y transmite movimiento recíprocante en sentido longitudinal del eje de formado.

La placa ranurada tiene dos posiciones para el montaje del seguidor, con el propósito de tener dos alternativas a seleccionar para el movimiento requerido sobre el dedo empujador; es decir con el seguidor en posición, 1) el dedo tarda un tiempo largo en posición inicial y un avance y retroceso rápido, y en posición 2) tendrá un avance rápido, un tiempo largo en posición de trabajo deteniendo la parte transferida y un retroceso rápido.

Con el fin de poder graduar la posición inicial del dedo empujador, la palanca vertical esta formada de dos partes, que son acopladas por un birlo de rosca derecha, en un extremo y rosca izquierda en el otro, logrando con esto poder alargar o acortar la longitud de esta palanca, y en consecuencia poder ajustar la posición inicial del dedo empujador según lo requiera la pieza que se esté manufacturando en la máquina.

A algunas máquinas se les puede acoplar otro sistema igual al descrito, para transmitir movimiento a otro dedo, que se podría aprovechar para formar pequeños dobles en el sentido vertical en piezas que así lo requieran. Este dedo actúa simultáneamente con las herramientas de formado para prever que no ocurran deslizamientos de la parte sobre el mandril de formado.

CAPITULO IV.

CAPACIDAD DE LAS MAQUINAS MULTIFORMADORAS.

IV.1 Capacidad adecuada.

Para determinar la capacidad requerida en una máquina de cuatro correderas para producir alguna pieza, se deben de tomar en consideración los siguientes factores.

Capacidad de la prensa.- Las operaciones de punzonado, acuíñado, estirado por presión y estampado, son efectuadas en la sección de la prensa de una máquina de cuatro correderas antes de que la tira entre en la sección de formado. La amplitud de estas operaciones determina el tonelaje requerido por la prensa, la cual podría ser menor con buenos resultados que la capacidad actual de la prensa. El tonelaje requerido por la prensa puede ser distribuido entre una, dos o tres prensas, dependiendo del tamaño de la máquina multiformadora.

Carrera de la prensa.- Usualmente es considerada solamente cuando alguna forma es hecha en el área de la prensa.

Máxima longitud de avance. La longitud de avance se hace usualmente igual a la de la longitud de la pieza o al perímetro cuando se trata de piezas tubulares.

Carrera de las correderas laterales.- Limita el diámetro de la pieza tubular que se ha de formar y la longitud de los dobleces, dependiendo del método específico usado en el formado.

IV.2 Cálculo de la capacidad de la prensa.

Como en la manufactura de troquelado con ejecución única convencional u operaciones con dados progresivos, la atención estará dada a las capacidades de la sección de la prensa. La capacidad para las máquinas multiformadoras es especialmente crítica desde el sistema de transmisión de la potencia que es sometido a mayores esfuerzos que aquellas máquinas de prensas convencionales; los golpes son cortos, y en muchos casos el material es endurecido. Por esta causa es necesario determinar la capacidad real de la máquina multiformadora.

En todas las prensas se indican las tasas del tonelaje de sus máquinas; de cualquier manera, estas tasas marcan in variablemente el tonelaje a puntos seleccionados arbitrariamente cerca del fondo del golpe de la prensa. Esto quiere decir, que el tonelaje tasado de la prensa, es la fuerza de la prensa en toneladas que puede ser librada satisfactoriamente o menor que la "distancia de tonelaje tasado".

Este método de tasar las capacidades de las prensas - presenta dos dificultades mayores. La primera, la distancia de tonelaje a la cual la tasa es aplicada generalmente no es especificada. La segunda, generalmente no es aplicable al trabajo manual.

Esto hace necesario; 1) calcular el tonelaje disponible y 2) calcular el tonelaje requerido. Una alternativa es - comparar la energía de presión almacenada en la rueda loca con la energía requerida para el trabajo.

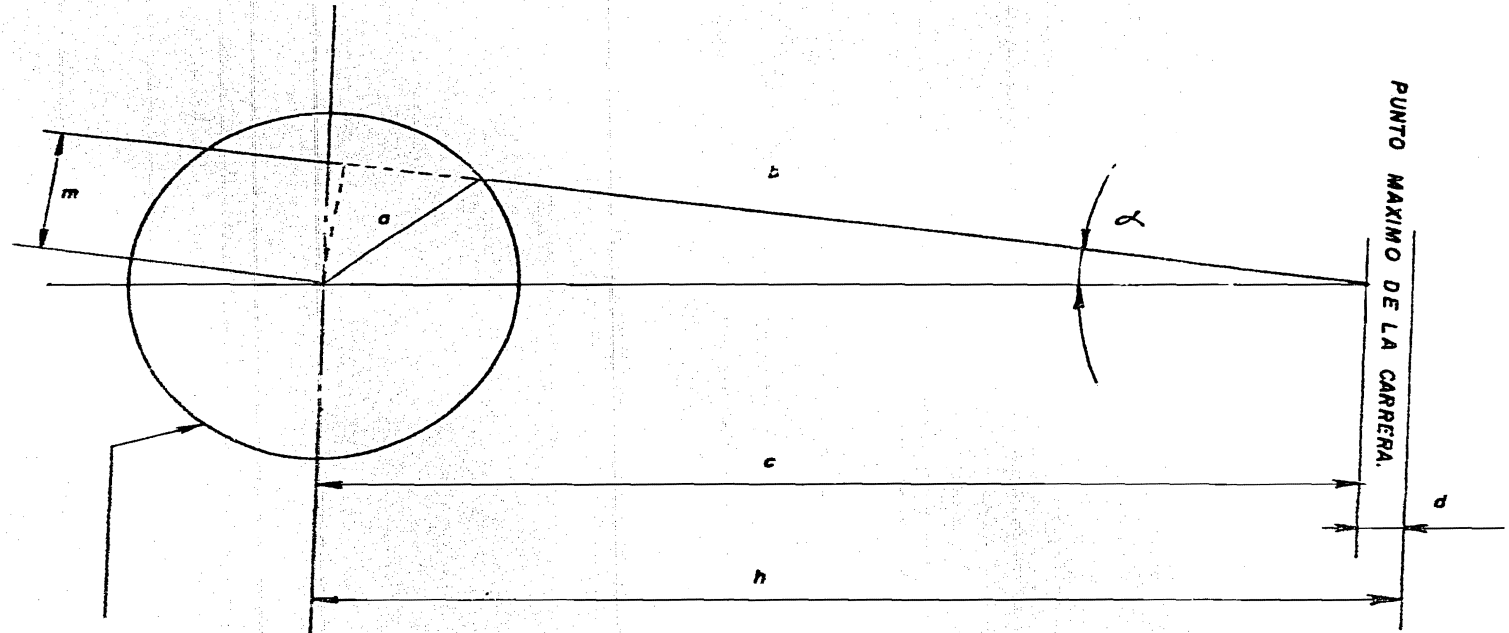
Para calcular la cantidad de energía almacenada en un volante, es necesario calcular la inercia de la rueda "I", en pies-libras y la velocidad "n" en rpm. Con los valores obtenidos para la inercia y la velocidad, con las ecuaciones 1) y 2) la energía de la prensa disponible, la cual es uniforme durante el ciclo de la prensa, se puede obtener en pulgadas-toneladas la cantidad de energía almacenada de la ecuación 3).

$$I = 170.4 \text{ wt} (D_2^4 - D_1^4) \dots\dots\dots (1)$$

$$n = CR \dots\dots\dots (2)$$

$$K = \frac{WR^2 (n/100)^2}{98} ; \dots\dots\dots (3)$$

En algunos casos es preferible determinar la capacidad de la prensa en ton. a una "distancia de tonelaje" dada - desde el fondo del golpe, en cada caso los procedimientos de los calculos son continuados. Esto es hecho para calcular el valor de ω a la distancia de tonelaje requerido y resolviendo para m, el momento del brazo de palanca de la manivela.



CIRCULO DEL CIGUEÑAL

Figura IV.2.1 Dibujo esquemático del ciclo de la prensa.

$$\cos \alpha = \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2bc} \dots\dots\dots (4)$$

$$m = c \cdot \sin \alpha \dots\dots\dots (5)$$

$$T_n = \frac{K \cdot R}{m} \dots\dots\dots (6)$$

En la figura 1V.2.1 se presenta un dibujo esquemático del ciclo de la prensa. La dimensión "d" indicada en este dibujo, generalmente es igual al espesor de la tira y es mencionada como "distancia de tonelaje"

Relación entre la dureza de la pieza de trabajo y la resistencia a la compresión.

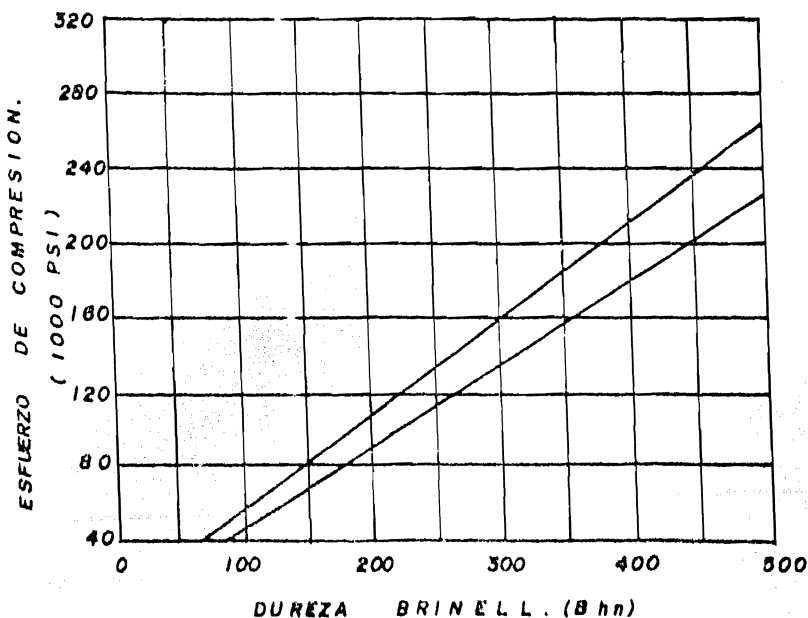


Figura 1V.2.2 Esta gráfica es útil para calcular el tonelaje requerido para forjar.

Energía requerida de la prensa.

La energía requerida de la prensa de una operación dada denotada como K_s puede ser determinada por la siguiente ecuación:

$$K_s = T_s \cdot d \dots\dots\dots (7)$$

En esta ecuación T_s es el tonelaje de la prensa requerido a una distancia de tonelaje especificada d .

Sin embargo, en el caso de operaciones de forja, la energía requerida se obtiene multiplicando T_s por la cantidad del material que será reducido.

Los valores para T_s en Toneladas, en operaciones libres son obtenidos por la fórmula:

$$T_s = \frac{L \cdot h \cdot S_s \cdot F}{2,000} \dots\dots\dots (8)$$

Los valores para T_s en Toneladas, en operaciones de forja son obtenidos por la fórmula:

$$T_s = \frac{A \cdot S_c}{2,000} \dots\dots\dots (9)$$

El uso de la ecuación (9) presupone la forja libre, en la cual el material es permitido para fluir libremente en un dado abierto. Si el material es forjado en un dado cerrado el tonelaje T_s calculado podría ser dos veces mayor. En el forjado de acero delgado, en el cual el material no es apreciablemente reducido, una buena aproximación para el tonelaje de la prensa requerido es de 50 lbs./pulg.².

Razonablemente la exactitud de los valores de la resistencia a la compresión para el uso de la ecuación (9), puede ser obtenido comprimiendo una muestra manualmente del material de la pieza de trabajo a su tamaño final y midiendo su dureza Brinell. La resistencia a la compresión puede entonces ser obtenida a partir de la gráfica de resistencia-dureza.

N O M E N C L A T U R A .

- A. Area de la tira bajo compresión.
- a. La mitad del golpe de la prensa.
- b. Longitud de la conexión de la prensa.
- c. Línea del centro del cigüeñal a la distancia de tonelaje tasado.
- C. Golpes por minuto.
- D₁. Diámetro interior de la rueda loca.
- D₂. Diámetro exterior de la rueda loca.
- d. Distancia de tonelaje.
- f. Factor de retraso.
- F. Factor de corte, generalmente igual a 0.5.
- h. Espesor de la tira.
- H. Línea del centro del cigüeñal al fondo del golpe.
- I. Inercia de la rueda loca.
- K_δ. Energía de la rueda loca.
- K_δ. Energía requerida de la prensa.
- I. Anchura de la rueda loca.
- L. Longitud del filete de corte.
- m. Brazo momentáneo de la manivela de la prensa.
- n. Velocidad de la rueda loca.
- r. Radio efectivo de la rueda loca.
- R. Relación de engranajes entre la rueda loca y el cigüeñal.
- S_C. Resistencia a la compresión del material.
- S_S. Resistencia al corte del material.
- T_S. Tonelaje requerido de la prensa.
- T_T. Tonelaje tasado de la prensa.
- w. Densidad del material de la rueda loca.
- W. Masa de la rueda loca.

CAPACIDADES DE MAQUINAS MULTIFORMADORAS.

TAMANO DE LAS MAQUINAS.	A	B	C	D	E
Velocidad, piezas/minute.	100-500	60-300	40-200	40-200	40-200
Ancho de la tira	0.75"	1.5"	2.5"	2.5"	3.0"
Espesor de la tira.	0.032"	0.062"	0.062"	0.062"	0.093"
Una prensa Toneladas.	5	10	12-20	30	20-30
2 o más prensas, Toneladas.	-	20	24	60	70
Golpe de la prensa.	0.5"	0.75"	1.0"	1.0"	1.0"
Longitud de avance.	3.0"	8.0"	11.0"	11.0"	14.0"
Golpe de una correa lateral.	0.75"	1.5"	2.25"	2.25"	2.75"

Estos datos son dados para cinco tamaños de máquinas multiformadoras llamadas A, B, C, D, E.

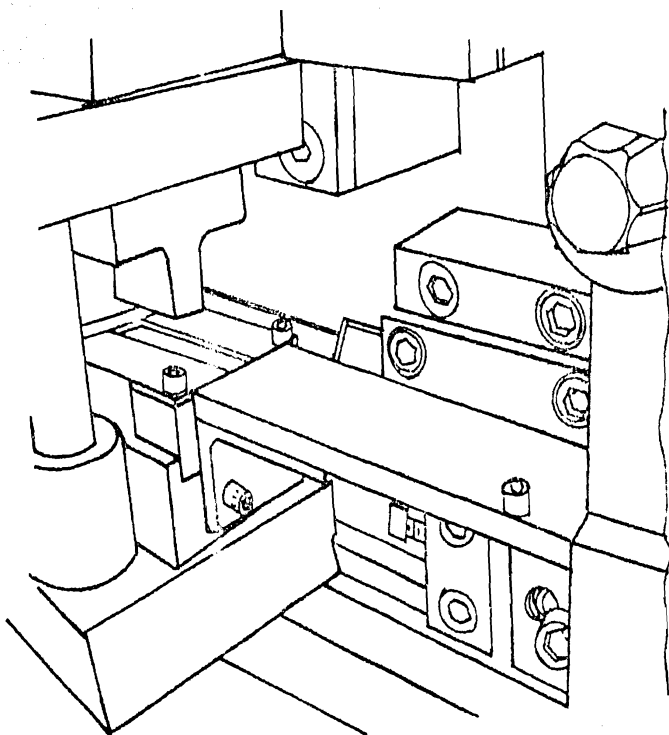


Figura IV.2.3 Prensa sobre una máquina multiformadora.

La prensa mostrada en la figura anterior es semejante a la convencional, esta unidad hace operaciones de troqueado antes de la formación de la pieza.

CAPITULO V.

DISEÑO DE HERRAMIENTAS.

El diseño de herramientas de máquinas multiformadoras esta basado principalmente en las características de las máquinas y en el tipo de pieza que se desea manufacturar, ya que, de ello depende el material que se utiliza, así como las restricciones que se empleen.

Este capítulo lo dividiremos en los siguientes puntos:

- V.1 CONSIDERACIONES EN EL DISEÑO DE HERRAMIENTAS.
 - V.2 ESTACION DE TROQUELADO.
 - V.2.1. Materiales para herramienta.
 - V.2.2. Tolerancias de operaciones de corte entre matriz y punzón.
 - V.2.3. Cálculo de la capacidad del troquel.
 - V.3. ESTACION DE FORMADO.
 - V.3.1. Operación de corte.
 - a) Claro y Holgura.
 - b) Obtención de la fuerza de corte.
 - V.3.2. Operación de formado.
 - a) Radio de curvatura.
 - b) Fuerzas de doblado.
 - c) Retroceso elástico del material.
 - V.4 APLICACION DE LOS PUNTOS ANTERIORES A EJEMPLOS ESPECIFICOS.
- V.1 Consideraciones en el diseño de las herramientas.

Previamente al diseño de herramientas para cualquier pieza, ya sea, de alambre, lámina o geometría tubular, es de suma importancia conocer los datos generales del equipo con que se cuenta y el plano que especifique perfectamente dimensiones, de materiales, tratamientos térmicos, tratamientos superficiales, etc., ya que, pretender realizar un diseño adecuado de herramientas sin conocer y estudiar los puntos antes mencionados podría provocar errores en el diseño de las mismas.

A continuación mostraremos la tabla V.1 que presenta características de diferentes modelos de máquinas Multifomadoras de cuatro correderas.

El primer punto a considerar al iniciar un estudio del diseño de herramientas deberá ser el análisis sobre el tipo de materia prima que se utilizará, observando cuidadosamente dimensiones, características físicas, etc.

Seis familias del acero son las más comunmente utilizadas en la manufactura de piezas en Máquinas Multifomadoras.

1. Acero laminado o rolado en frío de bajo contenido de carbón.
2. Acero para resortes laminado o rolado en frío, recocido y esferoidizado.
3. Acero para resortes templado y revenido para lograr diferentes durezas.
4. Acero inoxidable de las series 300 y 400.
5. Aleaciones de cobre.
6. Aleaciones de cobre de berilio.

Cada una de estas familias, por supuesto, con diversas propiedades físicas y aplicaciones diferentes.

A continuación ilustraremos algunas consideraciones de diseño general, aplicables a las estaciones de troquelado y formado en Máquinas Multifomadoras.

TAMAÑO DE MAQUINA 4 CORREDERAS.	1	1-ASF	SIF	V-81	* S 4 F
MAX. DIAM. DEL ALAMBRE	.093	.093	.093	.162	.312"
MAX. ANCHO DE LA TIRA. -	.9375	1.250	2.0	1.5	2 1/2"
MAX. ALIMENTACION.	8	8	8	7	10"
CARRERA HTA. FRONTAL.	1.625	1.625	1.625	1.0	2 1/2"
CARRERA HTAS. LATERALES	2.0	2.0	2.0	1.5	4"
CARRERA HTA. POSTERIOR.	2.0	2.0	2.0	2.25-	2 1/4"
CARRERA DE PRENSA.	.687	.687	.687	.562	1 1/2"
LARGO PORTA TROQUEL.	0	0	12	14	18"
ESPACIO PORTA TROQUEL.	6.5	7.5	12	14	22X6 1/2
ESPACIO DE PRENSA.	6.5x5	4.5x5	4.5x5	8x9	8 X 9
FREC. DE OPERACION.	50 234	50 235	50 200	60 300	$\frac{30}{120}$
TONELAJE DE PRENSA.	-	-	8	10	30
POTENCIA REQUERIDA.	1.5	1.5	1.5	2	7 1/2"
ESPACIO REQUERIDO MAX.	65x58	65x58	53x77	62x36	84X132
CARRERA MAX. DEL FORMADOR	.625	1.250	-	-	1 1/2"

* MAQUINA SELECCIONADA PARA EJEMPLOS PRACTICOS.

Tabla V.1.

doblez formado 45° o más con respecto al sentido de rolado de la lámina es aceptable.

doblez en sentido perpendicular al sentido en que fue rolada la lámina, es aceptable.

máximo esfuerzo al corte.

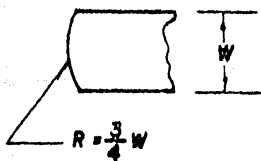
doblez en un eje paralelo al sentido de rolado de la lámina es aceptable.

valor intermedio de esfuerzo al corte.

máximo esfuerzo al - corte.

mínimo esfuerzo al corte.

en extremos redondeados es recomendable un radio $R = \frac{3}{4} W$ o mayor (ver nota siguiente).



Cuando se requiere un extremo redondeado con radio = W , se recomienda utilizar un ángulo de salida de 10 grados por lado y tangente al radio.

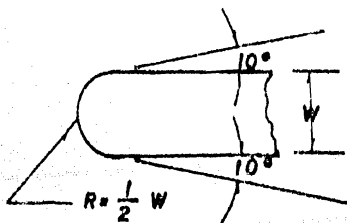


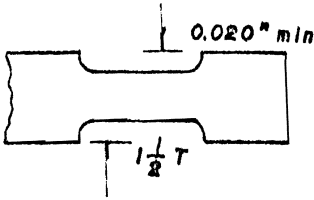
Figura V.1.1. Contornos exteriores.

recomendable en la práctica.



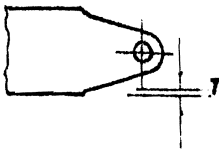
aceptable en la práctica.

no recomendable en ningún caso.



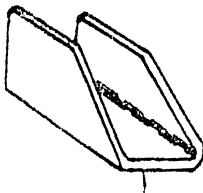
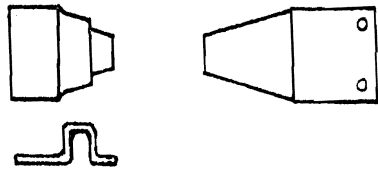
Las superficies libres de marcas y rebabas deberán ser especificadas.

Los saques efectuados en láminas deberán penetrar cuando menos 1.1/2 veces el espesor de la lámina, siempre y cuando este valor no sea menor a 0.020\"/>



Los cortes agudos deberán de tener una salida de cuando menos un espesor de la lámina. (T)

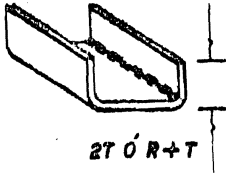
en el diseño de partes se recomiendan cortes rectos hasta donde sea posible.



$$1/2 T \text{ OR } R + 1/2 T$$

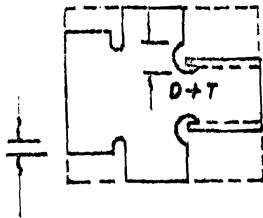
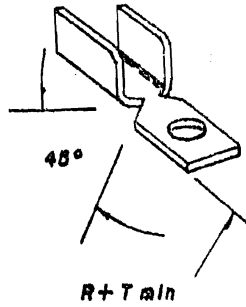
en partes con dobleces en es-cuadra y final cónico, el mínimo dobléz permisible es 1.1/2 veces el espesor de la lámina (T) o el radio más 1/2 del espesor de la lámina.

Figura V.1.2a: Cortes de material.



en partes con dobleces en recuadra el mínimo doblez permisible es dos veces el espesor de la lámina o el radio más un espesor de la lámina.

en salidas de dobleces circulares el diámetro mínimo permisible es de tres veces el espesor de la lámina, y la profundidad de un espesor más el radio de doblez.



en salidas de dobleces como los ilustrados, la profundidad será limitada en el mínimo, a una vez el espesor de la lámina más el radio de doblez.

$R+T \min$

Figura V.1.2b. Cortes de material.



en saques interiores, el radio mínimo permisible en intersecciones es de 1.1/2 veces el espesor de la lámina (no hay restricción en R máxima).

la distancia T que se ilustra, deberá ser mínimo un espesor de la lámina, siempre y cuando este valor no sea menor a 0.030".

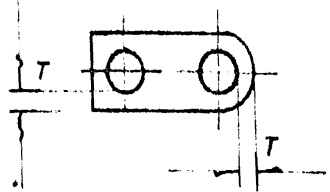
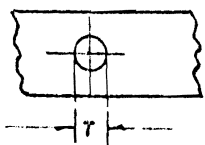
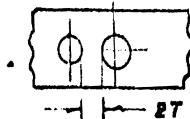


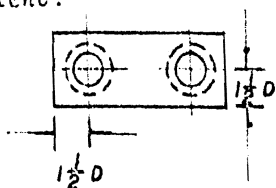
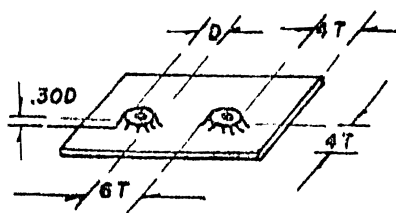
Figura V.1.3a. Contornos interiores.

la distancia mínima $2T$ entre barrenos, deberá ser dos veces el espesor de la lámina siempre y cuando este valor no sea menor a $0.060''$.



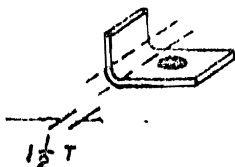
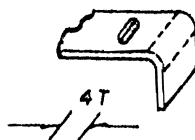
en barrenos perforados el diámetro mínimo permisible es de un espesor de la lámina, siempre y cuando este valor no sea menor a $0.030''$.

la distancia mínima entre dos barrenos extruidos, deberá ser seis veces el espesor del material, y la profundidad máxima de la extrusión será de 30% - máximo de diámetro exterior del barreno.



la distancia mínima del eje de un barreno roscado a la orilla del material será de $1.1/2$ veces el diámetro del barreno.

en ranuras próximas a un dobléz y con eje paralelo al mismo, deberán dejar un espacio mínimo de cuatro veces el espesor del material.



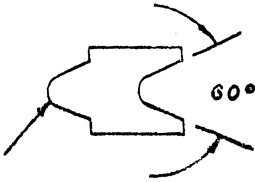
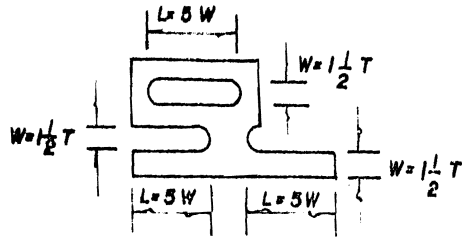
los barrenos cercanos a un dobléz, deberán de dejar un espacio mínimo de $1.1/2$ veces el espesor del material.

en dobleces en puente, la altura máx. permisible será de dos veces el espesor del material, y el radio interno será mínimo una vez el espesor del material.



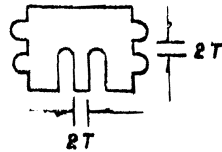
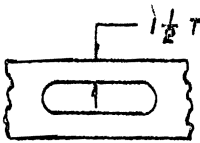
Figura V.1.3b. Contornos exteriores.

el ancho mínimo recomendable en saques y ranuras, será de 1.1/2 veces el espesor de la lámina (W), siempre y cuando este valor no sea menor a 0.020"; por lo que respecta a la longitud del saque o ranura, este deberá ser de cinco veces el ancho.



el radio en un saque angular, deberá ser mínimo de un espesor de material, y el ángulo formado se recomienda de 60 grados o mayor.

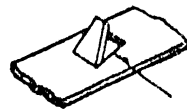
el espacio mínimo recomendado entre dos saques o ranuras es de dos veces el espesor de la lámina (T), siempre y cuando este valor no sea menor a 0.030".



en ranuras internas, la pared sólida, deberá ser mínimo de 1.1/2 veces el espesor del material, siempre y cuando este valor no exceda a 0.030".

Figura V.1.4. Saques y ranuras.

cuando se efectúan operaciones como rasgado y doblado simultáneo se recomienda dar conicidad al brazo para facilitar la salida del material al doblar.

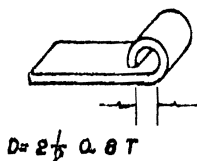
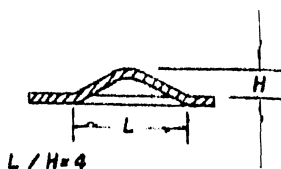


en operaciones de rasgado y doblado no es necesario dar conicidad al brazo cuando las especificaciones del producto permiten desprendimiento de material.



Figura V.1.5a. Dobles de brazos y puentes.

en dobleces en forma de puente, la relación de longitud y altura deberá ser cercana a 4.



el diámetro interior recomendado en dobleces como el que se ilustra, será de 2.1/2 a 8 veces el espesor del material.

Figura V.1.5b. Doblezes de brazos y puentes.

V.2 Estación de troquelado.

V.2.1. Materiales para herramientas en estación de troquelado.

En esta estación el diseño de la herramienta es básicamente el mismo que el que se desarrolla en -- troqueles utilizados en máquinas verticales llamadas comunmente troqueladoras.

En la mayor parte de los casos y como resultado de la gran variedad de formas requeridas en las -- diversas piezas que se fabrican en Máquinas Multifomadoras, una vez que se obtiene en planos la geometría -- de punzones y matrices, encontramos que no siempre es posible respetar en su totalidad las limitaciones de -- diseño antes expuestas y ocasionalmente nos resultan -- diseños de herramientas complicados, con cambios bruscos de sección, esquinas agudas, etc., los cuales nos pueden provocar concentraciones indeseables de esfuerzos. De ahí que sea tan importante la selección de -- aceros para herramientas, ya que, en algunos casos se podrá requerir de ellos, deberán analizarse varias condiciones como, alta tenacidad, resistencia al desgaste, alta dureza, mínima deformación al temple, etc., o combinación de algunas de estas propiedades como podrían ser; una superficie dura con cuerpo tenaz, las cuales lograríamos con un acero de temple al agua o un acero propio para cementar, dándonos en ambos casos las propiedades antes mencionadas, si el requerimiento fuera

alta resistencia al desgaste, se deberá de recurrir a aceros altamente aleados (alta velocidad); los cuales tratados térmicamente pueden adquirir altas durezas.

Por lo tanto, la selección de aceros más adecuada es cuestión de criterios y será diferente para cada tipo o diseño de herramienta.

A continuación se presentan las tablas V.2.1, V.2.2, V.2.3, las cuales muestran comparativamente diferentes características físicas de aceros de herramientas de diferentes calidades y nos auxilian en la selección de los aceros adecuados.

Vale la pena mencionar, que, como es de conocimiento universal el acero es el material de uso más difundido para la fabricación de herramientas; las razones son; que el acero puede alearse con diferentes elementos y por lo tanto, proporcionar las diferentes propiedades físicas antes mencionadas, y al mismo tiempo variar estas dentro de ciertos límites por medio de tratamientos térmicos como: Temple, cementación, etc.

V.2.2 Tolerancias en operaciones de corte entre matriz y punzón.

En la vida práctica se recomienda generalmente que se quite a la dimensión básica del punzón cortador el 10% del espesor del material a cortar, siendo el mismo valor que se utiliza para las aberturas en la matriz. Ver figura V.2.4

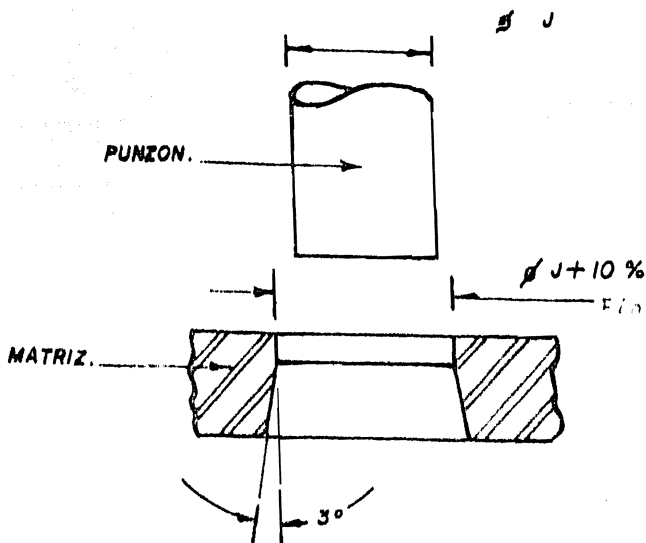


Figura V.2.4. Tolerancias en operaciones de corte entre matriz y punzón.

TABLA COMPARATIVA DE 2 PROPIEDADES. FISICAS.

DESIGNACIONES DE ACERO AISI.

TENACIDAD.	9		H-11 H-12 H-13						
	8	S-2		S-1					
	7	S-4 S-5	W-1 H-20						
	6	L-2	L-3 L-6	H-14 H-21 S-7				F-2	
	5			H-18	H-24				
	4	L-2	L-3			A-2 H-26			
	3		W-1	O-1 O-2			M-7 M-1 M-2	D-2	
	2						T-4 T-1 M-10	F-2 T-2 M-42 M-3 T-6	M-4
	1						T-5	D-4 D-3	A-7 T-15 H-10
	1	2	3	4	5	6	7	8	9

RESISTENCIA AL DESGASTE.

Figura V.2.1.

TABLA DE COMPARACION RELATIVA DE DOS PROPIEDADES FISICAS.

DESIGNACIONES DE ACERO AISI.

9	M-2			D-2					
8		M-7							
7	M-1						M-4		
6						M-3			
5		M-10	T-1	T-2					
4					M-42 D-3	D-4		A-7	
3						T-4 T-5		T-15	
2						T-6			
1								M-15	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9

RESISTENCIA AL DESGASTE.

Figura V.2.2.

COMPARACION RELATIVA DE RESISTENCIA A LA ABRASION Y LA DUREZA NORMAL DE OPERACION.

RESISTENCIA AL DESGASTE.

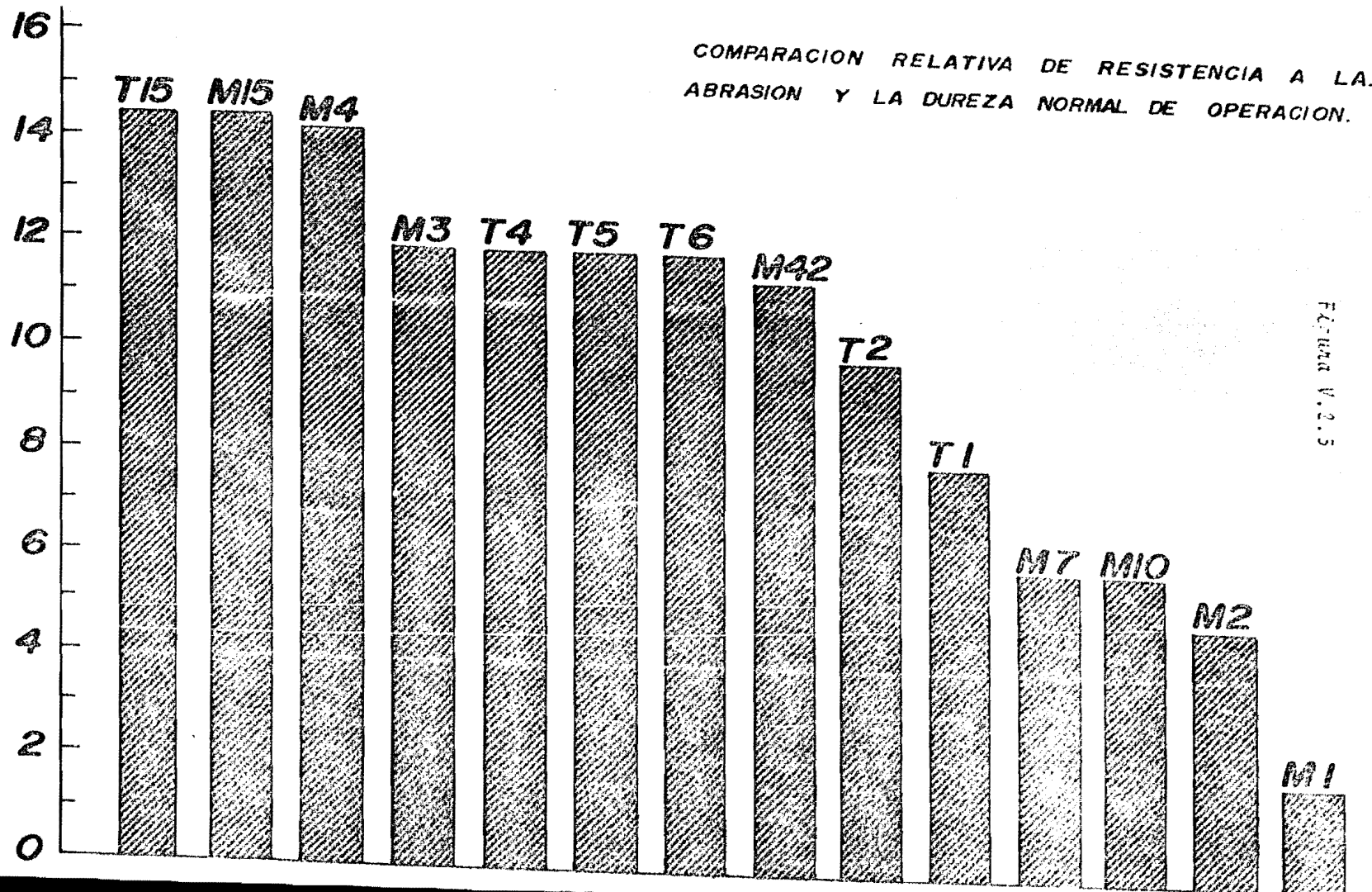


Figura V.2.5

Para conseguir una larga duración es importante la magnitud del huelgo de corte, el cual debe ser completamente uniforme en todos los puntos de corte, lo que puede comprobarse fácilmente mediante pruebas de embutido con chapas de metal blando y observando al microscopio la huella de estampación. La magnitud de huelgo depende en primer lugar del tipo de material, de su espesor y de la limpieza con que se desee la superficie de corte, ya que entre más pequeño sea el huelgo se tendrá una superficie más limpia, pero también se tendrá que aplicar más fuerza y por lo tanto mayor potencia.

Las ecuaciones siguientes nos servirán para calcular los huelgos de corte.

- a) Para chapas hasta de 3 mm. de espesor (chapas delgadas).

$$u_s = C.S \quad b \quad \dots\dots\dots (1)$$

- b) Para chapas de más de 3mm. de espesor (chapas medianas y gruesas).

$$u_s = (1.5 C.S - 0.015) \quad b \quad \dots (2)$$

en donde:

u_s = huelgo de corte.

S = espesor de la chapa.

b = resistencia al cizallamiento en (K_p/mm^2)

C = coeficiente que toma los valores de 0.01 para cualquier tipo de herramienta menos para herramientas equipadas con metal duro en cuyo caso tomará el valor de 0.015" a 0.018".

Para el caso a), el coeficiente "c" puede tomar hasta el valor de 0.005 y para el caso b), hasta 0.085.

En la tabla de la figura V.2.5., se proporcionan algunos valores de σ_B .

c) Cálculo de la capacidad de un troquel.

En la estación de troquelado de las máquinas multiformadoras en general, es de suma importancia el tomar en consideración este cálculo por la siguiente razón:

Cuando el cálculo resulta mayor en comparación con la capacidad de la máquina, hay peligro de que el equipo pueda sufrir una ruptura, para tratar de evitar esto en la vida práctica, las alturas de los punzones de corte se ponen escalonadas para que las operaciones de corte no se realicen al mismo tiempo, el pasar inadvertido esto puede causar deterioros con altos costos.

La fórmula para determinar la fuerza necesaria de corte es la siguiente:

$$P = \sigma_B \cdot L \cdot t \dots\dots\dots (3)$$

en donde:

σ_B = Resistencia a la cortadura (Kp/mm²)

L = Longitud de perímetro de corte (mm)

t = Espesor del material a trabajar (mm)

La tabla de la figura V.2.5., muestra la resistencia a la cortadura de diferentes tipos de materiales.

V.3 Estación de formado.

En esta segunda estación analizaremos paso a paso las operaciones que se realizan para la manufactura de diferentes tipos de piezas. Y consideraremos el corte secundario o desprendimiento de material dentro de esta estación.

RESISTENCIA A LA CORTADURA.

Material	Resistencia a la cortadura % B en Kp/mm ²
Acero con contenido de C:	
0.1 Chapa de acero dulce para estampación y embutición.	24 - 30
0.2	32 - 40
0.3	36 - 48
0.4	45 - 56
0.5	55 - 70
0.8 Dureza casi igual a la del acero de resortes.	70 - 90
Acero al silicio.	45 - 55
Estaño.	3 - 4
Plomo.	2 - 3
Papel u cartón.	2 - 5
Cartón duro.	7 - 9
Klínkerit y similares.	4 - 6
Cartulinas de resina sintética.	10 - 14
Tejidos de resina sintética.	9 - 12
Resina sintética, pura.	2 - 3
Mica.	5 - 8
Madera contrachapada de abedul.	2 - 3
Madera.	1 - 3
Celuloide.	4 - 6
Cuero	0.7
Goma blanda.	0.7
Goma dura.	2 - 7

Figura V. 2.5. Resistencia a la cortadura.

V.3.1. Operación de corte.

La operación de corte es la operación intermedia entre la operación de troquelado y la operación de formado.

En el corte que se hace en cuchillas rectas, el material a cortar se coloca entre una cuchilla estacionaria inferior y una cuchilla móvil en la parte superior, la cuchilla superior hace presión hacia abajo para cortar el material, se produce entonces un proceso de corte en el cual el material es sometido a esfuerzos de tensión y compresión entre dos bordes cortantes, hasta el punto de fractura, ver figura V.3.1.1. El material al ser sometido a estos esfuerzos sufre alargamientos arriba del límite elástico y a continuación la deformación plástica, reducción de área y comenzando la fractura a través de planos de desprendimiento en el área reducida hasta que se fractura el material completamente.

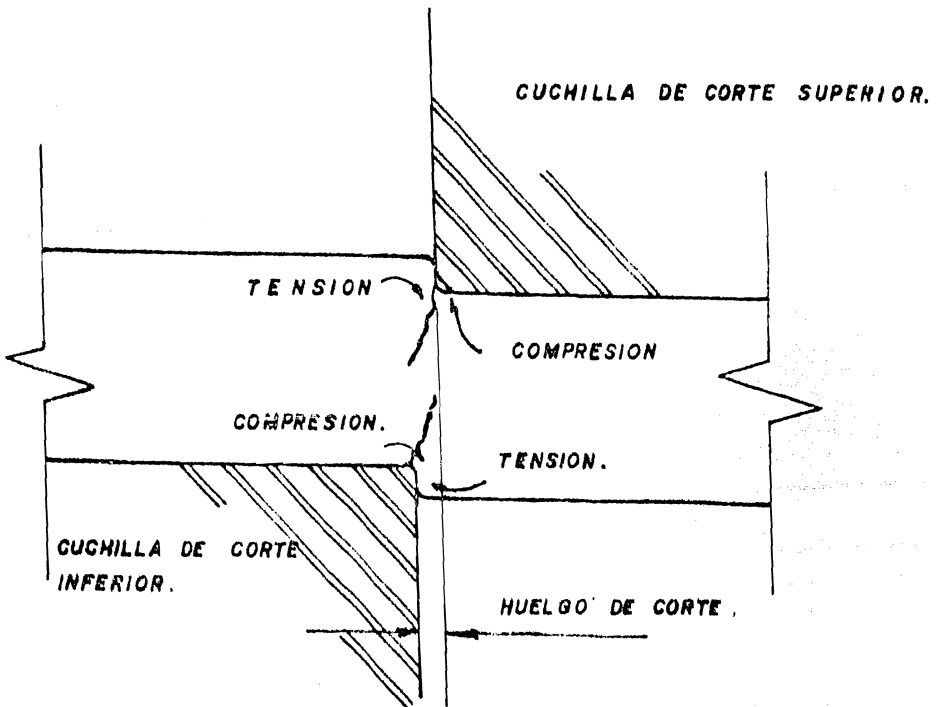


Figura V.3.1.1. Operación de corte.

Claro u holgura. Los claros apropiados, entre los bordes cortantes permiten que se unan las fracturas y además que la porción fracturada del borde tenga una apariencia limpia.

Claros recomendables:

- a) Aleaciones de aluminio en todas las durezas, se recomienda un claro de 4.5% del espesor.
- b) Aleaciones de aluminio u latón en todas las durezas, acero laminado en frío, completamente recocido, acero inoxidable blando, se recomienda un claro del 6% del espesor del material.
- c) Acero laminado en frío medio duro, acero inoxidable (medio duro a duro), se recomienda un claro del 7 al 8% del espesor del material.

Obtención de la fuerza de corte:

Si tenemos un área de material por cortar y se pretende hacerlo con un ángulo de ataque de 0° la fuerza de corte será:

$$F_{cL} = \tau_B \cdot L \cdot t \dots\dots\dots (4)$$

Donde:

- τ_B = Esfuerzo cortante.
- L = Longitud del material.
- t = Espesor del material.

Como la distancia durante la cual trabaja la fuerza es $K \cdot t$, el trabajo realizado durante el corte es: Ver figura V.3.1.2.

$$W_c = \tau_B \cdot L \cdot t \cdot K \cdot t \dots\dots\dots (5)$$

En donde:

- K = Porcentaje de penetración.
- Por lo tanto:
- $$W_c = \tau_B \cdot L \cdot K \cdot t^2 \dots\dots\dots (6)$$

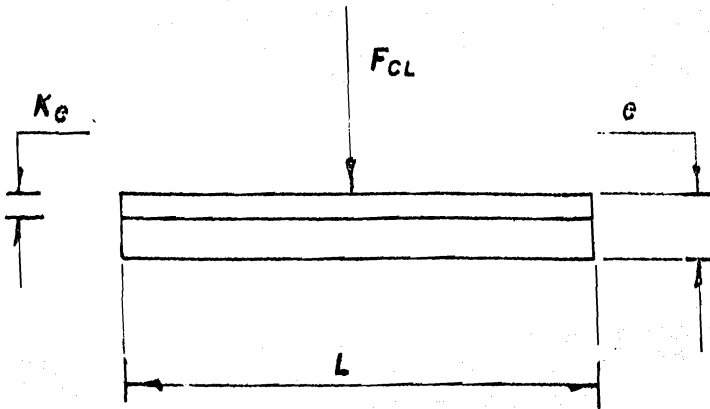


Figura V.3.1.2. Fuerza de corte.

Pero si ahora deseamos cortar con un ángulo diferente de 0° y el área a cortar es la misma que la anterior, ver figura V.3.1.3, observaremos que la fuerza se desplazará una distancia $L \cdot \text{Tan } \alpha$ por lo tanto que el trabajo realizado por esa fuerza es F_{c2} .

$$W_c = F_{c2} \cdot L \cdot \text{Tan } \alpha \dots\dots\dots (7)$$

En donde:

α = Angul. de ataque.

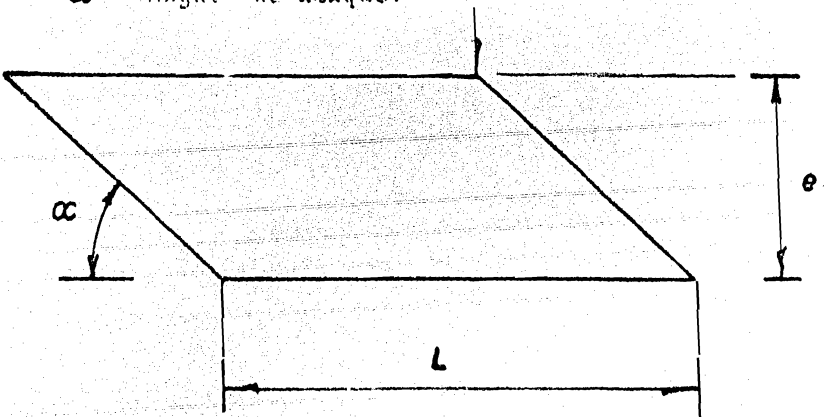


Figura V.3.1.3 Fuerza de corte al cortar con un ángulo diferente a 0° .

Como el trabajo para cortar el material es igual en ambos casos, se pueden igualar las ecuaciones.

$$\gamma_B \cdot L \cdot K \cdot t^2 = F_{c2} \cdot L \cdot \tan \alpha \dots\dots\dots (8)$$

De donde:

$$F_{c2} = \frac{\gamma_B \cdot K \cdot t^2}{\tan \alpha} \dots\dots\dots (9)$$

De donde se puede observar que la fuerza de corte F_{c2} es función del porcentaje de penetración (K) del material, de su espesor y de su ángulo de ataque.

V.3.2 Operación de formado.

En esta operación los factores que se consideran son los siguientes:

- 1) Radio de curvatura.
- 2) Fuerza de doblado.
- 3) El retroceso elástico del material.

1) Radio de curvatura. En esta sección de formado se debe de tener en cuenta que el radio mínimo de curvatura permitido es el espesor del material. En la vida práctica esto no da resultado en ciertas ocasiones principalmente por la calidad del material y por consiguiente se tiene que ir aumentando el radio en base a los resultados que se van obteniendo.

Partiendo de la teoría de que la fibra exenta de tensiones se encuentra en el centro de la pieza - conocido como eje neutro, se calcula la dilatación sufrida por la fibra exterior al realizarse la operación de curvado por medio de la siguiente ecuación.

$$\xi = \frac{\delta / 2}{r_i + \delta / 2} \dots\dots\dots (10)$$

En donde:

r_i = radio interior de curvatura.

δ = espesor de la chapa.

Cuando se trata de radios muy grandes, es decir curvatura plana, se puede despreciar $\delta/2$ en el denominador y ξ vale aproximadamente.

$$\xi = \frac{\delta}{2r_i} \dots\dots\dots (11)$$

Con la relación de r/δ grande, existe el problema de que el curvado tenga lugar sólo en la zona elástica y por lo tanto no se mantenga, para que esto no suceda ha de cumplirse la condición de que se sobre pase el límite elástico, es decir que siendo ∇_s el esfuerzo correspondiente al límite de elasticidad y E el módulo de elasticidad los dos proporcionados en Kg_p/mm^2 o en Kg_p/cm^2 se cumpla que:

$$\xi \geq \frac{\nabla_s}{E} \dots\dots\dots (12)$$

Por lo tanto el curvado máximo admisible es:

$$r_{i \text{ max.}} = \frac{E \cdot \delta}{2 \cdot \nabla_s} \dots\dots\dots (13)$$

Peró si se quiere considerar el radio de curvatura mínimo admisible no se puede despreciar el valor de $\delta/2$ en el denominador siendo el radio interior de curvatura mínimo:

$$r_{i \text{ min.}} = \delta / 2 \cdot (1/\xi - 1) \dots\dots\dots (14)$$

Como el valor aproximado para el radio de curvado mínimo admisible se puede considerar el de la siguiente ecuación.

$$r_{i \text{ min.}} = C.S$$

En donde:

s = Espesor de la chapa.

C = Coeficiente que depende de la calidad del material. ver las siguientes figuras V.3.1.4 y V.3.1.5.

2) Cálculo de la fuerza de doblado. Cuando una lámina se coloca sobre una matriz de doblar, se comporta en muchos casos como un sólido que se encuentra apoyado en sus extremos y se le aplica una carga en el centro, los esfuerzos pueden determinarse por las tablas de resistencias de materiales. Este caso puede apreciarse en la figura V.3.1.6.

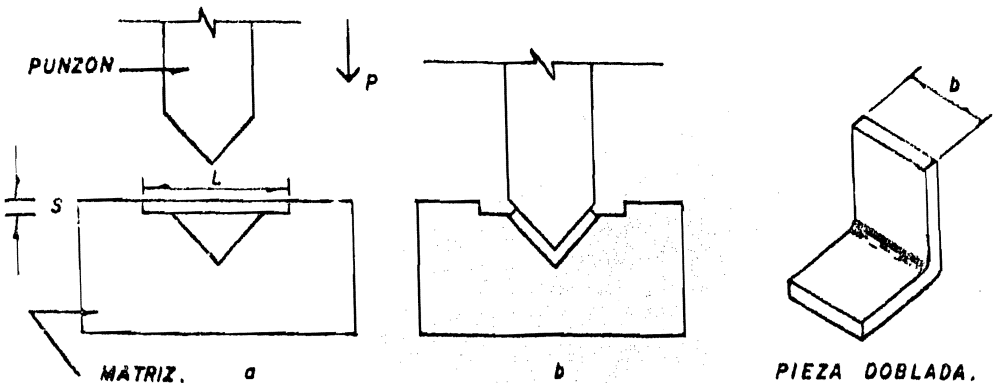


Figura V. 3.1.6 Cálculo de la fuerza de doblado.

Siendo la ecuación para el cálculo del esfuerzo total la siguiente:

H a e a i a l .

	1	2	3	4	5	6	7	8
	TSc10, Sc10 [Sc1-11123] Sc0,23,1,24	UUSE12, USE12 [ScV/VI/IX23] Sc2,24	USE13, RS213 [SEVI123] Sc3,24	USE14, RRSc14 [SEVI123, SEK23,Sc4,24	Sc24,22P	Sc37,21	Sc42,21	Chapa de acero cobreada.

A. Costado								
1. Resistencia a la contadura B [Kp/mm ²]	30-35	24-30	24-30	25-32	30	31	40	30-40
B. Curvado.								
Factor mínimo de redondeado para $A_{\min} = C \cdot S$	0,6	0,5	0,5	0,5	1,5	1,8	2,0	0,8
2. Factor de retroceso elástico K con $\lambda_2/S=1$	0,99	0,99	0,985	0,985	0,99	0,99	-	-
con $\lambda_2/S=10$	0,97	0,97	0,97	0,96	0,97	0,97	0,975	-
C. Embutición								
1. Lubricante.	Aceites emulsionables en agua, con mayor proporción de jabón y grasa cuando mayor sea la sollicitación o esfuerzo; bastas teñidas de cal o agua jabonada con gránulo granulado cuando se trata de chapas bastas.				Aceite usado mezclado con pasta de carbono.			
2. Presión del pistón prensachapas p_n [Kp/cm ²]	24	26	25	24	28	30	53	28
3. Relación de gradación γ_{na} para la:								
1a. embutición ^{1/}	1,7	1,8	1,9	2,0	1,9	1,7	1,6	1,5
2a. embutición sin recocido intermedio	1,2	1,2	1,25	1,3	1,3	-	-	-
3a. embutición con recocido intermedio	0,5	0,6	1,65	1,7	1,7	-	-	-
4. Factor q para embutición de piezas rectan- gulares.	0,34	0,31	0,29	0,28	0,29	0,35	0,37	0,42
5. Temperatura de incandescencia. (°C)	700-720°		650-750°		660-750°		680-750°	
6. Indicación para mordentear.	50% de ácido clorhídrico ó 20-30% de ácido sulfúrico 30% de ácido sulfúrico							
D. Característica del producto ^{2/} tal como se pone a la venta:								
1. Resistencia a la tracción B (Kp/mm ²)	28-50	28-42	28-40	28-38	34-42	37-45	42-50	30-35
2. Alargamiento $(\lambda)^{3/}$	-	24	27	30	29-26	20-18	20-16	20-16
3. Profundidad de abollado e (mm) para								
$\Delta = 0,5$ mm	7,5	8,2	8,7	9,2	-	-	-	7,5
$= 1,0$ mm	9,2	9,8	10,2	10,6	-	-	-	9,5
$= 2,0$ mm	11,0	11,9	12,1	12,3	-	-	-	11,6
E. Prescripciones DIN								
DIN 1623 (Chapa), DIN 1624 (Clnca)					DIN 1622		DIN 1543	
1. Tipo de material y calidad.								
2. Tolerancias de espesor y dimensiones ^{4/}	DIN 1541 para chapa fina. DIN 1544 para fleje de aceao = 0,05 a 5 mm. DIN 1016 para fleje de aceao laminado en caliente = 0,8 a 5 mm.				DIN 1542		DIN 1621, 1605	

1/ El valor de esta referido a $d = 100$ mm y $\lambda = 1$ mm.

2/ Obsérvense también las normas DIN 1602-5 y DIN A 114.

3/ Para las columnas 1 a 4, valor mínimo de alargamiento con longitud de medición $L=30$.

4/ Obsérvense también DIN 1620.

Material	Nº	Kp/mm ²	Kp/mm ²	%	n _B	Factor mínimo de redondeado C r mLn = C.S para espesor de cha ca S _i				
						0.5	1.0	2.0	3.0	6.0 mm
Al 99,5	3.0255.30	13	11	5	8-8,5	1,8	1,8	1,9	2,0	2,9
Al 99	3.0205.30	14	12	4	9-10	1,8	1,8	1,9	2,0	2,9
AlMnF 16	3.1505.30									
AlMg 1 F 16	3.3515.30	16	13	4	10-12	2,5	2,6	2,7	2,8	4,0
AlMg 2 F 21	3.3525.30	21	16	4	13-15	3,2	3,3	3,5	3,8	5,0
AlMg 3 F 26	3.3535.30	26	18	4	16-17	4,3	4,4	4,6	4,8	6,2
AlRMg 05 F 13	3.3309.30									
Al 99,9 Mg 05 F 13	3.3308.30	13	12	4	9-10	1,8	1,8	1,9	2,0	2,9
AlRMg 1 F 16	3.3310.30									
Al 99,9 Mg 1 F 16	3.3318.30	16	14	3	10-12	2,5	2,6	2,7	2,9	4,0
AlRMg 2 F 21	3.3329.30									
Al 99,9 Mg 2 F 21	3.3328.30	21	18	3	13-15	3,8	3,3	3,5	3,8	5,0
AlMg 3 SiF 26	3.3245.30									
AlMgMnF 26	3.3527.30	26	18	4	16-17	5,0	5,1	5,2	5,5	6,7
AlMgSi 1 F 28	3.2515.71	28	20	12						
(templado en caliente)					19-23	2,4	2,5	2,6	2,7	3,7
AlMgSi 1 F 32	3.2515.72	32	26	10						
(templado en caliente)										
AlCuMg 1 pl. F 39	3.1335.51	39	26	16	26	2,4	2,5	2,6	2,8	3,3
(templado en frío)										
AlCuMg 2 pl. F 41	3.1365.51	43	28	15	28	3,3	3,4	3,6	3,9	5,8
(templado en frío)										
AlZnMgCu 1,5 pl. F 51	3.4375.71	51	44	8	31	4,8	4,9	5,2	5,6	7,9
(templado en caliente)										

Figura V.3.1.6

$$p = \frac{2 \nabla_d \cdot b \cdot s^2}{3l} \dots\dots\dots (16)$$

En donde:

p = Fuerza total para el doblado en Kg.

∇_d = Esfuerzo a la flexión en Kg/mm². necesaria para la reformación permanente y para el prensado en el fondo de la matriz.

b = Longitud del doblado en mm.

s = Espesor del material en mm.

l = Distancia entre los apoyos del material por doblar.

Otro caso que se puede presentar es cuando la lámina sufre la aplicación de la carga en toda su superficie, excepto en los apoyos, en este caso es necesario considerar no sólo los esfuerzos, sino además la reacción propia del material, la de los apoyos, así como el pisador o prensachapas-extractor el cual va aumentando su resistencia hasta el final de la carrera.

En las máquinas multiformadoras los cálculos de la potencia necesaria son muy relativos para simplificar, puede considerarse al esfuerzo máximo de doblado ya que en estas máquinas el doblado se realiza directamente sobre el madril central. Por lo tanto:

$$p = \frac{\nabla_d \cdot b \cdot s}{3} \dots\dots\dots (17)$$

3) Retroceso elástico del material. Las diferentes durezas del material que se trabaja, dan lugar a un comportamiento distinto durante la operación de conformado, principalmente al realizar curvados en ángulos rectos, ya que las piezas muestran tendencia a volver a su forma inicial, es por ello que las piezas se curvan hasta una medida que sobrepasa a la que se desea, de tal forma que al reaccionar quedan con el doblado requerido.

La magnitud del retroceso depende no solamente de la dureza o resistencia del material sino también de la relación (radio de doblado/espesor de la chapa), ya que al disminuir la relación r_i/S , es decir al aumentar la curvatura, disminuye también la componente elástica en la deformación y la reacción elástica del material será mayor con radios de curvado grandes que con radios pequeños.

Si se designa el radio de curvado interior al efectuar la operación de un estampado por r_{i1} y al mismo radio cuando se extrae la pieza después del retroceso elástico del material hasta alcanzar su forma definitiva, se le designa por r_{i2} se tiene que el radio de punzonado de la estampa será:

$$r_{i1} = K (r_{i2} + (s/2)) - (s/2) \dots \dots \dots (18)$$

En donde:

r_{i1} = Radio del punzonado.

r_{i2} = Radio después del punzonado.

s = Espesor.

$$K = \frac{\alpha_1}{\alpha_2}$$

En donde:

α_1 = Angulo de curvado al realizar la operación en la estampa.

α_2 = Angulo resultante después del retroceso elástico.

Este valor de K se determina mediante las curvas de la figura V.3.1.7, Diagrama de Sachs partiendo del valor r_{i2}/s , (radio entre de la chapa), o en las tablas V.3 donde se dan los valores para K si $r_{i2}/s = 1$ y $r_{i2}/s = 0$.

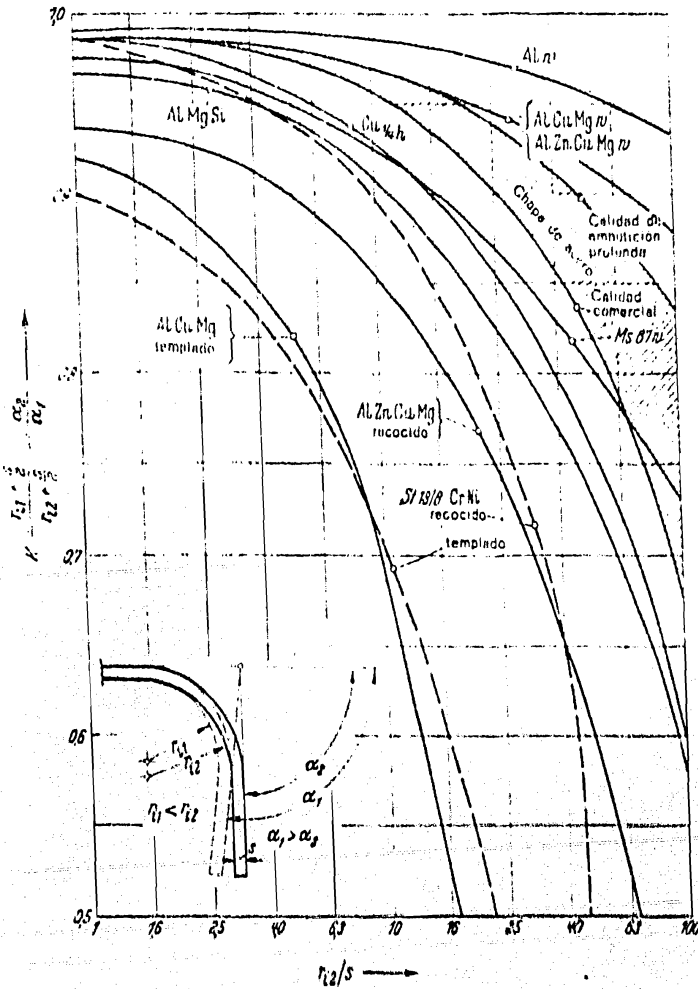


Figura V.3.1.7. Diagrama de Sachs.

Este valor de K se determina mediante las curvas de la figura V.3.1.7, Diagrama de Sachs partiendo del valor r_{i2}/s , (radio entre de la chapa), o en las tablas V.3 donde se dan los valores para K si $r_{i2}/s = 1$ y $r_{i2}/s = 0$.

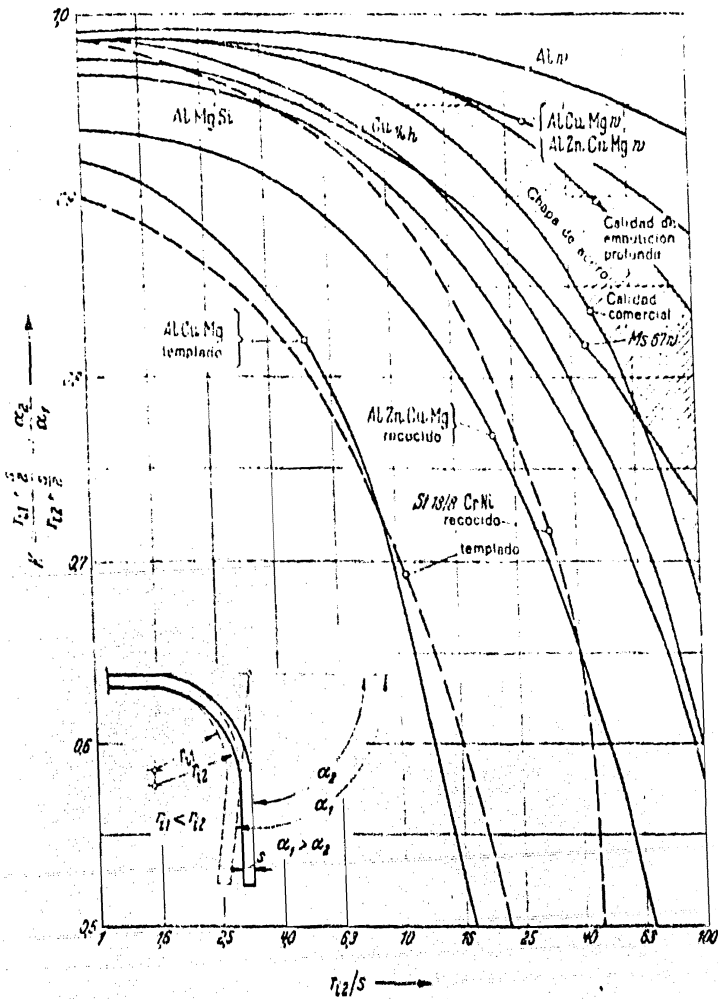


Figura V.3.1.7. Diagrama de Sachs.

V.4 Aplicación de los puntos anteriores a ejemplos especí-
ficos.

Ejemplo práctico en fleje.

Dentro de los ejemplos tipos fabricados en máquinas -
multiformadoras, analizaremos una pieza llamada estuche sella-
do, la cual es parte de una caja que contiene equipo eléctrico.

Estación de troquelado.

- a) Como primer punto para el análisis del herramental
se presenta el plano de la pieza en cuestión. Ver
figura V.4.1.

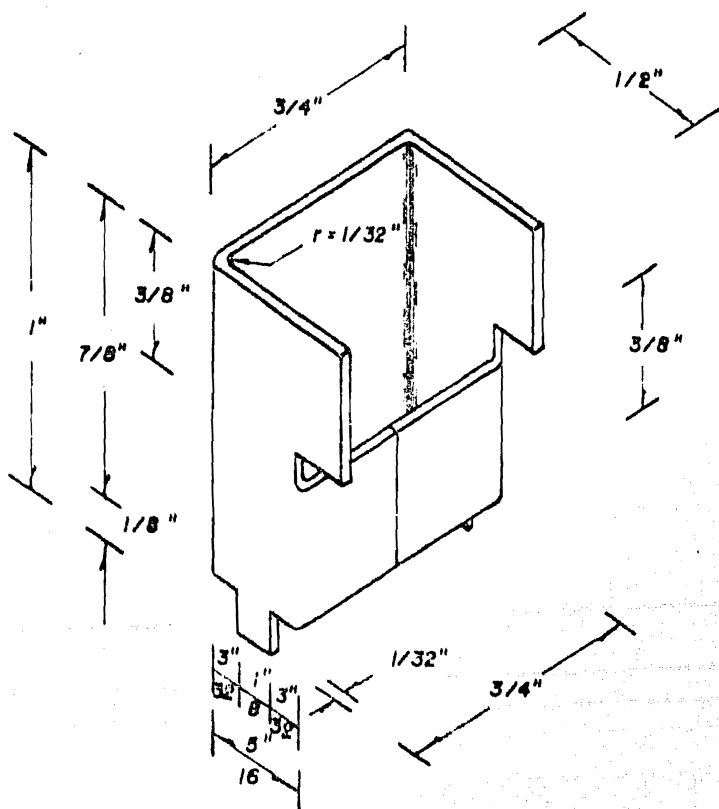


Figura V.4.1. Estuche sellado.

b) Selección de materiales para herramientas.

Dentro de las consideraciones importantes para efectuar una correcta selección de materiales, es como ya hemos mencionado el análisis de la geometría de la herramienta, la cual en cada caso nos presenta diferentes zonas críticas de concentraciones de esfuerzos y asimismo diferentes condiciones en la operación misma de la herramienta. En la figura V.4.2 y V.4.3 se puede apreciar el diseño del instrumental para la estación de troquelado, así como los materiales y durezas requeridas en todas las herramientas que intervienen en esta estación, como podemos ver, el acero que, correspondió a los punzones es un acero de alta velocidad, el cual nos proporciona una alta resistencia al desgaste y al impacto, estos aceros son adecuados para trabajo en frío y en algunos casos en caliente cuando se requiere de un alto rendimiento en la vida de la herramienta para producir grandes volúmenes de piezas, ya que podíamos haber seleccionado algún otro acero adecuado para trabajo en frío como sería por ejemplo el AISI O1, el cual nos proporcionaría condiciones similares de trabajo, aunque con una notoria reducción en la vida de las herramientas.

Por lo que respecta al acero seleccionado para matrices en la estación de troquelado, también fue un acero de alta aleación con propiedades físicas como son alta resistencia al desgaste, una tenacidad similar al AISI M2 y con la ventaja de ser indeformable al temple, condiciones favorables para matrices con partes internas agudas.

c) Tolerancias en las operaciones de corte entre matriz y punzón.

Como anteriormente hablamos explicado que en la vida práctica el huelgo de corte era un 10% de el espesor del material, procederemos a realizar el cálculo del huelgo con la siguiente fórmula para espesores menores de 3 mm:

$$y_s = C.S. \sqrt{Z} \quad (1)$$

$$y_s = (0.01)(0.8)(\sqrt{30}) = 0.043 \text{ mm.}$$

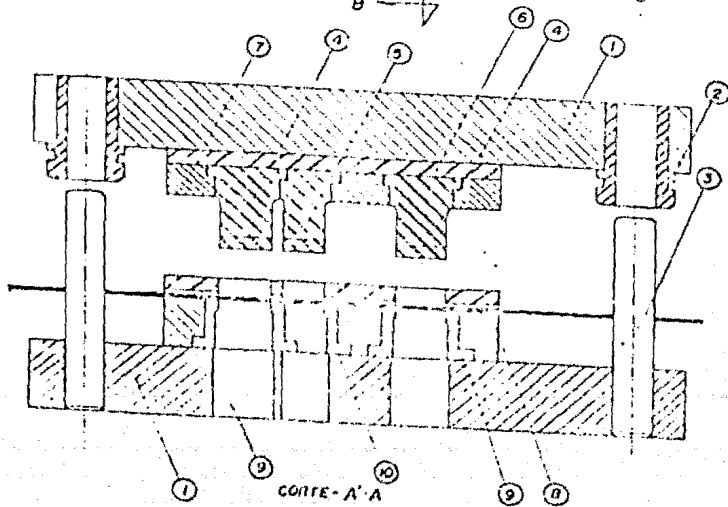
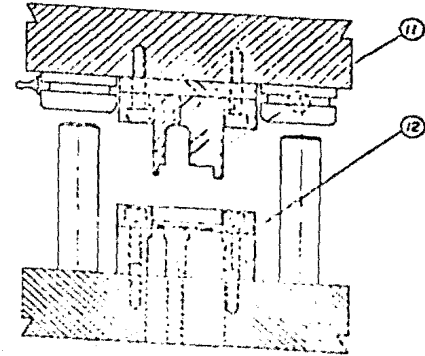
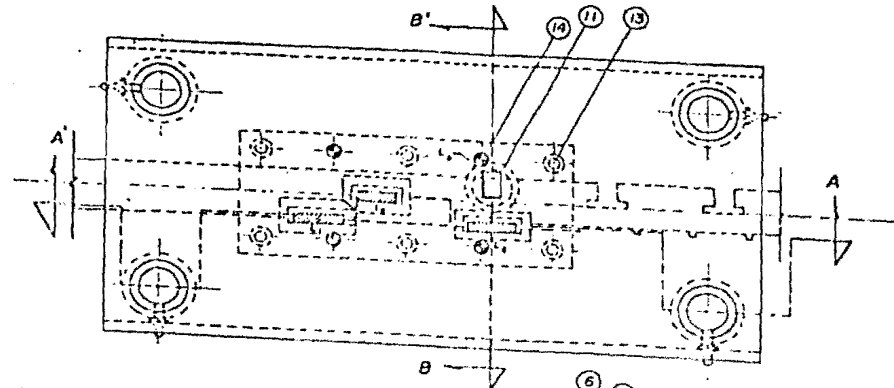


FIG. V.4.2

FACULTAD DE INGENIERIA

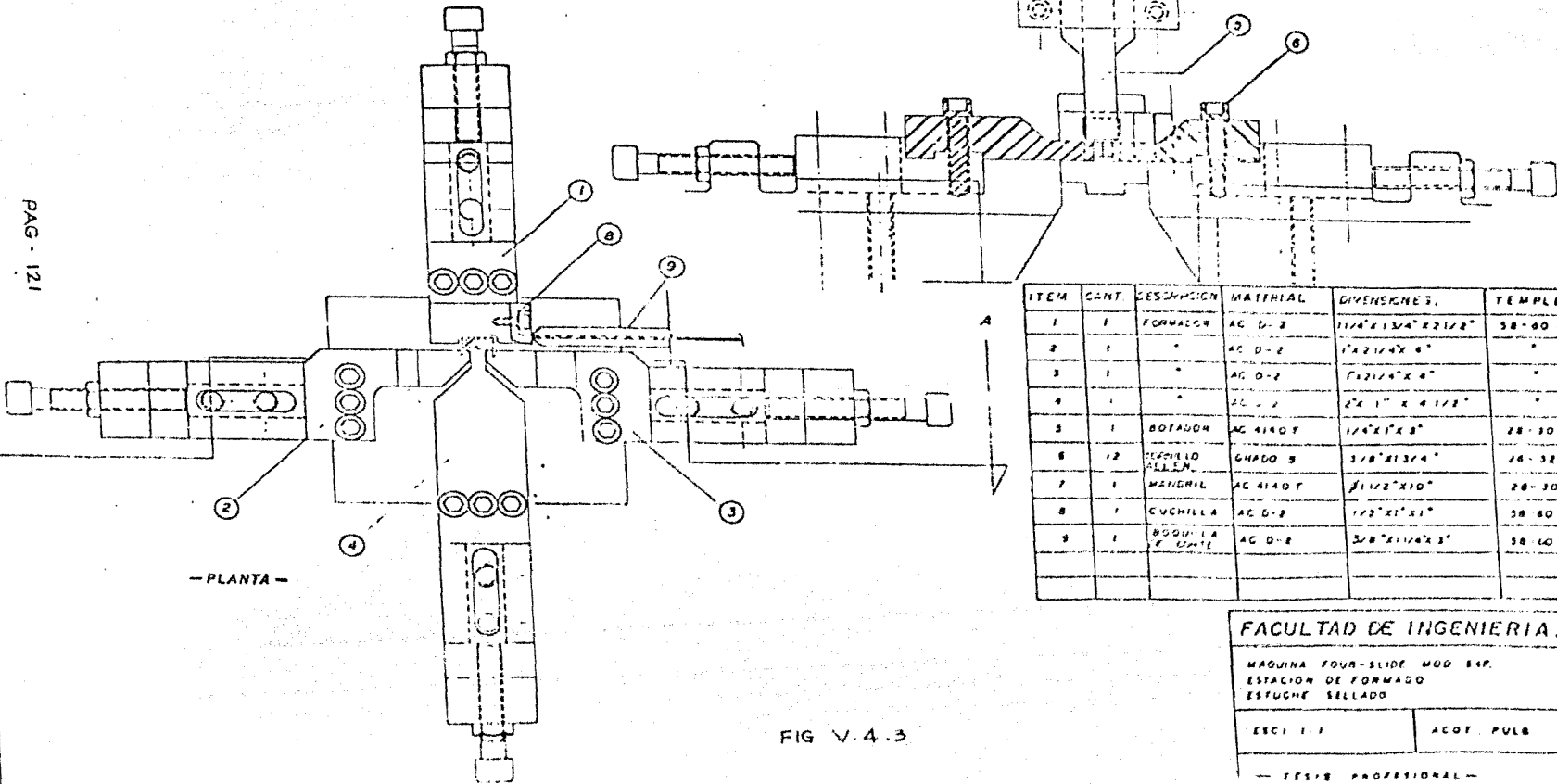
ESTACION DE TRIZELADO DE ESTUDIO SELLADO MASA NA FOUR S. DE MOD 54P

E S C : 1-1 ACOT PULO

- TESIS PROFESIONAL -

ITEM	CANT.	DESCRIP.	MATER. AL.	DIMENSIONES	TEMPLE.
1	2	ZARZAS	FIERRO	12" X 6"	
2	4	BUJES.	BRONZ LUBRICADOS	1/2" X 3/4"	
3	4	POSTES	AC. D-1	3/8" X 1/2"	18-60R
4	2	PUNZON	AC. D-1	3/4" X 1/2" X 1/2"	60-68 °
5	1	"	"	1/2" X 1/2" X 1/2"	"
6	1	SUPRACARA	"	3/4" X 1/2" X 1/2"	52-54 °
7	1	PORTA PUNZON	AC. 4337T	1/2" X 1/2" X 1/2"	18-20 °
8	1	GUIA	AC. D-1	1/2" X 1/2" X 1/2"	18-24 °
9	2	MATAJE	AC. D-2	3/4" X 1/2" X 1/2"	60-68 °
10	1	"	"	1/2" X 1/2" X 1/2"	"
11	1	PUNZON	"	1/2" X 1/2" X 1/2"	"
12	1	MATAJE	"	"	"
13	6	TORNILLOS ALLEN	GRABO-5	1/4" X 1/2" X 1/2"	18-24 °
14	4	TRABACOS	AC. D-1	1/2" X 1/2" X 1/2"	60-68 °

- ESTACION DE FORMADO -



- PLANTA -

ITEM	CANT.	DESCRIPCION	MATERIAL	DIMENSIONES.	TEMPER.
1	1	FORMACOR	AC D-2	1 1/4" X 1 3/4" X 2 1/2"	58-60 RI.
2	1	"	AC D-2	1" X 1 1/4" X 1"	"
3	1	"	AC D-2	2 1/2" X 1" X 1"	"
4	1	"	AC - 2	2" X 1" X 1 1/2"	"
5	1	BOTADOR	AC 4140 F	1 1/4" X 1" X 3"	28-30 RI.
6	12	PERNOS ALIUM.	CHADO 3	3/8" X 1 3/4"	16-32"
7	1	MANGRIL	AC 4140 F	1 1/2" X 1 1/2"	28-30"
8	1	CUCHILLA	AC D-2	1 1/2" X 1 1/2"	58-60"
9	1	BODQUILLA Y OJETA	AC D-2	3/8" X 1 1/4" X 3"	58-60"

FIG V. 4.3

FACULTAD DE INGENIERIA.	
MAQUINA FOUR-SLIDE MOD 81F. ESTACION DE FORMADO ESTUCHE SELLADO	
EXCI. 1-1	ACOT. PULB
- TESIS PROFESIONAL -	

Datos:

$$C = 0.01$$

$$S = 1/32 = 0.8 \text{ mm.}$$

$$\tau_B = 30 \text{ Kg/mm.}$$

d) Cálculo de la capacidad del troquel.

Para poder determinar la capacidad del troquel tendremos que utilizar la siguiente fórmula antes mencionada:

$$P = \tau_B \cdot t \cdot L \quad \dots \dots \dots (3)$$

en donde:

$$\tau_B = 30 \text{ Kg/mm.}$$

$$t = 1/32" = 0.8 \text{ mm.}$$

$$L = L_1 + L_2 + L_3 + L_4$$

Calcularemos el perímetro de corte de t_1 ; t_2 ; t_3 y t_4 .

$$L_1 = L_3; \quad L_1 = 2(23.8) + 2(3.1) = 53.8 \text{ mm.}$$

$$L_2 = 2(19.2) + 2(3.1) = 44.6 \text{ mm.}$$

$$L_4 = 2(9.4) + 2(10.1) = 39.0 \text{ mm.}$$

de donde:

$$L = 53.8 + 44.6 + 39 = 137.4 \text{ mm.}$$

sustituyendo en la ecuación (3).

$$P = \tau_B \cdot L \cdot t$$

$$P = (30)(137.4)(0.8) = 3316.8 \text{ Kp.}$$

$$P = 4.5 \text{ Toneladas.}$$

Estación de formado:

a). Operación de cizallamiento.

El claro u holgura entre las cuchillas de corte se recomienda para este calibre de 1/32" un 6% del espesor del material, O = Claro u holgura entre las cuchillas de corte.

$$O = (0.787)(0.06) = 0.047 \text{ mm.}$$

Obtención de la fuerza de corte: se consideran cuchillas de corte rectas.

$$F_{cl} = \tau_B \cdot L \cdot t.$$

$$F_{cl} = (30)(9.52)(0.787) = 224.7 \text{ Kg.}$$

en donde:

$$\tau_B = 30 \text{ Kg/mm.}$$

L = Longitud del material.

$$L = 3/8" = 9.52 \text{ mm.}$$

$$t = 1/32" = 0.787 \text{ mm.}$$

En esta estación de doblado debemos de tener presente dos condiciones importantes que van íntimamente ligadas al calibre y a la calidad del material que se utilizará y que son:

- a) Radio de curvatura (mínimo el espesor del material)
- b) Retroceso elástico del material.

Analizaremos primeramente el radio de curvatura r_i máximo admisible con la ecuación (13).

$$r_i \text{ max. " } = \frac{E \cdot S}{2 \sqrt{\Delta}} \dots \dots \dots (13).$$

en donde:

$$S = 1/32" = 0.787 \text{ mm.}$$

$$\nabla_s = 30 \text{ Kg}_p/\text{mm.}$$

$$E = 21,500 \text{ Kg/mm.}$$

En el doblez frontal es despreciable la fuerza-par de 75 Kg. siendo la capacidad de la máquina mucho mayor.

Retracción elástica del material. - En este ejemplo se ha de curvar una chapa de 1/32" (0.787 mm) de espesor calidad comercial. Efectuándose la operación en una estampa. El ángulo ha de ser exactamente recto y el radio de curvado igual al espesor del material; según la figura V.1.7 para este material teniendo en cuenta que $r_{i2}/S = 1$; se obtiene de la tabla V.3.4 el valor de $K = 0.99$ por lo tanto el radio de punzonado de la estampa será:

$$r_{i1} = K (r_{i2} + (S/2)) - (S/2)$$

$$r_{i1} = 0.99 (0.787 + (0.787/2)) - 0.787/2 = 0.778 \text{ mm}$$

$$r_{i1} = 0.778 \text{ mm.}$$

En seguida calcularemos el ángulo de la estampa. Utilizando la relación $K = (\alpha_2 / \alpha_1)$, sumando a ambos miembros 180° tenemos lo siguiente y de la tabla V.3.7 $K = 0.99$

$$180^\circ - \alpha_1 = 180 - (\alpha_2 / K) = 180^\circ - (90^\circ / 0.99)$$

$$180^\circ - \alpha_1 = 90 / 0.99; \alpha_1 = (90^\circ / 0.99) + 180^\circ$$

$$\alpha_1 = 90.9 \approx 91^\circ$$

$$\alpha_1 = 91^\circ$$

Debe cumplirse que: $\alpha_1 > \alpha_2$.

Ejemplo práctico en alambre.

Eslabón de gancho. En la mayoría de ejemplos en alambre, cabe mencionar que la primera estación de troquelado, no tiene mucha aplicación, salvo en un caso mucho muy especial.

a) Analizaremos como primer paso el dibujo original de la pieza.

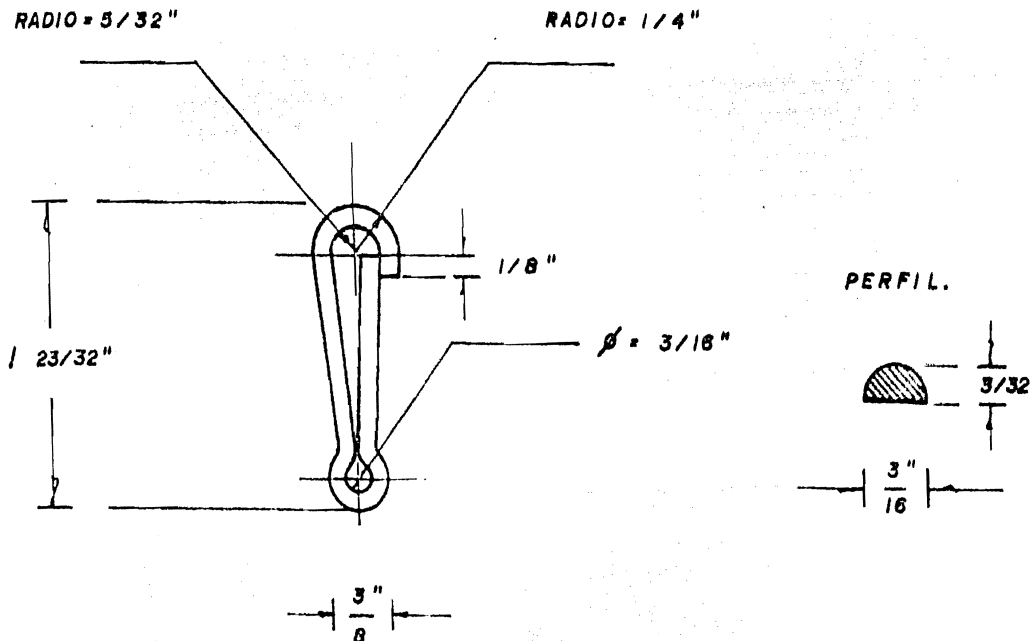
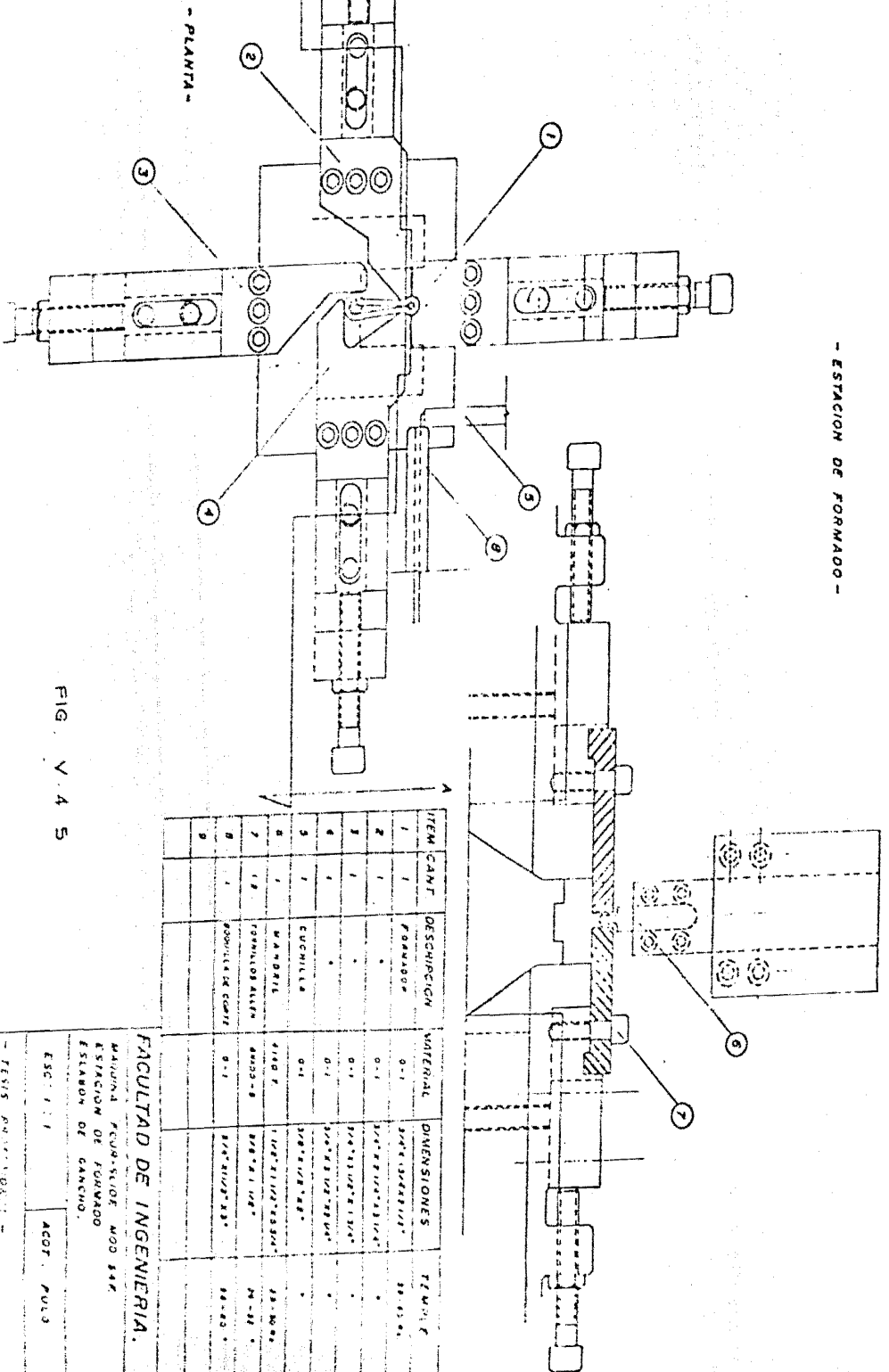


Figura V.4.4. Eslabón de gancho.

b) Selección adecuada de los aceros.

En los esquemas de los accionamientos, presentaremos una tabla completa referente a la selección de aceros, así como sus respectivas durezas. Ver figura V.4.5



ITEM	CANT	DESCRIPCION	MATERIAL	DIMENSIONES	T.M. P
1	1	FORNADOR	0-1	1/2" x 1/2" x 1/2"	25-05-01
2	1	"	0-1	1/2" x 1/2" x 1/2"	"
3	1	"	0-1	1/2" x 1/2" x 1/2"	"
4	1	"	0-1	1/2" x 1/2" x 1/2"	"
5	1	CUCHILLA	0-1	1/2" x 1/2" x 1/2"	"
6	1	MANDRIL	SILO F	1/2" x 1/2" x 1/2"	25-05-01
7	1/2	FORNADORES ALIEN	ANOD-8	1/2" x 1/2" x 1/2"	25-05-01
8	1	RODILLOS DE CANT	0-1	1/2" x 1/2" x 1/2"	25-05-01
9					

FACULTAD DE INGENIERIA.

MAQUINA FEUR-SLIDE MOD 346

ESTACION DE FORMADO

ESTACION DE GANCHO.

ESC. 1:1

ACOT. PUL3

FIG. V.4.5

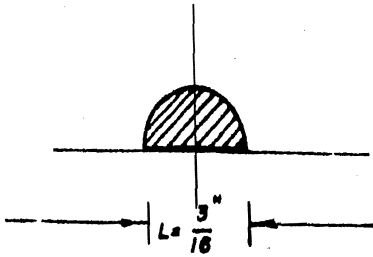
c) Operación de cizallamiento.

La operación de cizallamiento se realiza en forma rec- ta. A continuación presentaremos el cálculo de la fuerza de corte necesaria para poder llevar a cabo esta operación.

$$F_{cl} = \tau_B \cdot L \cdot S$$

$$F_{cl} = [35] (4.75) (2.375)$$

$$F_{cl} = 394 \text{ Kp.}$$



$$L = 3/16" = 4.75 \text{ mm.}$$

$$\tau_B = 35 \text{ Kp/mm}^2$$

$$S = 3/32" = 2.375 \text{ mm.}$$

Material. 1020

d) Cálculo para determinar la fuerza de los dobleces.

Como la pieza es irregular determinaremos por igual- dad de áreas el ancho "b" para poder determinar los dobleces en forma de "u"

$$A_c = \pi \cdot r^2 = (3.1416) \times (2.4)^2$$

$$A_c = 17.78 \text{ mm}^2.$$

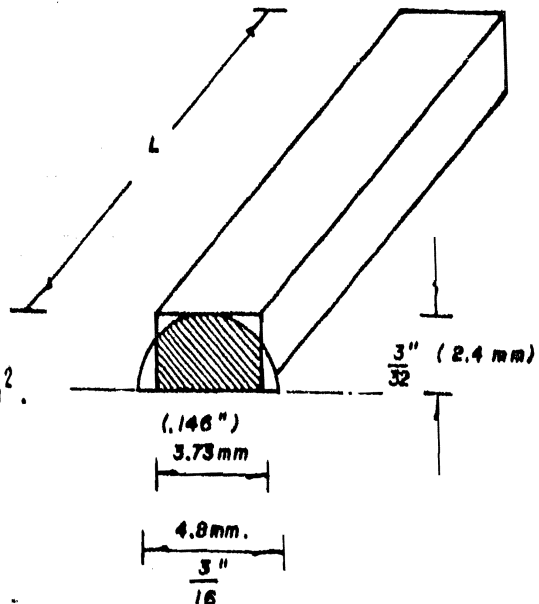
Area de 1/2 circunferencia

$$A_{1/2} = 8.89 \quad 8.9 \text{ mm}^2$$

Area del rectángulo

$$A_R = 3.73 \times 2.4 = 8.89 \quad 8.9 \text{ mm}^2.$$

$$b = 3.73 \text{ mm.}$$



$$r_{i \text{ máx.}} = \frac{(21,500) (0,787)}{2 (30)} = 282 \text{ mm,}$$

$$r_{i \text{ máx.}} = 282 \text{ mm.}$$

Para calcular el radio mínimo permisible no se debe de descartar el alargamiento de rotura:

Como $r_i = S$

$$\xi_B = \frac{1}{2 \left[\frac{r_i}{S} \right] + 1} = \frac{1}{2 \left[\frac{0,031}{0,031} \right]} = .33$$

o bien:

$$r_{i \text{ mín}} = \frac{S}{2} \left[\frac{1}{\xi_B} - 1 \right] =$$

$$r_{i \text{ mín}} = \frac{.787}{2} \left[\frac{1}{.33} - 1 \right] = .812 \text{ mm.}$$

$$r_{i \text{ mín}} = 0.812 \text{ mm.}$$

Hemos explicado que aún rebasando el alargamiento de rotura no se llega a ro por la lámina.

Existe una fórmula más práctica para poder determinar el radio mínimo, por la siguiente expresión antes mencionada.

$$r_{\text{mín}} = C.S.$$

en donde; C. Este coeficiente depende de la calidad del material para C.R.S.; $C = 0.6$

de donde;

$$r_{\text{mín}} = (0.6) (0.787) = 0.472 \text{ mm.}$$

$$r_{\text{mín}} = 0.472 \text{ mm.}$$

Cálculo de la fuerza del doblado. En el primer esque ma de esta segunda estación se observan las dimensiones de la pieza en lo que respecta a los dobleces en "U" que aparecen; -

para estos con la siguiente fórmula calcularemos la fuerza necesaria para realizarlos,

$$P_1 = \frac{\nabla_d \cdot b \cdot s}{3} = \frac{3(30)(19.05)(0.787)}{3} = 460 \text{ Kg}; \quad d = 3R$$

$$R = 30$$

$$P = 460 \text{ Kgs.}$$

e) Cálculo de la fuerza que se requiere para el doblado.

$$\text{Fórmula. } p = \frac{\nabla_d \cdot b \cdot s}{3}$$

$$\nabla_d = 3 \cdot R$$

$$\nabla_R = 35 \text{ Kg/mm}^2.$$

$$\nabla_d = 3(35) = 105 \text{ Kg/mm}^2$$

$$b = 3.73$$

$$s = \frac{3''}{32} = 2.4 \text{ mm.}$$

$$P = \frac{(105)(3.73)(2.4)}{3}$$

$$P = 519.98 \approx 520 \text{ Kg.}$$

CAPITULO VI.

SELECCIÓN DE PARTES PARA MANUFACTURARSE EN MÁQUINAS MULTIFORMADORAS.

Para seleccionar adecuadamente partes que han de procesarse en máquinas multiformadoras se deberá elaborar un análisis de cada una de las razones que justifiquen la selección de la parte en cuestión.

Se deberá considerar, como punto importante, la materia prima de la cual se parte para la obtención de la pieza y conocer sus especificaciones y propiedades tanto físicas como químicas, es decir; calidad de material, presentación, alambre o lámina, dimensiones: diámetro en caso del alambre o ancho y espesor en caso de la lámina, esfuerzo a la tensión, esfuerzo al corte, dureza Brinell, etc.

También deberá considerarse la geometría final de la pieza para analizar cuidadosamente los puntos críticos como son: radios mínimos permisibles, tolerancias, etc.

Así mismo, se deberá estudiar la parte en cuestión para ver si requiere de operaciones especiales que puedan realizarse en las diferentes estaciones de las máquinas, como son: operaciones de; extruido, roscado estampado, soldado, ensamblado con alguna otra pieza, etc.

Por otra parte, habrá de considerarse el volumen requerido de la parte que se está analizando, que aunque generalmente son volúmenes altos en algunos casos se justifica por la simplicidad de las piezas, la manufactura en este tipo de máquinas de volúmenes pequeños. En función de los resultados de lo antes expuesto, de ser conveniente la manufactura de la parte en cuestión en máquinas multiformadoras, se procederá a seleccionar el tipo de máquina horizontal, vertical o radial en función de las características de cada uno de estos tipos, las cuales ya se mencionaron en capítulos anteriores, y se procederá una vez efectuada esta selección a un análisis superficial de los requerimientos para la manufactura, como son: la carrera de alimentación, el No. de estaciones de prensado y la carrera de los punzones en estas estaciones, la carrera de corte requerida, los niveles de formado que serían necesarias y la carrera requerida de las herramientas de formado.

Así mismo, se analizará la potencia requerida para manufacturar la parte en cuestión. Una vez efectuado el análisis anterior deberá obtenerse la decisión de si es o no adecuada la parte para manufacturarse en este tipo de máquinas, no sin antes considerar la posibilidad de manufacturarla en otro tipo de máquinas, es decir por otros métodos posibles.

VI.1 Selección de partes de lámina.

A continuación analizaremos una abrazadera de contacto pieza que requiere de volúmenes altos de producción ya que su consumo es elevado. Ver figura VI.1.1.

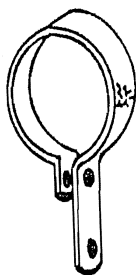


Figura VI.1.1. Abrazadera de contacto, material Acero de bajo carbono.

Como podemos apreciar la abrazadera de contacto requiere de dobles en un solo plano, por lo cual es una pieza de relativa simplicidad para una máquina multiformadora, por lo que respecto al material, se requiere un acero de bajo carbono lo que sería una calidad 1010, 1013 ó 1018 (AISI), y las dimensiones de la lámina serían 0.020" de espesor y 0.250" de ancho, las cuales están dentro de los rangos de operación de estas máquinas. La secuencia de operaciones para formar esta pieza se inicia en la estación de prensado de la máquina y requiere de 6 operaciones diferentes. Ver figura VI.1.2.

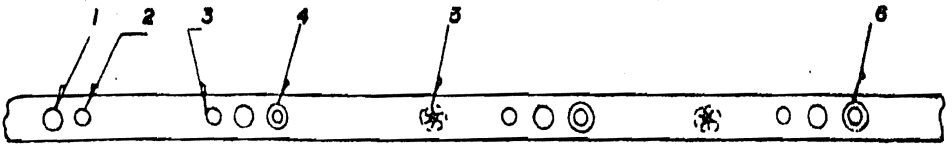


Figura VI.1.2. Secuencia de operaciones para el formado de la pieza mostrada en la Figura VI.1.1.

En las operaciones 1, 2 y 3, los barrenos son perforados en la lámina, en la operación 4 se forma una extrusión para una rosca estándar de diámetro 4-40, que servirá para el tornillo de unión de la abrazadera. En la operación 5 se perfora y dobla la lámina creando una protuberancia de metal que servirá para que tenga más agarre la abrazadera al montarse.

Posterior a esta estación de prensado va instalado el aditamento de roscado, que actuará efectuando la rosca en la extrusión previa que se efectuó sobre el material en la estación de prensado, y es conveniente mencionar que el material deberá estar perfectamente sujeto mientras actúa la estación roscadora, por lo cual será necesario que la leva de transmisión de movimiento a las herramientas de prensado, mantenga a estas en posición delantera para mantener fijo al material durante el tiempo que transcurre para que la leva gire 270° , lo cual es suficiente, ya que, el tiempo requerido por la unidad roscadora es el equivalente a que la leva de la estación de prensado gire 180° . La velocidad de rotación de la herramienta en la unidad roscadora es de 2,300 rpm., al regreso y 1,700 rpm., en la carrera de trabajo.

Posteriormente a estas operaciones la tira de la lámina se alimenta y queda sobre el mandril de formado en donde requerirá de dos niveles de formado para conformar la pieza a su geometría final. Para estos se requerirá de la acción de 8 herramientas incluyendo en esta la de la estación de corte. A continuación se ilustra en la figura VI.1.3, el arreglo de herramientas para la operación que se efectúa en el primer nivel de formado.

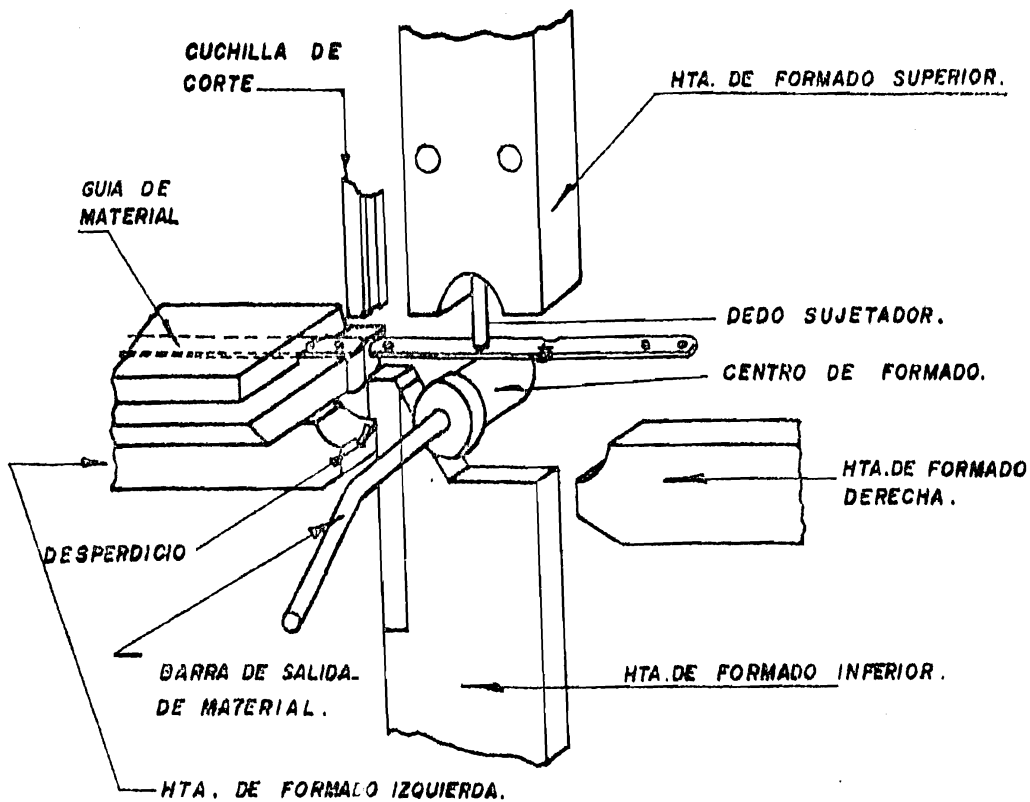


Figura VI.1.3 Arreglo de herramientas en el primer nivel de formado.

Con el herramental mostrado en la figura anterior se efectúa el corte y el primer formado de la pieza. Ver figura VI.1.4.

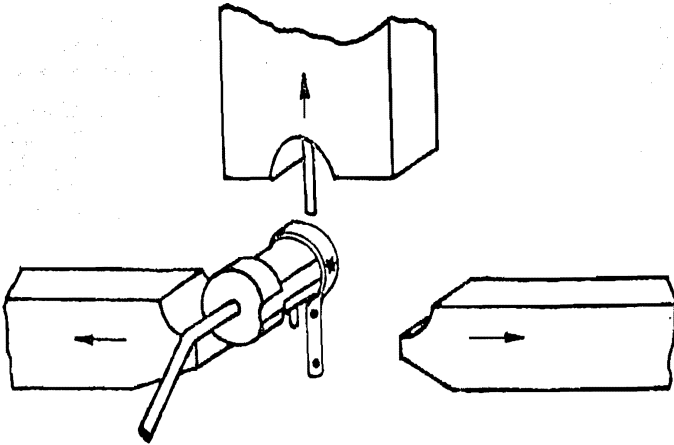


Figura VI.1.4. Primer nivel de formado.

En las ilustraciones mostradas en la figura VI.1.5 se muestra la transferencia de la pieza al segundo nivel de formado y la acción de las herramientas de formado del segundo nivel.

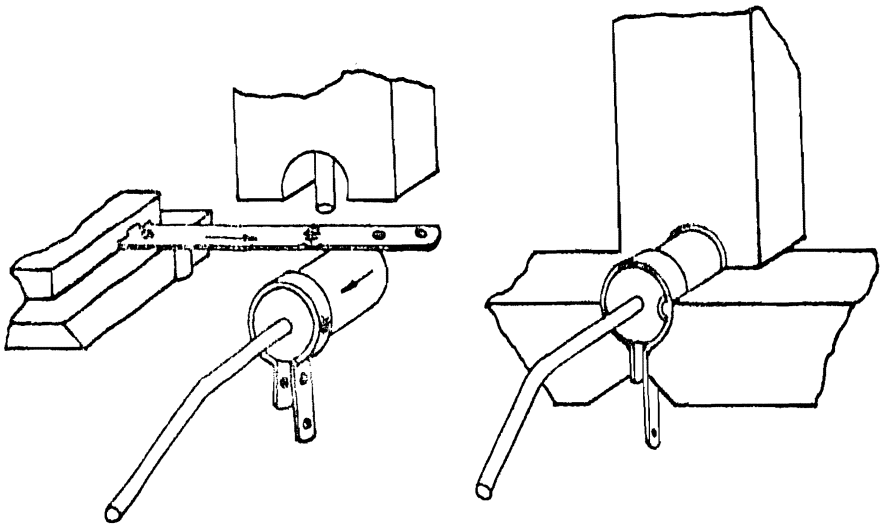


Figura VI.1.5. Segundo nivel de formado.

La máquina sobre la cual se manufactura esta pieza es una máquina vertical con las siguientes especificaciones.

- * Frecuencia de operación de 60 a 300 piezas por mi nuto.
- * Ancho de la lámina máximo admisible 1.5".
- * Espesor de la lámina máximo admisible 0.062".
- * Longitud de alimentación 8".
- * Carrera de herramientas de prensado 0.750".
- * Número de estaciones de prensado admisibles, 1.
- * Capacidad de máquina - 20 toneladas.
- * Carrera máxima de corte 0.375".
- * Carrera de herramienta de formado superior 1".
- * Carrera de herramienta de formado inferior 1".
- * Carrera de herramienta de formado laterales 1.5".
- * Carrera de botador 0.562".
- * Diámetro de centro de formado 0.562".

VI.2 Selección de partes de alambre.

Por lo que respecta a piezas manufacturadas en alambre las máquinas multiformadoras en sus tres tipos han incorporado una gran cantidad de piezas, desde piezas de relativa facilidad para su manufactura, como son aquellas que requieren de dobleces en un solo plano y que son terminadas utilizando un solo nivel de formado, hasta piezas que requieren de dobleces en varios planos y que por su geometría requieren de dos niveles de formado o de aditamentos especiales en las máquinas y aún en casos especiales, en partes con un alto grado de dificultad se han desarrollado diseños de herramienta para tres niveles de formado.

A continuación se presentan figuras de diferentes piezas que requieren de dobleces en un solo plano y un solo nivel de formado.

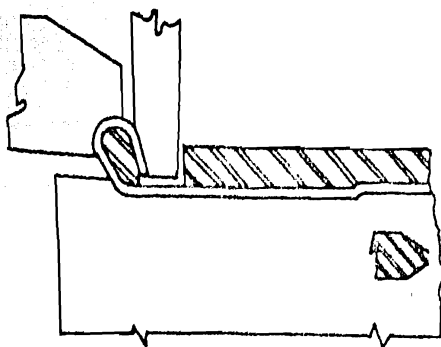
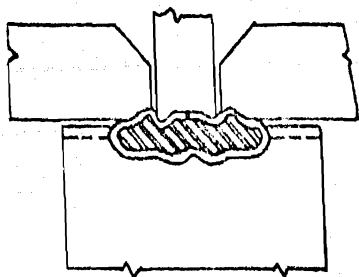
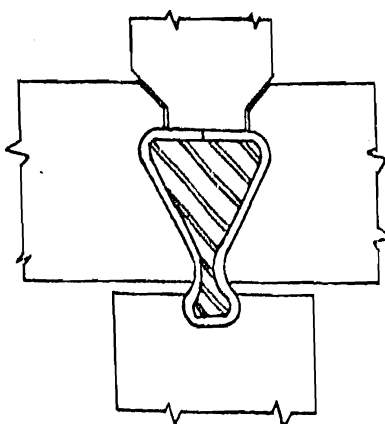
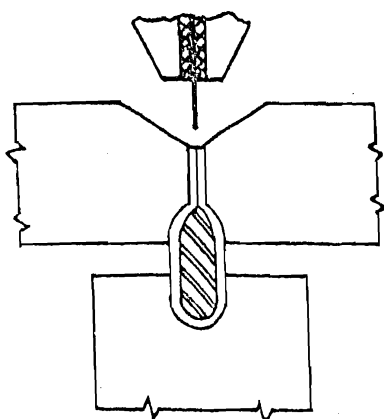
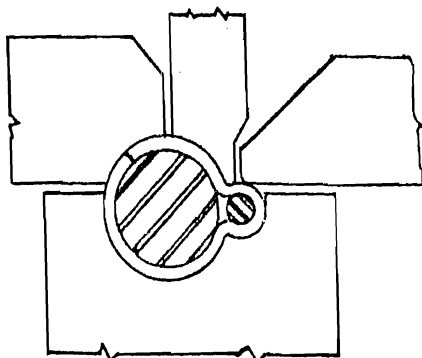
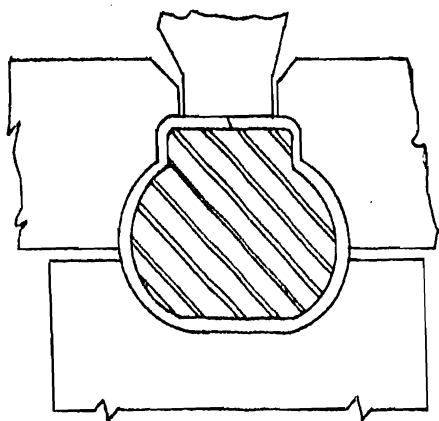


Figura VI.2.1. Piezas que requieren de dobleces en un solo plano y un solo nivel de formado.

A continuación analizaremos el arreglo de herramienta de una pieza de alambre que es común y conocida para la mayoría de la gente en el mundo, ya que su función es de servir de agarradera en los relojes despertadores de mesa. Esta pieza se fabrica en acero de bajo carbón (1010, 1013, 1015 y 1018) AISI, con un desarrollo promedio en este caso de 4" de longitud y en máquinas multiformadoras horizontales (Four-slide) a una frecuencia de operación de 12,000 piezas/hora, que aunque de hecho es posible fabricar utilizando otros métodos, los altos volúmenes de producción aunados al bajo costo del herramienta requerido y a la eliminación de operaciones secundarias, han sido factores determinantes para su incorporación como una parte apropiada para las máquinas multiformadoras horizontales, además estas piezas son producidas en diferentes tamaños que se requieren en la industria relojera.

Para la manufactura de esta pieza, la longitud correcta del alambre es alimentada y presentada frente al centro de formado principal donde paralelamente actúa la cuchilla de corte desprendiendo la longitud requerida de material, y la herramienta de formado frontal que efectúa el primer dobléz al alambre. Ver figura VI.2.2.

Una vez efectuado el primer dobléz, la herramienta de formado frontal se mantiene en posición adelante, sujetando a la pieza contra el centro de formado, permitiendo que las herramientas laterales izquierda y derecha actúen sobre los dos extremos del alambre efectuando dobleces sobre el centro de formado. Ver figura VI.2.3

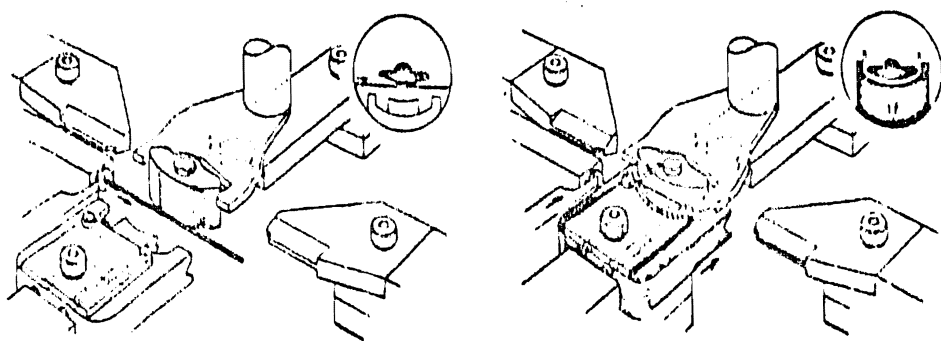


Figura VI.2.2. Primera operación.

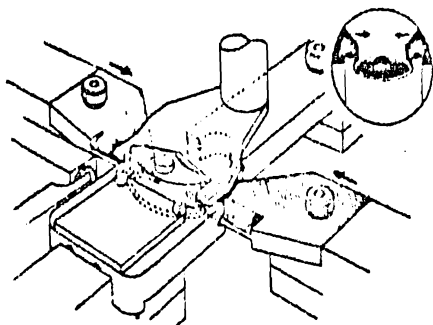


Figura VI.2 3. Segunda operación.

Cuando las herramientas laterales izquierda y derecha se han retirado actúa la herramienta de formado posterior terminando el doblado de la pieza, nótese que hasta ese momento, - la herramienta de formado frontal había estado actuando sobre el material como sujetador mientras accionaban las otras herramientas de formado. Ver figura VI.2.4.

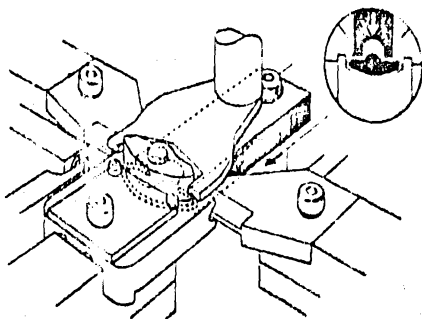


Figura VI.2.4. Tercera operación.

Una vez que el formado de la pieza quedó terminado, - se retiran paralelamente la herramienta de formado posterior y la herramienta de formado frontal, quedando la pieza lista para su expulsión, la cual se lleva a cabo por medio de un botador en forma de U que se desliza de arriba hacia abajo sobre el centro de formado expulsando la pieza y terminando el ciclo de fabricación de ésta. Ver figura VI.2.5.

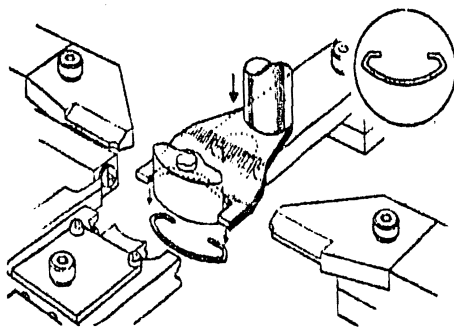


Figura VI.2.5. Cuarta operación..

Como se podrá apreciar, hemos mencionado únicamente piezas de alambre que requieren de dobleces en un sólo plano, discutiremos ahora, una muelle que requiere por su geometría dobleces en dos planos perpendiculares entre sí, y que se fabrican en máquinas multiformadoras estándares de cuatro correderas, a las cuales se les anexa únicamente un doblador vertical, que se requiere en el diseño de herramienta de esta parte específica, que también se anexó a la gran cantidad de partes típicas de máquinas multiformadoras, ya que para ser fabricada por otros métodos, se requiere de costosas operaciones secundarias. Ver figura VI.2.6.

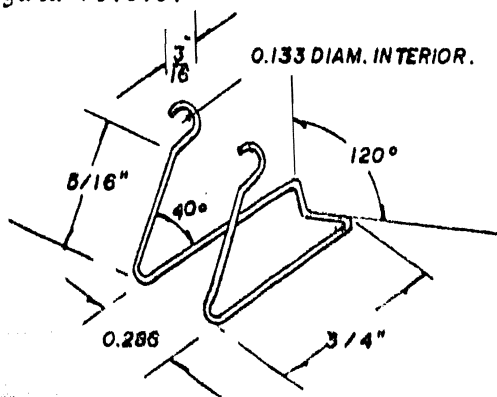


Figura VI.2.6. Muelle, pieza que requiere de dobleces en 2 planos perpendiculares entre sí.

La operación de formado de la parte en cuestión, requiere de un sólo nivel de formado, y se inicia con la alimentación del alambre, el cual se presenta frente al mandril central de formado; las herramientas frontal y de corte avanzan simultáneamente, una efectuando el corte y regresando a su posición inicial y la otra conforma el material contra el mandril de formado y se mantiene en posición adelante sujetando al material.

Es conveniente mencionar que la herramienta de corte actúa sobre el material ligeramente después de que la herramienta de formado hizo contacto con él, garantizando con esto, una localización adecuada del material para el primer doblado. Ver la figura VI.2.7.

Posteriormente actúan simultáneamente las herramientas laterales izquierda y derecha, las cuales presentan una ranura, en la cual alojan al material y lo sujetan perfectamente contra el mandril central, permitiendo que actúe una herramienta formadora vertical que dobla los dos extremos de material en un plano perpendicular al doblado antes efectuado, retornando inmediatamente después de haber efectuado su función.

Es conveniente mencionar que la herramienta frontal y las dos herramientas laterales permanecen aún sujetando la pieza en cuestión. Ver figura VI.2.8.

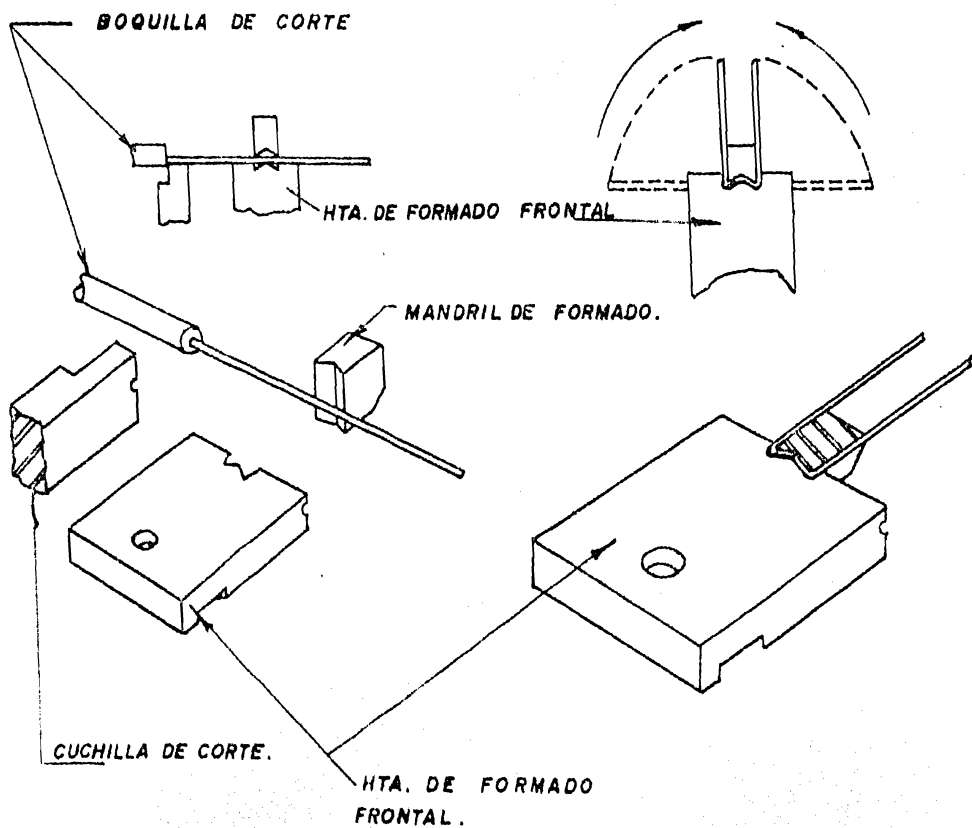


Figura VI.2.7. Primera Operación.

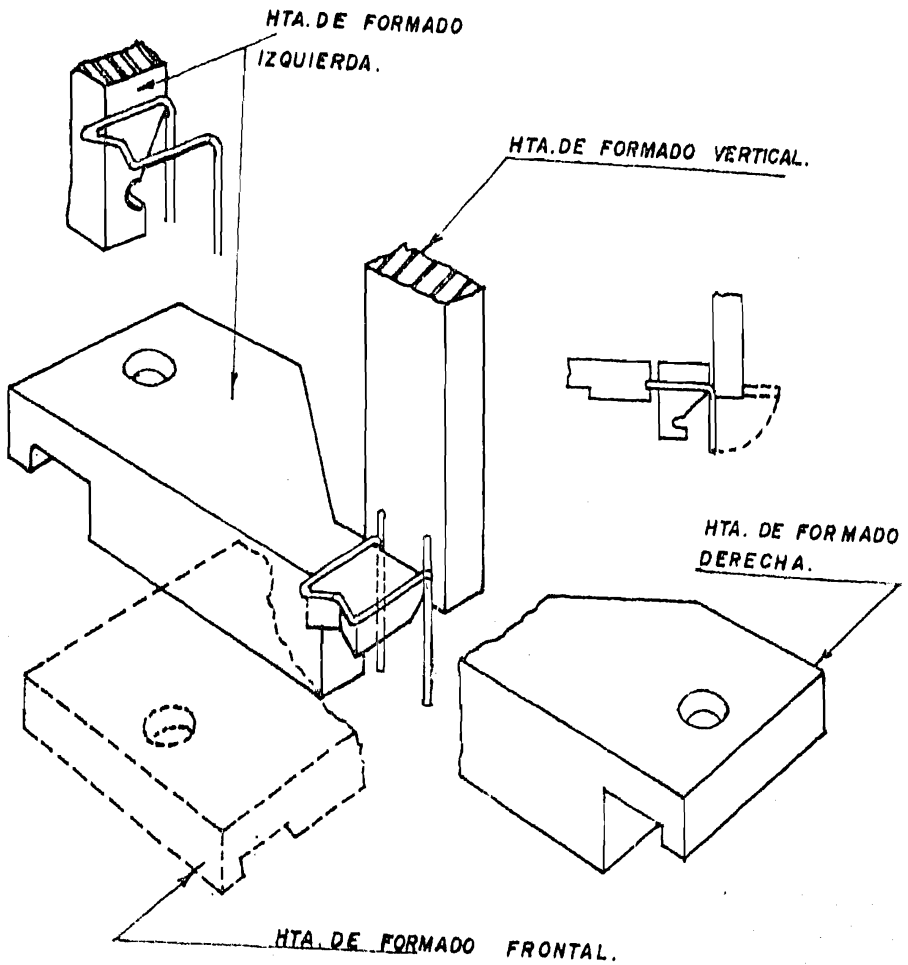


Figura VI.2.8. Segunda operación.

En este momento, la muelle requiere únicamente de una última operación de doblado la cual la efectúa la herramienta formadora posterior, que conforma los dos extremos del alambre en esta última operación de formado. Ver figura VI.2.9.

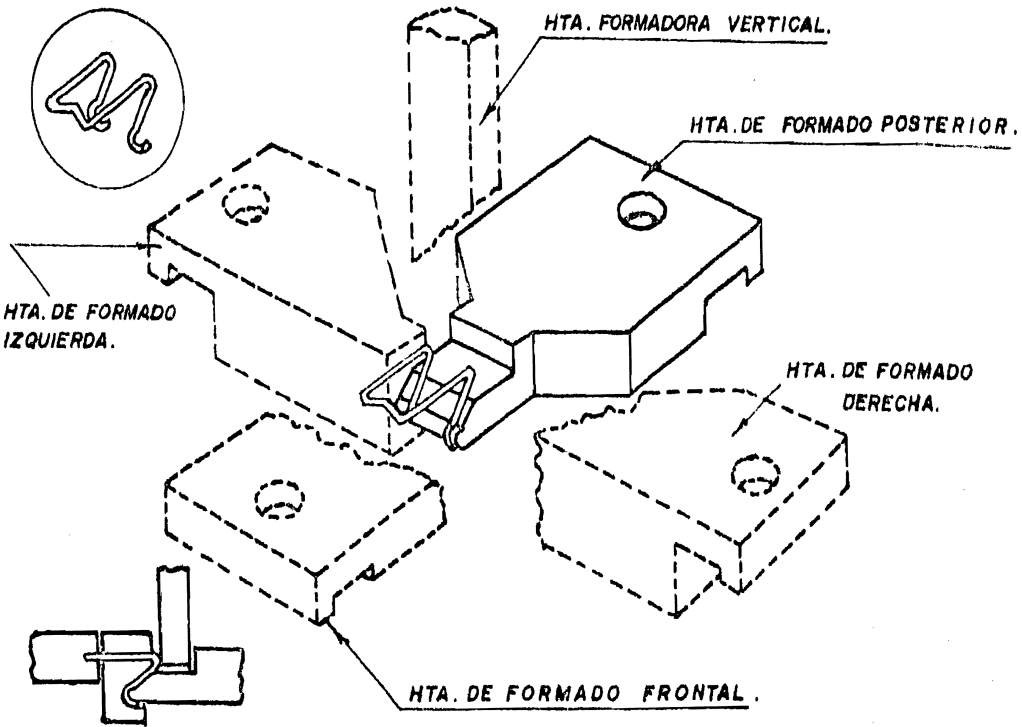
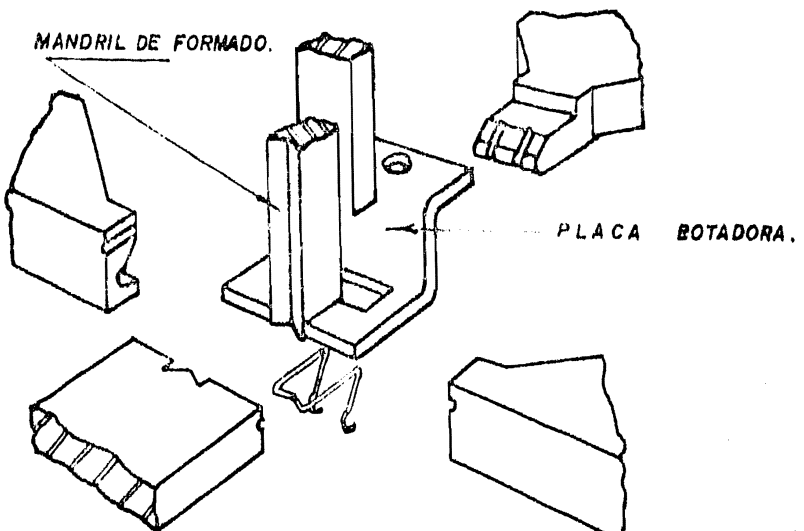


Figura VI.2.9.

En este momento el formado de la pieza es terminado, por lo cual las cuatro herramientas laterales, frontal y posterior se retiran quedando la muelle abrazando al mandril central esperando únicamente la acción de una placa botadora que la expulsa terminando el ciclo de manufactura. Ver figura - VI.2.10.



VI.3. Selección de partes tubulares.

Cuando se habla acerca de métodos de manufactura de partes tubulares, nos encontramos que cada día se han ido desarrollando mejoras a estos métodos, abatiendo procesos hasta hace algunos años, convencionales, como son; maquinados partiendo de barras sólidas, cortes y terminado partiendo de tubulares, partes fundidas, partes extruídas, estampados, etc. Así también las máquinas multiformadoras han cooperado en este renglón incorporando algunas partes obteniendo magníficos resultados, como son reducción de costos, mayor flexibilidad en el diseño y ajuste de herramental, manejo de materiales, etc. Esto no quiere decir sin embargo, que todas las partes tubulares puedan incorporarse a este proceso con buenos resultados, de hecho hay partes que son realmente imposibles de manufacturar en estas máquinas o son altamente imprácticas. Y por estas causas, deberán ser contestadas dos preguntas para decidir si la parte es adecuada para este tipo de máquinas:

- * ¿Tiene flexibilidad la pieza de ser manufacturada en máquinas multiformadoras?
- * ¿Cómo planea el herramental para obtener el máximo beneficio de la máquina?

Al Ingeniero de diseño le corresponderá determinar si alguna de las máquinas de la planta está en condiciones de aceptar la parte como una más de las que ya están en producción, o si es necesario seleccionar alguna otra máquina que se encuentre en el mercado, adecuada para la parte en estudio.

Por lo que respecta a generalidades de manufactura de partes tubulares, podemos decir que será necesario elaborar una evaluación preliminar en el proceso de la máquina y considerar con detalle la cantidad de distorsión posible al efectuar el formado de la pieza.

Como se muestra a continuación, hay ocasiones en que el radio de curvatura es muy grande, es decir, un dobléz muy severo el cual nos producirá una deformación indeseable en la sección del material; para estos casos, un cambio de sección en el material podrá ser la solución al problema, ya que se estaría compensando la deformación que produce el formado, todo esto, cuando las especificaciones de la parte lo permitan. Ver figura VI.3.1.

SECCION ANTES DEL FORMADO.

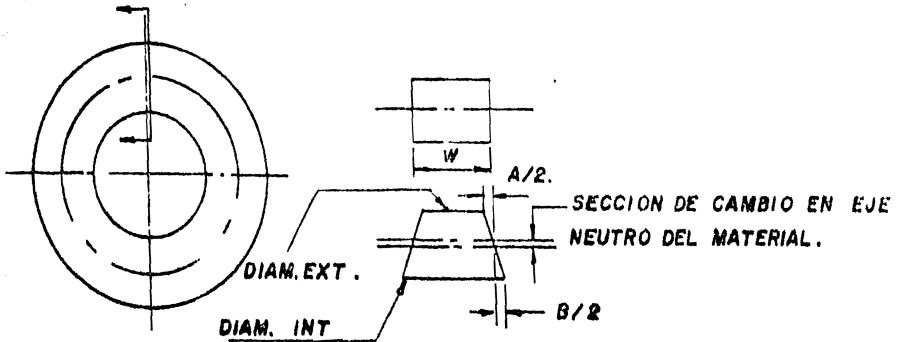


Figura VI.3.1.

A continuación mencionaremos algunos métodos típicos de formado de partes tubulares en esta máquinas, de los cuales, por supuesto, cada uno de ellos tiene su campo de aplicación y sus limitaciones.

Método de formado "A".

En este método las partes requieren de un sólo nivel de formado y se adaptan a piezas que no requieren de tolerancias muy cerradas en su diámetro interior y con un diámetro interior máximo igual a la carrera que tengan las correderas de la estación de formado. Con este procedimiento se alcanzan volúmenes altos de producción, principalmente, porque la herramienta posterior puede empezar a actuar antes que la herramienta frontal y las herramientas laterales inicien el regreso a sus posiciones iniciales, los pernos de transferencia son utilizados para llevar la pieza a otras operaciones, ya sean de trabajo o secundarias como podría ser un ensamble. Ver figura VI.3.2.

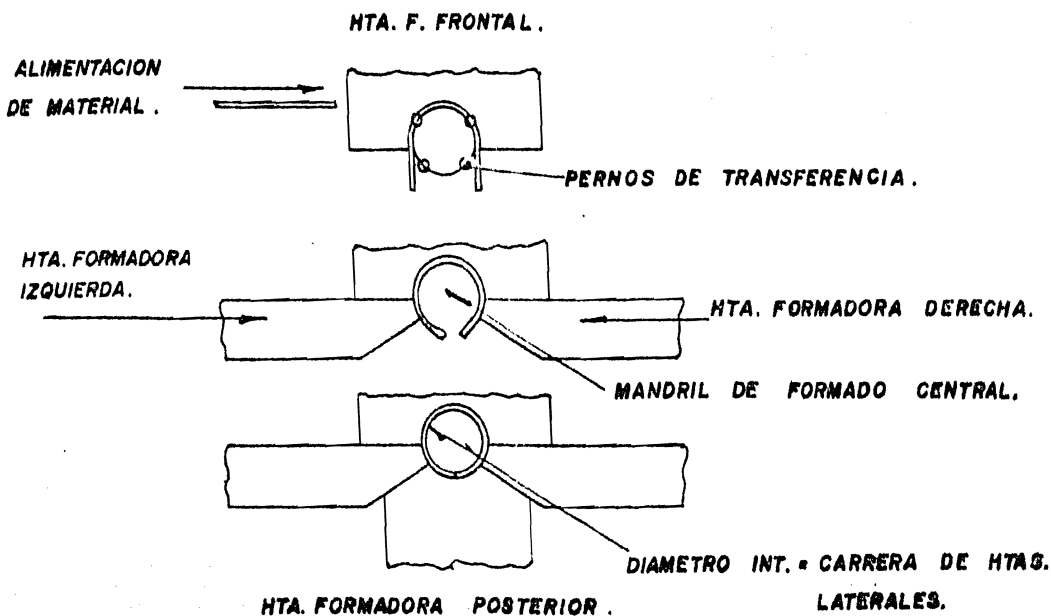


Figura VI.3.2.

Método de formado "B".

Este método utiliza también un sólo nivel de formado y su diseño de herramienta le permite absorber partes que requieren de tolerancias cerradas en su diámetro interior, ya que con las herramientas frontal y laterales, se conformó de hecho la pieza y utiliza la herramienta posterior para calibrar con precisión dicho diámetro. Por lo que respecta al diámetro interior máximo permisible, es menor al logrado en el método "A", ya que en este caso se logra como máximo el equivalente a tres cuartas partes de la carrera de las correderas, ya que las herramientas laterales hacen contacto únicamente sobre la mitad inferior del mandril central al actuar sobre la pieza en cuestión. Ver figura VI.3.3.

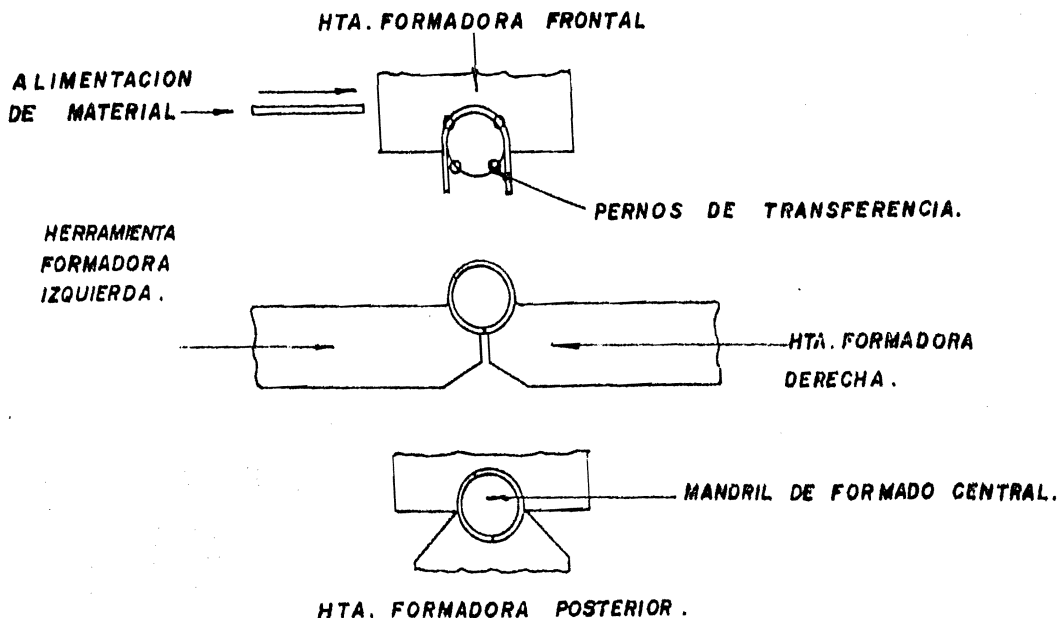


Figura VI. 3.3.

Método de formado "C".

En este método la variante con respecto a los dos anteriores es que la pieza se manufactura utilizando dos niveles de formado. En el primer nivel se conforma el material en forma de pera utilizando únicamente herramienta frontal y laterales dejando la pieza preparada para ser terminada en un segundo nivel utilizando herramienta frontal y posterior para calibrar la pieza y dejar la pieza lista para operaciones posteriores como pueden ser soldadura a tope, a flama o algún proceso de unión rígida. En este caso también la relación de diámetro interior y carrera de correderas es 1:1 como en el método "A". Ver la figura VI.3.4.

Método de formado "D".

La particularidad de este método es que las partes que se logran por este camino tienen el eje longitudinal paralelo al eje del material; es decir, perpendicular al eje longitudinal de las piezas manufacturadas por los tres métodos -

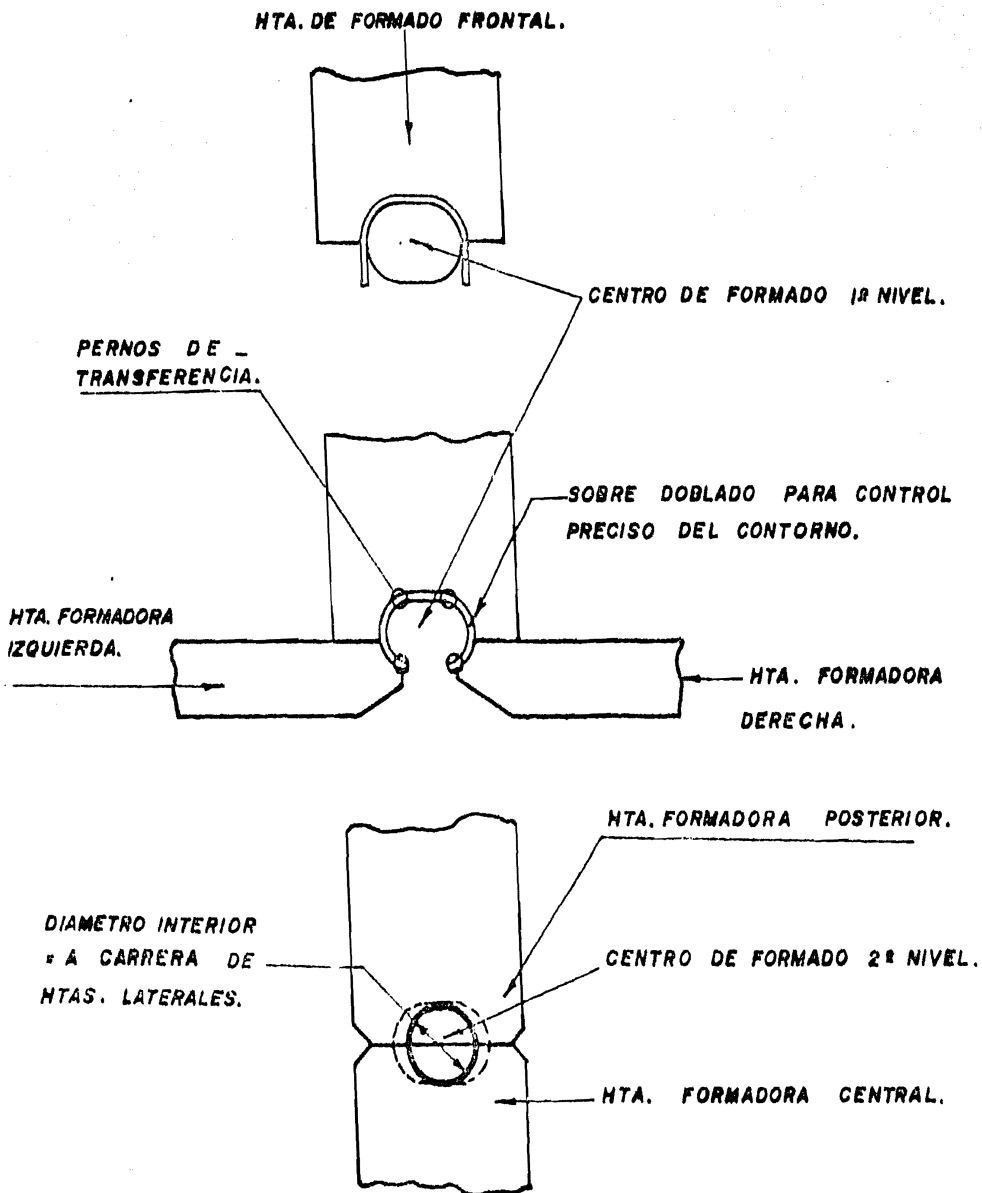


Figura V1.3.4.

descritos anteriormente. Esta secuencia de formado es aplicable cuando la carga requerida para el formado es mayor que la disponible en las correderas de formado y el Ingeniero en diseño se auxilia de la estación de troquelado para preformar la parte y reducir la carga a la estación de formado. Para estos fines, el centro de formado es usualmente montado sobre el portaherramienta posterior y permaneciendo inactiva la herramienta lateral izquierda. Ver figura VI.3.5.

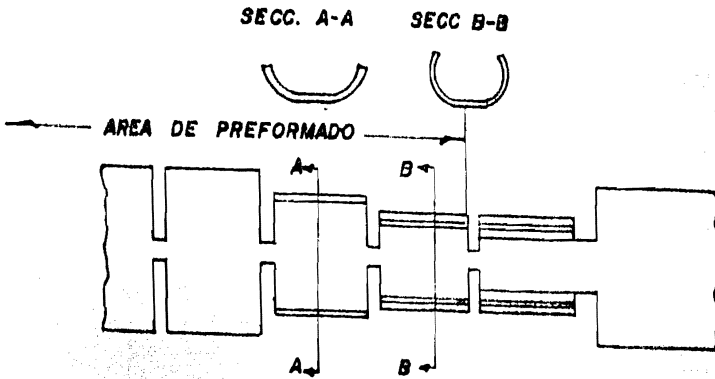
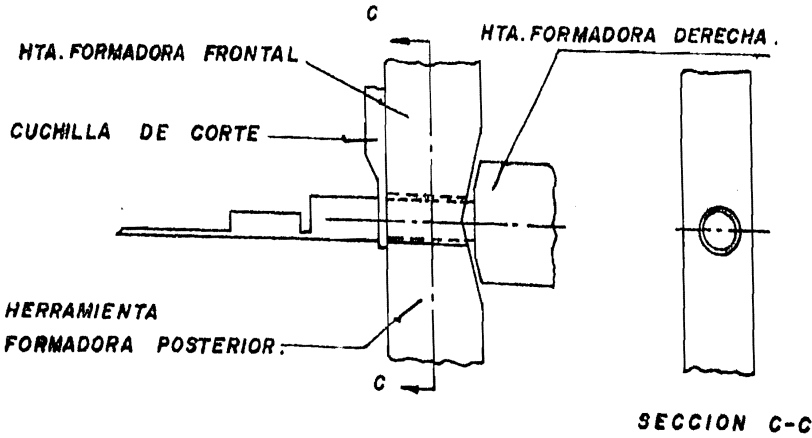


Figura VI.3.5.

Ahora analizaremos el formado de una parte tubular, la cual se ha integrado con resultados exitosos a las partes típicas de formado en máquinas multifradoras.

Nombre de la pieza.	Separador de rodamiento.
Diámetro interior.	1.250" ± 0.0025"
Ancho.	0.625" ± 0.0050"
Espesor de material.	0.050" ± 0.0010"
Calidad de acero.	SAE 1010 CRS Rb 55/65.
Dimensiones de ventanas.	0.375" x 0.4375"
Unión.	Deberá garantizar una resistencia igual a la del acero 1010, permitiendo rebordes máximos de 0.0050".

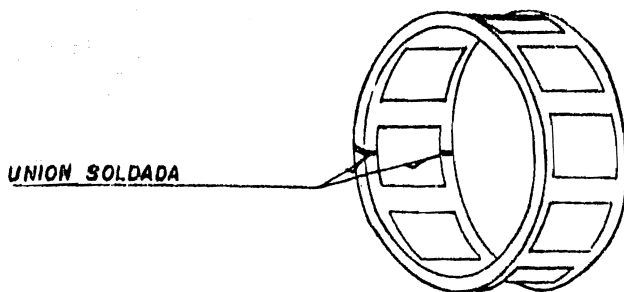


Figura VI.3.6.

Este separador de rodamiento, se está fabricando en máquinas multiformadoras en diferentes compañías, utilizando básicamente, el siguiente método de manufactura.

1. Perforado y embutido de ventanas, en estación de troquelado.
2. Formado del anillo en estación de formado.
3. Unión, soldando a tope, utilizando dispositivo de soldado montado enfrente de la estación de formado.

Estación de troquelado.

La lámina se prepara para el formado, utilizando un método simple, como en la mayoría de partes tubulares.

Dos herramientas son necesarios, uno para efectuar el troquelado de las ventanas, y otro para efectuar el embutido de las mismas, utilizando entre ambas operaciones una

estación de paso libre. Ver figura VI.3.7.

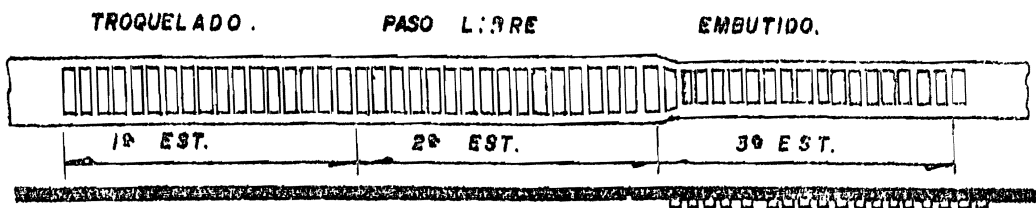


Figura VI.3.7.

Estación de formado.

Para efectuar esta operación será conveniente analizar la pieza en cuestión y seleccionar algunos de los métodos mencionados con anterioridad, lo cual resulta de relativa facilidad, en función de las tolerancias del diámetro interior, las cuales requieren de precisión y por lo tanto podemos inclinarnos, por el método de formado "B", el cual nos ofrece estas condiciones utilizando además un sólo nivel de formado, lo cual es benéfico para el diseño del herramental.

El arreglo de herramental que a continuación se presenta fué diseñado considerando analizar la mínima carrera de las correderas de formado. Ver figura VI.3.8 y VI.3.9.

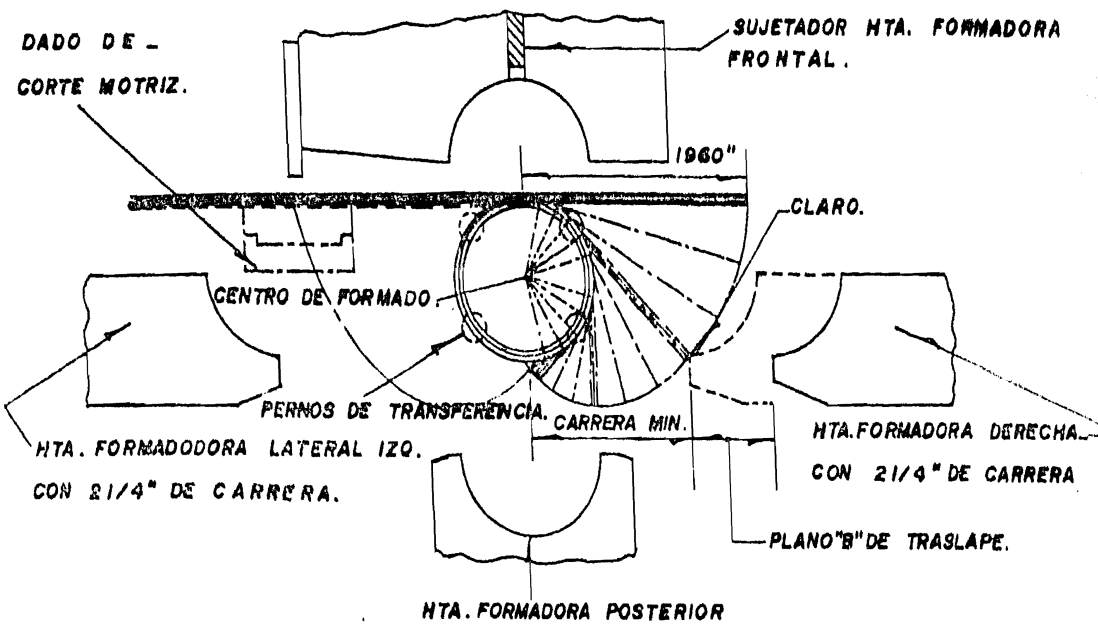


Figura VI.3.8.

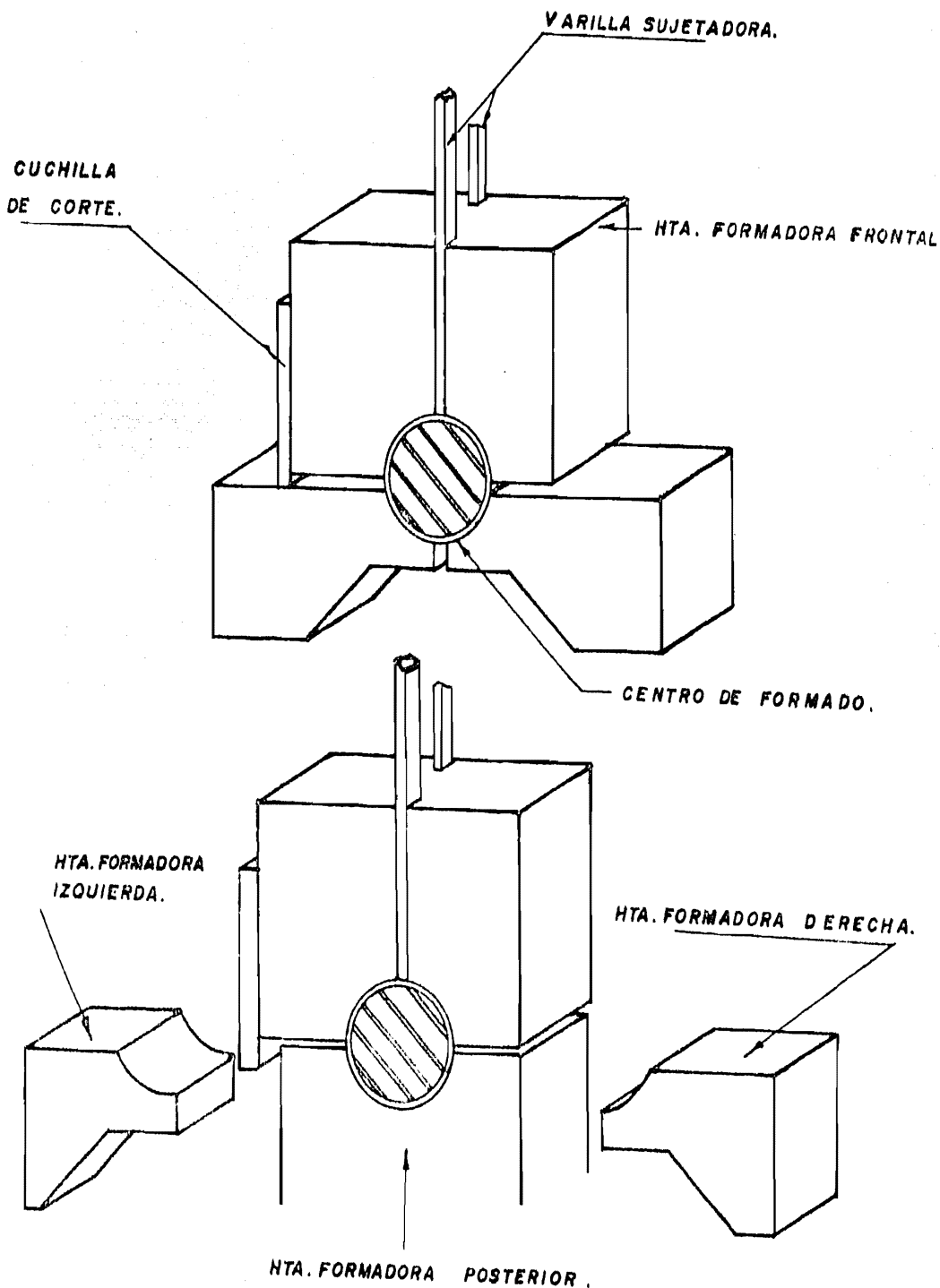


Figura VI. 3.9.

Cuando las herramientas de formado frontal y posterior regresan a sus posiciones iniciales, la pieza queda lista para la operación de soldado. Es entonces cuando es transferida por medio de pernos magnéticos los cuales la colocan frente al dispositivo de soldado, el cual, por medio de dos electrodos de forma cilíndrica bipartida, efectúa la unión soldando a tope, sin permitir deformación alguna en el separador de rodamiento, y cumpliendo también con las especificaciones que corresponden a la unión.

A continuación ilustramos, los electrodos del dispositivo de soldar, mostrando sus componentes y su forma de operar al efectuar el soldado. Ver figura VI.3.10.

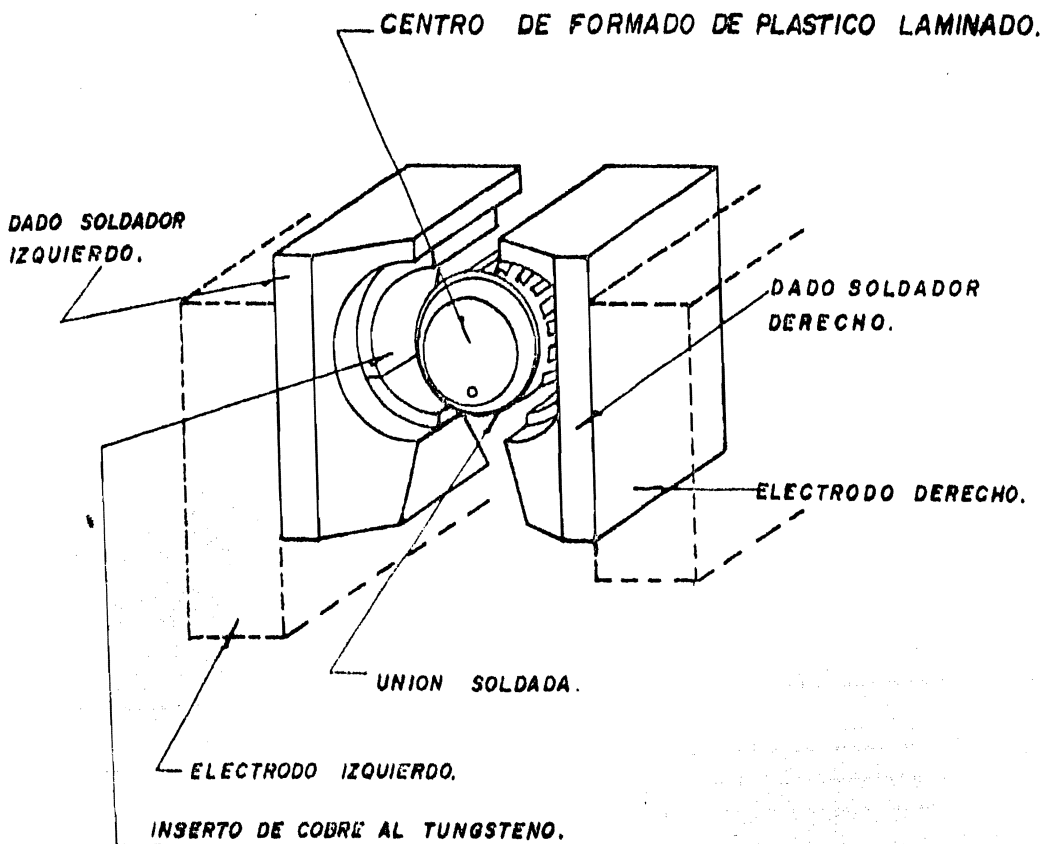


Figura VI.3.10.

CAPITULO VII.

CONTROL DE PRODUCCION.

Como se ha visto en capítulos anteriores, el uso de las máquinas multiformadoras es de gran versatilidad y el producto que realizan es de una calidad aceptable.

En este capítulo se trata de dar orientación, hacia el control de producción tocando los siguientes puntos:

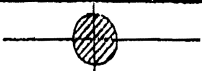





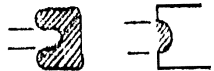
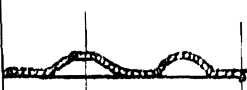
- VII.1 Tiempo de manufactura del herramental.
 - VII.2 Tiempo de herramientado y ajuste en la máquina.
 - VII.3 Requerimientos de afilado y mantenimiento.
 - VII.4 Inspección y control de calidad a nivel operador.
 - VII.5 Lotes económicos.
 - VII.6 Aplicación de todos los puntos anteriores a piezas hechas en máquinas multiformadoras.
- VII.1 Tiempos de manufactura del herramental.

De acuerdo con estadísticas recabadas con fabricantes poseedores de máquinas multiformadoras, el tiempo estimado para la manufactura del herramental se basa; en la complejidad de la pieza por manufacturar y en el número de herramientas accionadas para la conformación de la pieza. Ver las tablas en las figuras VII.1.1 y VII.1.2.

- VII.2 Tiempos de herramientado y ajustes en la máquina.

El tiempo de herramientado y ajustes en la máquina multiformadora, depende del número de accionamientos de los componentes de la máquina, del número de troquelados que tenga, del número de dobles que requiere la pieza y de las tolerancias que se especifiquen, pero se puede considerar de un 10% a un 12% del tiempo de manufactura del herramental.

TIEMPO DE MANUFACTURA PARA TROQUELES Y CORTADORES.

TIPO DE OPERACION	TIPO DE DISEÑO	TIEMPO DE MANUFACTURA
AGUJEROS REDONDOS		10 hrs.
PUNZONADO PARA RANURAS (FORMAS REGULARES)		35 hrs. c/u.
PUNZONES LATERALES (SI ES POSIBLE DEBEN TENER RETENCION PARA DESPERDICIO)		40 hrs.
PUNZONADO PARA RANURAS (FORMAS IRREGULARES.)		40 a 60 hrs c/u.
CORTE PRIMARIO		20 a 40 hrs. depen- diendo de la formã
CORTE SECUNDARIO.		25 hrs. c/u.
PORTA TROQUEL		15 hrs. c/u.
RECORTES DOBLES		40 hrs.
EXTRUSIONES Y ESTAMPADO.		15 a 20 hrs. c/u. de acuerdo al ta- maño y forma.
DESARROLLO DE LA PLAN. TILA.		5 a 20 hrs. de -- acuerdo a la for- ma " tolerancias.

MAS EL 15% PARA EL RECTIFICADO DE FORMAS Y CONTORNOS.

Figura VII.1.1. Tiempos de manufactura para troqueles y cortadores.

TABLA DE TIEMPOS DE MANUFACTURA PARA HERRAMENTAL DE FORMADO.

HERRAMIENTAS Y PARTES	TIEMPOS
FORMADOR CENTRAL Y 2 HERRAMIENTAS	30 hrs. y 5 hrs. por cada doblez extra.
FORMADOR CENTRAL Y 3 HERRAMIENTAS	35 hrs. y 5 hrs. por cada doblez extra.
FORMADOR CENTRAL Y 4 HERRAMIENTAS	40 hrs. y 5 Hrs. por cada doblez extra.
FORMADOR CENTRAL CON 3 O 4 HERRAMIENTAS Y FORMADOR CENTRAL CON ELEVACION Y DOBLE HERRAMIENTA FRONTAL.	60 hrs. y 5 hrs. por cada doblez extra.
QUINTO FORMADOR CON CUALQUIER COMBINACION ANTERIOR.	20 a 25 hrs.
FORMADOR VERTICAL; RECORTES RECTOS INCLUIDOS CUALQUIER COMBINACION ANTERIOR.	20 a 25 hrs.
HERRAMIENTAS LATERALES ACODADAS.	20 hrs. cada una.
LEVAS ESPECIALES.	10 a 20 hrs.
ZAPATA ESPECIAL DE RETROCESO PARA LEVA.	10 a 20 hrs.
PLANTILLAS.	5 hrs. Dependiendo del diseño y número de dimensiones a chequear.
DESARROLLO PARA PRUEBAS DE CARGA.	10 hrs. o más dependiendo de la forma y especificaciones.
<p>ESTA BASADO EN TOLERANCIAS DECIMALES.</p> <p>3 LUGARES DECIMALES * .005 2 LUGARES DECIMALES † .010</p> <p>FRACCIONES † 1/64 ANGULOS † 1°</p> <p>TOLERANCIAS CURRADAS REQUIEREN TIEMPOS ADICIONALES.</p> <p>LOS COSTOS DE MATERIAL, EL TIEMPO DE MONTAJE PARA PRUEBA, PRODUCCION PILOTO ESTAN INCLUIDOS EN ESTA ESTIMACION.</p>	

Figura VII.1.2. Tablas de tiempos de manufactura para herramienta de formado.

VII.3 Requerimientos de afilado y mantenimiento.

Los requerimientos de afilado y mantenimiento de las herramientas, es en función de la calidad del material que se está trabajando en la manufactura de la pieza, así como de la geometría de la misma. Ver figura VII.3.1.

VII.4 Inspección y control de calidad a nivel operador.

Como se ha explicado en capítulos anteriores las máquinas multiformadoras son automáticas y un mismo operador puede atender al mismo tiempo dos o más máquinas, ya que el trabajo que tiene que realizar cuando las máquinas se encuentran en operación es: colocar en el alimentador material, cuando se ha terminado el rollo anterior y revisar que las piezas estén saliendo de acuerdo a las especificaciones recibidas, por lo tanto se puede dejar que el operario lleve a cabo la inspección y el control de calidad.

Este control de calidad tendrá que ser llevado muy cuidadosamente, tomando en cuenta la velocidad de la máquina ya que un pequeño descuido originaría una gran pérdida en tiempo, material, y capacidad de producción.

La inspección y control de calidad se podrá llevar por número de piezas o por períodos de tiempo según convenga al tipo de pieza, el número de inspecciones dependerá de la complejidad de la pieza y de las restricciones en tolerancias, este control de calidad puede ser llevado midiendo los puntos críticos de la pieza y anotándolos en una tabla, en la que habrá una gráfica que tendrá los límites superior e inferior, el operador anotará la medición y el punto en la gráfica, en el momento en que el operador detecte que un punto se sale de la gráfica tendrá la obligación de parar la máquina y reparar la falla.

El operador debe contar con los dispositivos de medición para la inspección que la pieza requiere así como las plantillas, de comparación muy útiles en el proceso que lleva troquelado, para comparar la tira de material y su formado y comprobar que no ha habido fallas en el proceso completo. En la figura VII.4.1., se muestra una hoja para el control de calidad si se requiere un control de calidad más estricto para determinada pieza el departamento de control de calidad se encargará de designar el método a seguir.

TABLA PARA MANTENIMIENTO DE HERRAMENTAL.

MATERIAL	DESCRIPCIÓN	REAFILADO PIEZAS PRO DUCIDAS.	REEMPLAZO PIEZAS PRO DUCIDAS.
ACERO.	BAJO CARBONO 1008 a 1050 RECOCIDO.	250,000	10,000,000
ACERO.	MEDIANO CARBONO 1050 a 1080	250,000	10,000,000
ACERO	MEDIANO CARBONO 1050 a 1080 PRE-TEMPLADO HASTA 40 ROCKWELL C.	90,000	3,000,000
ACERO	CUALQUIER MATERIAL - AL CARBONO PRE-TEMPLA DO ARRIBA DE 40 ROC WELL C.	60,000	2,000,000
ACERO	ALTO CARBONO 1080 & - más.	250,000	7,500,000
ACERO INOXIDABLE	CUALQUIER TIPO O RE- COCIDO.	150,000	5,000,000
ACERO INOXIDABLE	CUALQUIER TIPO 1/2 DURO A 3/4 DURO.	90,000	3,000,000
ACERO INOXIDABLE	CUALQUIER TIPO DE - TEMPLE DE MUELLE.	60,000	2,000,000
MONEL INCONEL Y 17-7 PH.	IGUAL AL ACERO INO- XIDABLE.		
LATON.	BLANDO A MEDIO DURO.	300,000	10,000,000
LATON	3/4 DURO A TEMPLE DE MUELLE.	150,000	5,000,000
BRONCE FOSFORADO	IGUAL QUE AL LATON.		
COBRE AL BERTILLO	RECOCIDO A MEDIO DU RO.	150,000	5,000,000
COBRE AL BERTILLO	DURO A CUALQUIER PRE TEMPLADO.	75,000	2,500,000

PARA MATERIALES NO ENUMERADOS USE DUREZA COMPARATIVA E INTERPOLE ENTRE LOS VALORES DADOS.

Figura VII.3.1. Tabla para mantenimiento de herramienta.

TABLA DE INSPECCION Y CONTROL DE CALIDAD.

FECHA. _____ TURNO. _____ DIBUJO Nº. _____

MAQUINA MULTIFORMADORA. _____ CLIENTE. _____

NOMBRE DEL PRODUCTO . _____ TOLERANCIAS. _____

INSTRUCCIONES. _____

					INSPECCIONAR										
Nº	1	2	3	4											

Figura VII.4.1

VII.5 Lotes económicos.

Tomando en cuenta que una máquina multiformadora no va a producir un sólo tipo de pieza, es necesario encontrar los lotes económicos de estas para poder programar la producción.

Se utilizará la teoría para cálculo de lotes económicos en corridas de producción de productos múltiples, tomando en cuenta la tasa de requerimientos, los costos de conservación, los costos de producción, los costos de herramientado y de utilización de las máquinas.

Las variables que se considerarán serán las siguientes.

Q_0 = Tamaño óptimo del lote.

R = Requerimientos anuales.

C_h = Costo de mantener el inventario por unidad por año.

C_p = Costo de preparación por pedido.

N_0 = Número de corridas por año.

P_i = Tasa de producción diaria.

Para el cálculo de el lote económico se utilizarán las siguiente ecuaciones:

$$N_0 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n C_H \cdot R_i \cdot (1 - r_i/P_i)}{2 \sum_{i=1}^n C_{P_i}}} \dots \dots \dots (a)$$

$$Q_0 = \frac{R_i}{N_0} \dots \dots \dots (b)$$

VII.6 Aplicación de los puntos anteriores a piezas hechas en máquinas multiформadoras.

En este punto se ejemplificará la programación de la producción, ya que es uno de los puntos relevantes, dentro de las empresas de manufactura.

Para este fin se usarán dos de las piezas que se describieron en el capítulo VI, por conocer su proceso. Diseñaremos y utilizaremos las formas necesarias para órdenes de trabajo.

La estimación de las piezas se llevará a cabo usando las tablas de las figuras VII.1.1., VII.1.2. y VII.3.1., siguiendo los arreglos de las herramientas los cuales nos muestran si la manufactura de la pieza consta de sección de troquelado y cuántos van a ser los pasos del troquel, en la sección de formado nos indican cuántas herramientas van a ser accionadas para la manufactura de la pieza, así como el número y tipo de dobles.

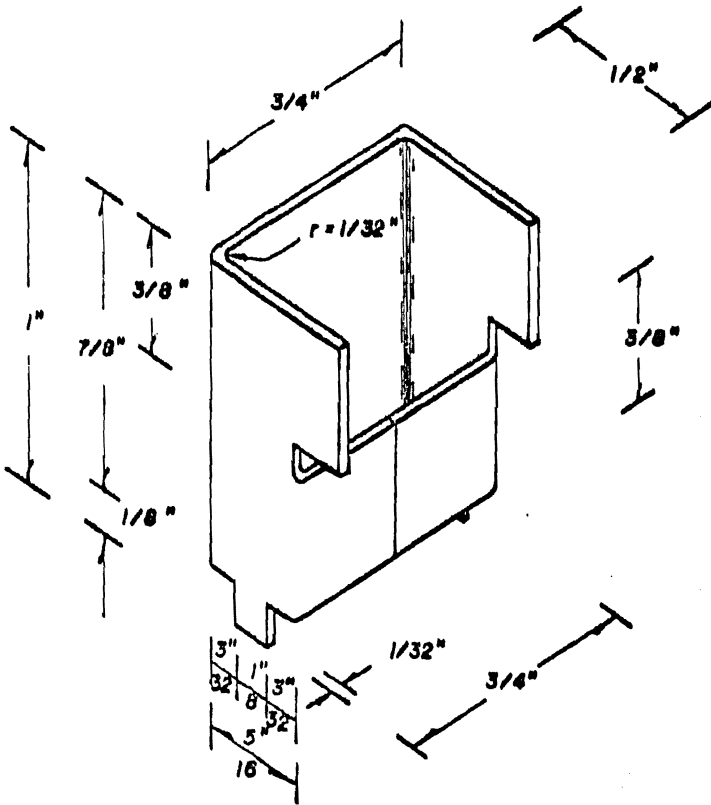
La selección de material será hecha de acuerdo a las especificaciones que marque el dibujo y el material para las herramientas será seleccionado de acuerdo a las necesidades de diseño, el mantenimiento se obtendrá de la tabla VII.3.1 una vez conociendo la calidad del material y geometría de la pieza a trabajar. El tiempo de ajuste de la máquina, el costo del material y si se requieren el tratamiento térmico y los recubrimientos superficiales serán incluidos en la estimación.

Una vez obtenida la estimación de la pieza será enviada al cliente para su aprobación, si éste la acepta se enviará el pedido y las órdenes de producción a los departamentos correspondientes, cuando esto listo el herramental se entregará al departamento de producción, el cual lo pondrá en manos del jefe de la sección de máquinas multiформadoras para que el ajustador de la máquina monte el herramental, hecho esto el operario se encargará de poner en marcha la máquina y hará una producción muestra para que el cliente y el departamento de control de calidad inspeccionen y aprueben la pieza.

Si el cliente acepta la pieza la producción seguirá adelante, produciéndose los lotes económicos, en caso de que requiera ajustes o rectificaciones se harán las necesarias.

Estimaciones.

Se tienen dos pedidos diferentes anuales, uno de una pieza que se manufactura en fleje y que es de 10,000,000 de piezas y el otro pedido que es en alambre y son 10,000,000 de piezas.



ESC: 2:1 ACOT: PULB.
MAT: CRS.

Figura V II.6.1. Pieza en fleje (estuche sellado).

Nombre de la pieza: Estuche sellado.

Material: SAE 1070

No. de piezas: 10,000,000.

Dentro de las piezas que puede manufacturar una máquina multiformadora están las piezas de fleje las cuales siempre llevan una sección de troquelado. Utilizaremos la pieza llamada estuche sellado, Figura VII.6.1., como se observa en el Lay-

out de la pieza en la figura VII.6.2., la pieza tiene una sección de troquelado en tres estaciones. En la primera estación se hará el corte inferior (a), en la segunda estación el corte medio (b) y en la tercera estación el corte inferior y superior (c), la sección de formado esta compuesta por el centro de formado, herramientas laterales y herramienta opuesta.

En la forma de la figura VII.6.3., se colocan los datos de las tablas VII.1.1, y VII.1.2., se estima que el herramental de la sección de formado se hará en 40 hrs., divididas en la siguiente forma: 20 hrs., del formador central y 5 hrs., cada herramienta lateral, opuesta y frontal, 140 hrs., para los recortes de formas regulares, 50 horas del porta-troquel*, 44 horas de los punzones, 5 hrs. del botador*, 2 hrs., del cortador*, - 5 hrs., para el desarrollo de la plantilla, más 35.1 hrs., que es el 15% del total del tiempo de manufactura del troquel para rectificado, para el ajuste y montaje en la máquina cada vez -- que sea requerido tendremos un tiempo de 32.61 hrs.

MATERIAL.

La cantidad de material será la siguiente, tomando en cuenta las especificaciones de la pieza usaremos las siguientes ecuaciones.

$$\text{Peso/No. de piezas} = V \cdot P_c \cdot \text{No}$$

en donde:

V = Volumen de la pieza.

P_c = Peso específico del material.

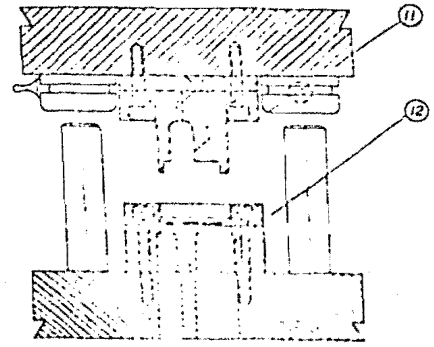
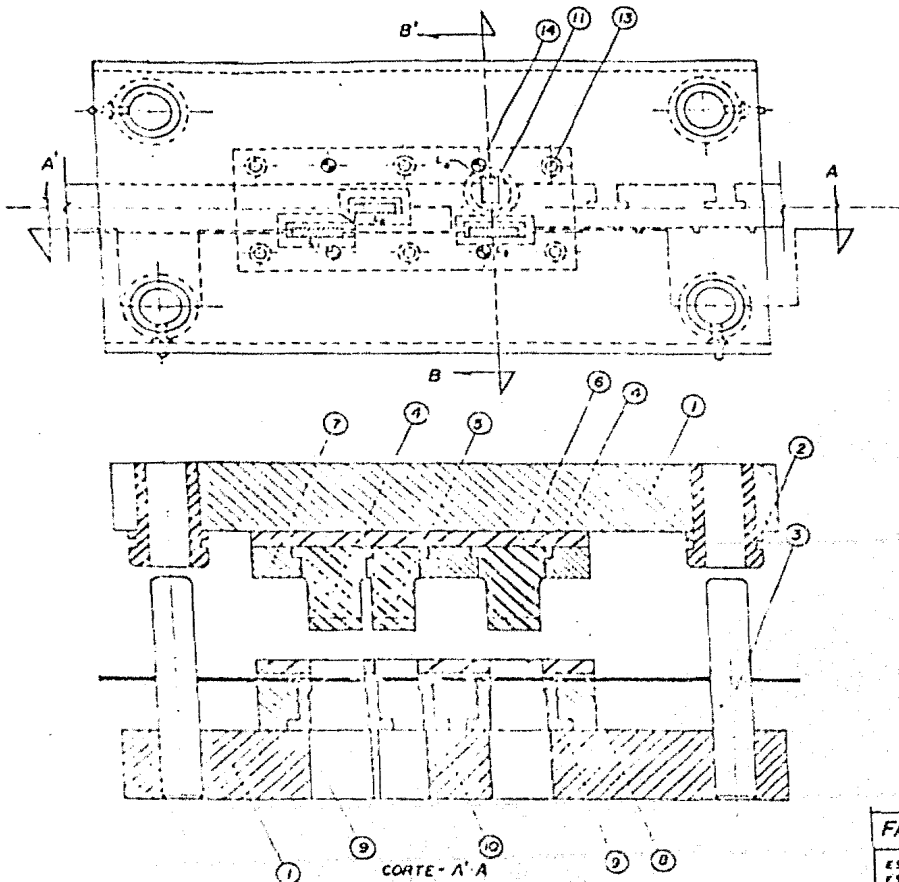
No = Número de piezas.

El volumen se encontrará en la siguiente forma:

V = Espesor x Ancho x Desarrollo.

$$V = (1/32") (1") (2.125) = 0.0664 \text{ pulg}^3.$$

* Datos proporcionados por manufacturero en México.



CORTE - B-B

FIG. VII.6.2

ITEM	CANT.	DESCRIP.	MATER. CL.	DIMENSIONES	TEMPLE.
1	2	ZARZAS	FIERRO	12" X 6"	
2	4	BULAS	BRONCE O ALUMINIO	2" X 3/4"	
3	4	POSTES	AC 0-1	1/2" X 1/2"	58-60 RC
4	2	PUNZON	AC 0-1	1/2" X 1/2"	60-62 "
5	1	"	"	"	"
6	1	SUP. DERA	"	1/2" X 1/2"	52-54 "
7	1	PORTA PUNZON	AC 0-1	1/2" X 1/2"	58-60 "
8	1	GUIA	ACO-1	1/2" X 1/2"	58-60 "
9	2	MATRIZ	AC 0-2	1/2" X 1/2"	60-62 "
10	1	"	"	"	"
11	1	PUNZON	"	"	"
12	1	MATRIZ	"	"	"
13	8	RODILLOS ALLEN	SHAW-1	1/2" X 1/2"	58-60 "
14	4	FRASCOS	K O	1/2" X 1/2"	60-62 "

FACULTAD DE INGENIERIA.

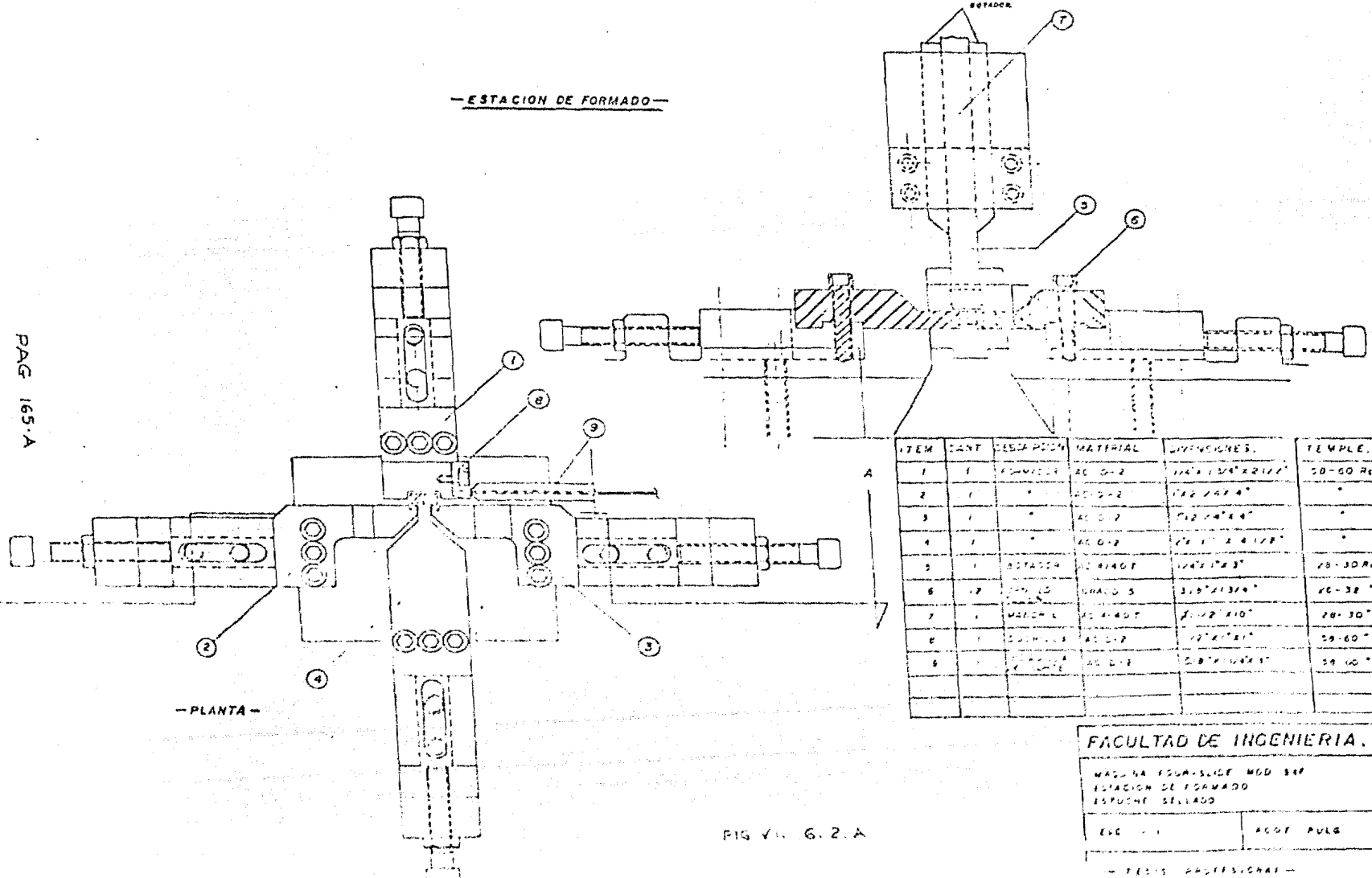
ESTACION DE TRABAJO DE ESTUQUE SELLADO
 MAG. NA FORM. S. E. MOD 34P

ESC. 1-1

ACOP. PULB.

- ESTACION DE FORMADO -

- PLANTA -



ITEM	CANT	DESCRIPCION	MATERIAL	DIMENSIONES	TEMPER.
1	1	ESMUELTA	AC 1012	1/2" x 1/2" x 1/2"	50-60 Re
2	1	"	AC 1012	1/2" x 1/2" x 1/2"	"
3	1	"	AC 1012	1/2" x 1/2" x 1/2"	"
4	1	"	AC 1012	1/2" x 1/2" x 1/2"	"
5	1	ROTADOR	AL 6140T	1/2" x 1/2" x 1/2"	28-30 Re
6	1	"	AL 6140T	1/2" x 1/2" x 1/2"	28-30 "
7	1	WALCH 6	AL 6140T	1/2" x 1/2" x 1/2"	28-30 "
8	1	ESMUELTA	AC 1012	1/2" x 1/2" x 1/2"	50-60 "
9	1	ESMUELTA	AC 1012	1/2" x 1/2" x 1/2"	50-60 "

FACULTAD DE INGENIERIA.
 MAQUINA EQU-SLICE MOD 811
 ESTACION DE FORMADO
 ESPUNTE SELLADO

ESC - 1 ACOT PULG

FIG VII. 6. 2. A

- ESTIMACION DE HERRAMENTAL -

NOMBRE DE LA PIEZA. ESTUCHE SELLADO. DIBUJO Nº. VII.6.1

CLIENTE. Tesis Profesional. MATERIAL. SAE - 1070

TIPO DE MAQUINA. Multiformadora.

SECUENCIA DE HERRAMIENTAS.	HORAS DE MANUFACTURA.	HORAS DE MANUFACTURA.
FORMADOR CENTRAL.	20	
HTA. FRONTAL	5	
HTA. IZQUIERDA.	5	
HTA. DERECHA.	5	
HTA. OPUESTA.	5	
QUINTA HTA.		
BOTADOR.	5	
FORMADOR CENTRAL CON MOVIMIENTO.		
HTA. FRONTAL DE 2 PISOS.		
PORTA TROQUEL.	50	
PUNZONES.	44	
RECORTE DOBLE.		
RECORTE PRIMARIO.	140	
RECORTE SECUNDARIO.		
ANCHO DE LA PRENSA .		

Figura VII.6.3.

Peso/No. de piezas = (0.06640 pulg³.) (0.284 Lb/-
 pulg³.) (10,000,000 pza) -
 = 188,533.75 Lb + 10% = 207.453.13
 Lb.
 = 94095.00 Kgrs.

ESLABON DE GANCHO.

Para la pieza que se manufacturará en alambre se tienen las siguientes especificaciones:

RADIO = $5/32$ "

RADIO = $1/4$ "

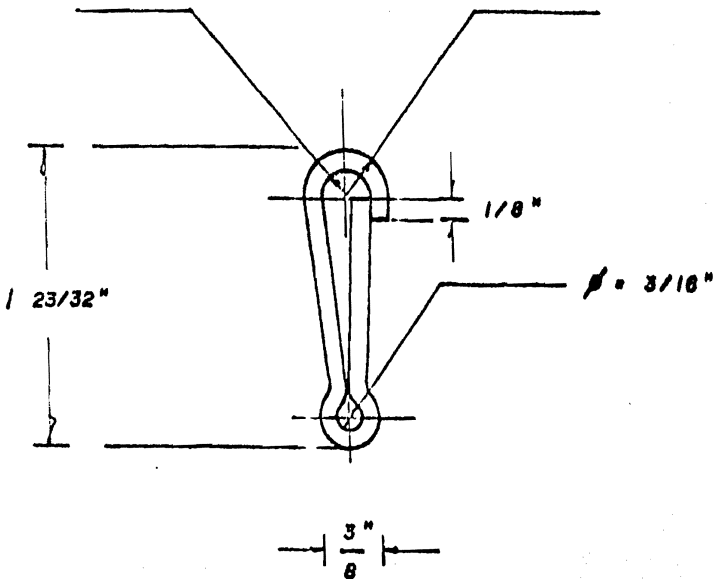


Figura VII.6.4.

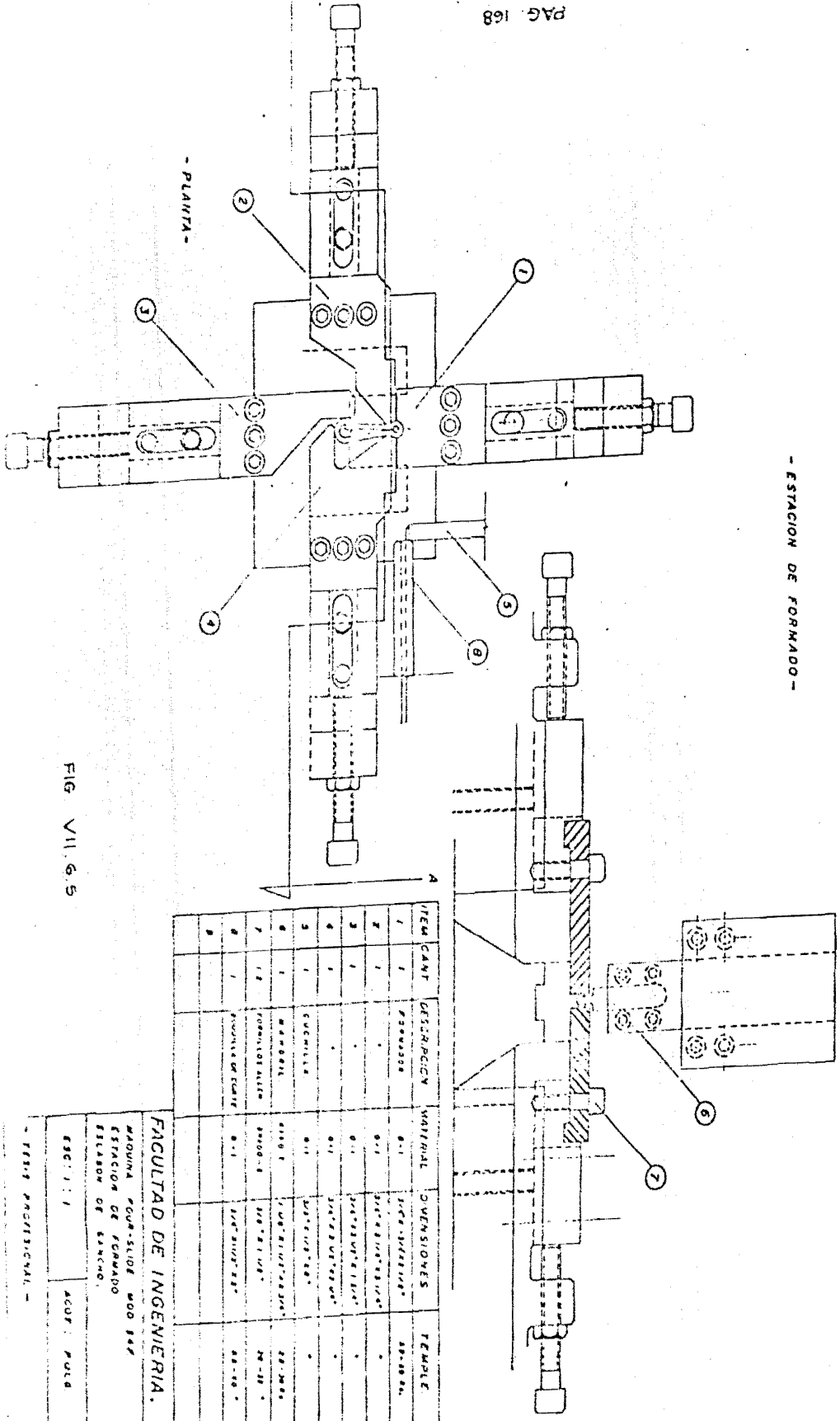
Nombre de la pieza: Eslabón de gancho.

Material: SAE 1020

No. de piezas: 10,000,000

El Lay-out de la pieza nos muestra que entran en su formado, dos herramientas laterales, una herramienta frontal, una herramienta opuesta y un formador central. Ver figura VII.6.5.

- ESTACION DE FORMADO -



ITEM	CANT.	DESCRIPCION	MATERIAL	DIMENSIONES	TEMPLE
1	1	PROCESOR	0-1	100x100x100	20-200
2	1		0-1	100x100x100	20-200
3	1		0-1	100x100x100	20-200
4	1		0-1	100x100x100	20-200
5	1	COILS	0-1	100x100x100	20-200
6	1	MEMBRIL	0-1	100x100x100	20-200
7	1/2	PROCESOR ALTA	0-1	100x100x100	20-200
8	1	PROCESOR DE CONTROL	0-1	100x100x100	20-200
9					

FIG. VII. 6.5

FACULTAD DE INGENIERIA.

MADINA SOUTHERN WOODS
 ESTACION DE FORMADO
 BILBOO OF SANCHO.

ESC. 1. 1. 1 ACOF. POLD

- TERS PROFESIONAL -

Tomando los datos de la tabla VII.1.2., se tienen 40 hrs., para las herramientas de formado, más 3 hrs., para el botador y 2 horas del cortador que nos dan un total de 45 hrs., de manufactura del herramental y el 10% para el ajuste y montaje en la máquina que son 4.2 hrs., estos datos se colocaran en la forma de la figura VII.6.5.

La cantidad de material se obtendrá de la misma forma que en la pieza anterior.

$$\text{Peso/No. de piezas} = V.P_e.No.$$

$$V = \left(\frac{\pi}{4} \right) (R^2) (H) / 2 = (3.1416) \cdot (3/32")^2 \cdot (4.28") / 2 = 0.059157 \text{ Pulg}^3.$$

$$\begin{aligned} \text{Peso/No. de piezas} &= (0.05915 \text{ Pulg}^3) \cdot (0.284 \text{ Lb/Pulg}^3) \\ &= (10,000,000) = 76,326.31 \text{ Lb} + 10\% \\ &= 83,956.94 \text{ Lb.} \\ &= 38,086.13 \text{ Kg.} \end{aligned}$$

Para poder estimar las piezas por separado se considerará que se tiene una sola máquina multiformadora, y que esta se usará en los dos procesos, por lo tanto se tendrá que encontrar el número de corridas de producción en el año de cada pieza y lo haremos por medio del lote económico.

ESTUCHE SELLADO.

R = Requerimientos anuales 10,000,000 de piezas.

P_c = Producción diaria, considerando que, la máquina puede producir 120 piezas/min., la producción diaria será de (120 piezas/min.) (60 min) (16 Hrs) * (0.8)** = 92.160 piezas.

CH = Costo de mantener el inventario por unidad - por año. Estimando que el Mt². de almacén se cotice en \$150.00 por mes.

$$CH = (\$150.00 / 1 \text{ mes}) (12 \text{ meses}) / 500,000 \text{ piezas} = \$0.0036 / \text{pieza.}$$

* Considerando que la empresa trabajo dos turnos.

** La eficiencia de la empresa es del 80%

- ESTIMACION DE HERRAMENTAL -

NOMBRE DE LA PIEZA ESLABON DE GANCHO DIBUJO Nº VII.6.4
 CLIENTE Tesis Profesional MATERIAL SAE - 1020
 TIPO DE MAQUINA Máquina Multifarmadora

SECUENCIA DE HERRAMIENTAS.	HORAS DE MANUFACTURA.	HORAS DE MANUFACTURA.
FORMADOR CENTRAL.	20	
HTA. FRONTAL	5	
HTA. IZQUIERDA.	5	
HTA. DERECHA.	5	
HTA. OPUESTA.	5	
QUINTA HTA.		
BOTADOR.	3	
FORMADOR CENTRAL CON MOVIMIENTO.		
HTA. FRONTAL DE 2 PISOS.		
PORTA TROQUEL.		
PUNZONES.		
RECORTE DOBLE.		
RECORTE PRIMARIO.		
RECORTE SECUNDARIO.		
ANCHO DE LA PRENSA .		

Figura VII.6.5.

$$CP = (230)(31.61) = \$7,270.30$$

r_i = Requerimientos diarios serán de 10,000,000 de piezas entre 250 días hábiles que se considera que trabaja una industria.

$$r_i = 40,000 \text{ Piezas/día.}$$

Siguiendo el mismo proceso para la pieza de alambre - "Eslabón de gancho", se tiene los siguientes datos.

$$R_i = 10,000,000 \text{ Piezas.}$$

$$P_i = (150 \text{ Pzas/min.})(60 \text{ min.})(16 \text{ hrs.})(0.8) = 115,200 \text{ Piezas.}$$

$$CH = (150)(12 \text{ meses})/(500,000) = \$0.0036/\text{Pieza.}$$

$$C_p = (230)(4.2) = 966.00$$

$$r_i = (10,000,000)/250 = 40,000 \text{ piezas/día.}$$

Sustituyendo los datos en la fórmula (a) el No. de corridas por año será el siguiente:

$$\text{No.} = \sqrt{\frac{CH_i \cdot R_i \cdot (1 - r_i/P_i)}{2 C_{pi}}} = \sqrt{\frac{43,875}{1,647.260}} = 1.63 \approx 2$$

Sustituyendo los datos de la Fórmula (b) para encontrar el número de piezas por corrida tendremos:

$$\text{Estuche sellado } Q_0 = \frac{R}{N_0} = \frac{10,000,000}{2} = 5,000,000 \text{ Piezas.}$$

$$\text{Eslabón de gancho} = \frac{R}{N_0} = \frac{10,000,000}{2} = 5,000,000 \text{ Piezas.}$$

Teniendo el número de corridas de producción por año y el número de piezas que se fabricarán por corrida, podemos continuar con la cotización por separado.

ESTUCHE SELLADO.

Los costos de esta pieza serán los siguientes:

El costo del kilogramo de material es de \$14.50, consideraremos una mediana industria la cuál tendrá como costo \$230.00 la hora (este dato podría ser tomado por departamento - pero creemos que en esta forma se simplificarán los calculos).

Considerando estos datos tendremos que el total de horas de manufactura del herramental es de 321.1 hrs., las horas de ajuste y montaje en la máquina serán de 31.61 hrs, por el número de ciclos de producción cuando se tenga que montar todo el herramental, cuando sea necesario reafilarse las herramientas se considera el tiempo de montaje del troquel y del cortador que es de 27.10 hrs., tomando en cuenta estas consideraciones el tiempo de montaje y ajuste en la máquina es de 1,093.02 hrs. El tiempo de máquina que llevará producir los 10,000,000 de piezas será el siguiente:

$$(10,000,000 \text{ pzas.}) / (120 \text{ pzas / min.}) (60 \text{ min/hr}) (0.80) = 1736.0 \text{ Hrs.}$$

El costo de mano de obra de empaque será de 15 centavos por kilogramo neto, lo cual nos da un costo de 10,026.00 pesos, considerando que el cliente ha pedido que las piezas se le empaquen en cajas de cartón, el costo del empaque será de \$12,526.00 pesos, ya que cada caja de cartón tiene un costo de \$3.75 y en ella caben 20 kilogramos, la mano de obra de despacho y embarque tendrá un costo de \$0.20 por kilogramo neto dando un costo de \$13,365.10.

Consideraremos una utilidad del 25% del costo total ya que consideramos que es la mínima aceptable para una empresa, aunque cada industria la designará según lo juzgue conveniente, por lo tanto el precio con utilidad será de 2,655,924.00. Al cliente se le cargará el 4% de ingresos mercantiles dando un total de \$2,762,161.00 y el costo unitario total será de \$0.28 (ver forma de la figura VII.6.6.)

Entregada la cotización y siendo aceptada se seguirá el procedimiento anteriormente descrito. La orden de producción será la siguiente, ver figura VII.6.7. El afilado de la

- ESTIMACION DE PIEZAS -

NOMBRE DE LA PIEZA. ESTUCHE SELLADO, DIBUJO N° VII.6.1

CLIENTE. Tesis Profesional, MATERIAL. SAE - 1070

N° DE PIEZAS 10,000,000 PESO BRUTO. 28,229.75 Kg PESO NETO. 11,207 Kg.

MAQUINA. MAQUINA MULTIFORMADORA.

OBSERVACIONES. _____

CONCEPTO	HORAS.	COSTO
MANUFACTURA DE HERRAMENTAL.	321.0	73,830.00
MONTAJE Y AJUSTE EN LA MAQUINA.	1,093.0	251,350.00
MANUFACTURA DE LA PIEZA.	1,736.0	599,260.00
MATERIAL		1,364,378.00
SERVICIOS COMPRADOS.		-
MANO DE OBRA Y EMBARQUE.		10,025.00
MANO DE OBRA, DESPACHO Y EMBARQUE.		25,895.00
COSTO ANTES DE IMPUESTOS. Y UTILIDAD		2,124,739.00
COSTO CON UTILIDAD.		2,655,924.00
COSTO TOTAL.		2,762,161.00
COSTO UNITARIO TOTAL.		0.28

Figura VII.6.6.

UTILIDAD	
%	PRECIO DE VENTA.
25	531,185.00
30	
35	
40	

- ORDEN DE PRODUCCION -

NOMBRE DE LA PIEZA <u>ESTUCHE SELLADO.</u>		DIBUJO NR <u>VII.6.7</u>				
CLIENTE: <u>Tesis Profesional.</u>			MATERIAL <u>SAE - 1070</u>			
TOLERANCIAS. _____		INSTRUCCIONES. <u>Como el reafilado es cada</u> <u>250,000 piezas, el tiempo de herramientación y preparación se divi-</u> <u>de en 31.61 hrs, en el 1er. herramientado y 27.10 para el refilado.</u>				
OPERACIONES.	MAQUINA.	CANTIDAD.	TIEMPO HTAS/NRS.	TIEMPO. PROD/HR9.	AFILADO. NTAS.	REEMPLAZO. HTAS.
		5000000	546.51	868	250.000	70.000.000

Figura VII.6.7

herramienta así como el reemplazo serán tomados de la figura VII.3.1.

A cada operador por turno se le entregarán formas para el control de calidad, en ellas irá colocando los datos según se le especifiquen. Ver figura VII.6.8.

En esta pieza se checará para el control de calidad; el troquelado de la pieza contra la plantilla como la que se muestra en la figura VII.6.9., y el sellado de la pieza al ser sacada por el botador, figura VII.6.10.

Para la pieza eslabón de gancho, el costo del material será el siguiente, tomando en cuenta que el alambre que se usará para la fabricación de la pieza no es de sección comercial por ser esta semi-redonda, será necesario partir de un alambre que tenga la sección redonda al cual tendrá que ser maquilado.

El costo del alambre redondo por kilogramo es de \$16.00 y el costo de maqularlo es de \$12.00 por cada kilogramo, lo cual nos da un costo de \$28.00 el kilogramo de material. El costo de la hora en la empresa será el mismo que en el ejemplo del estuche sellado, \$230.00 la hora.

Los tiempos serán los siguientes, 45 hrs. de manufactura del herramental, 4.2 hrs. del ajuste y montaje en la máquina del herramental que al multiplicarlo por el número de lotes económicos nos dan 8.4 hrs. En el lote económico nos veremos en la necesidad de afilar la herramienta de corte, la cual al ser montada y ajustada nos da un tiempo de 0.2 hrs. y un total en los cinco lotes económicos de 7.60 hrs. que sumados a lo anterior dan como tiempo total de ajuste y montaje en la máquina de 16.00 hrs.

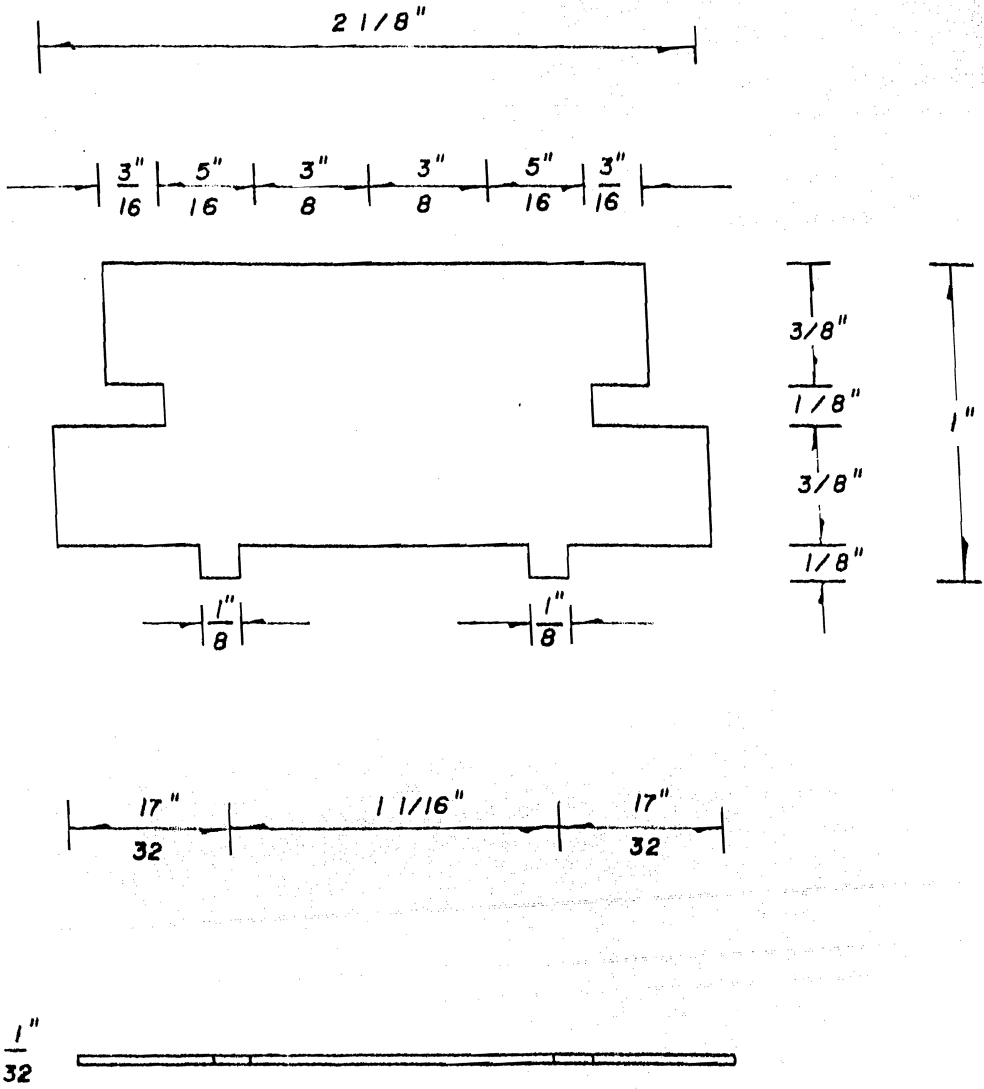
El tiempo de manufactura de las piezas será el siguiente:

$$(10,000,000 \text{ piezas}) / (150 \text{ pras/min}) (60 \text{ min}) (0.80) = 1,389.00 \text{ hrs.}$$

La pieza requiere de un zincado, el costo de este es de \$3.00 el kilogramo, (ver tabla en la figura VII.6.11), dando un total de \$103,863.10 la mano de obra de empaque es de 15 centavos el kilogramo y el costo del empaque es de \$6,941.00 con cartón y de que la capacidad por caja es de 20 kilogramos teniendo un costo por caja de \$3.75.

La mano de obra de despacho y embarque es de \$6,924.00 a un precio de 20 centavos el kilogramo todos estos costos nos

DESARROLLO DEL ESTUCHE SELLADO.



ESC: 2:1
ACOT. IN.

Figura VII.6.9.

TABLA DE INSPECCION Y CONTROL DE CALIDAD.

FECHA. _____ TURNO. _____ DIBUJO N^o. VII.6.1

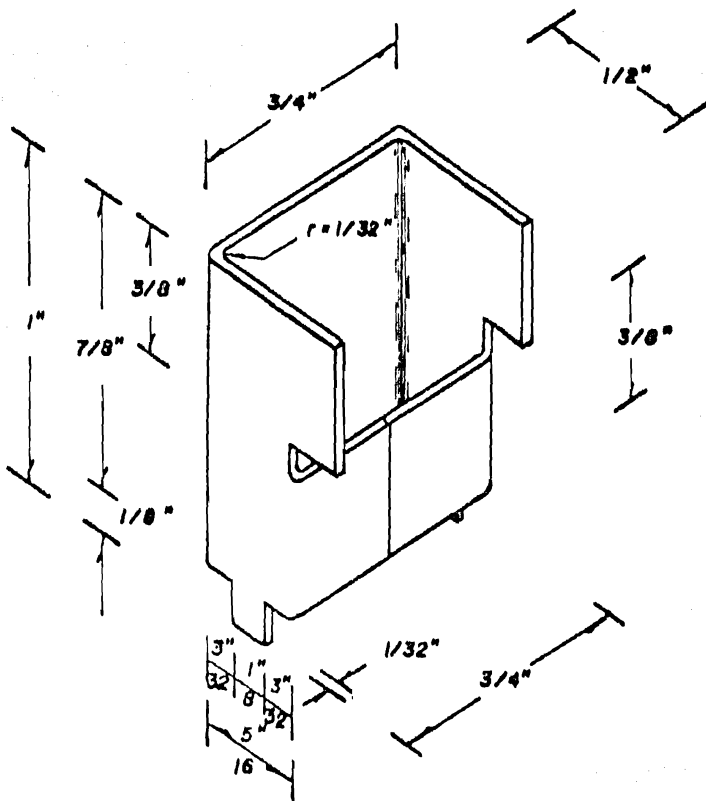
MAQUINA MULTIFORMADORA. _____ CLIENTE. Tesis Profesional.

NOMBRE DEL PRODUCTO. ESTUCHE SELLADO. TOLERANCIAS. ± 0.005

INSTRUCCIONES. Cada 500 piezas chequear contra plantilla el troquelado en 10 piezas y cada media hora chequear el sellado de la pieza en 20 Pzas.

N ^o	INSPECCIONAR	500 Pza.		500 Pza.		500 Pza.		500 Pza.		500 Pza.		500 Pza.	
		0.5 Hrs.	0.5 Hrs.	0.5 Hrs.	0.5 Hrs.	0.5 Hrs.	0.5 Hrs.	0.5 Hrs.	0.5 Hrs.	0.5 Hrs.	0.5 Hrs.	0.5 Hrs.	0.5 Hrs.
1	Troquelado contra la plantilla.												
2	Sellado de la pieza.												
3													
4													

Figura VII.6.8.



ESC:R.1 ACOT:PULB.
 MAT: CR8.

Figura VII.6.10.

dan un total de \$1,522,384.00 pesos, el cliente como en el caso anterior pagará el 4% que es el impuesto sobre ingresos mercantiles, como en el caso anterior consideraremos una utilidad del 25% dándonos un precio de venta de \$1,979,099.00 pesos y un costo unitario de 20 centavos, ver figura VII.6.12. La orden de producción en el caso de ser aceptada la cotización será la mostrada en la figura VII.6.13 los datos de reafileado y reemplazo del herramental fueron tomados de la tabla mostrada en la figura VII.3.1.

Al operario de la máquina se le entregará una forma para que lleve el control de calidad. En este caso se controlará el largo de la pieza y el diámetro interior D_1 . Ver figuras VII.6.14 y VII.6.15.

PRECIOS DE RECUBRIMIENTOS Y TRATAMIENTOS TERMICOS*.

Proceso.	Costo (en pesos).
Tropicalizado.	3.30 por Kg.
Cadminizado.	10.60 por Kg.
Zincado.	3.00 por Kg.
Pavonado.	1.10 por Kg.
Temple-revenido.	4.00 por Kg.
Cementado y Carboniturado.	5.00 por Kg.

Figura VII.6.11.

Con estos ejemplos hemos tratado de ilustrar lo que sería el control de producción en una máquina multiformadora.

La política que hemos seguido al cotizar el herramental es susceptible de ser cambiada ya que cada empresa cuenta con suficiente experiencia, para poder estimar los tiempos de manufactura de los herramientas.

* Precios obtenidos de Manufacturero Mexicano.

- ESTIMACION DE PIEZAS -

NOMBRE DE LA PIEZA. ESLABON DE GANCHO **DIBUJO N°** VII.6.4

CLIENTE. Tesis Profesional **MATERIAL.** SAE - 1020

N° DE PIEZAS. 2,000,000 **PESO BRUTO.** 16,765.24 **PESO NETO.** 15,241 Kg.

MAQUINA. MULTIFORMADORA.

OBSERVACIONES. _____

CONCEPTO	HORAS.	COSTO
MANUFACTURA DE HERRAMENTAL.	45	10,350.00
MONTAJE Y AJUSTE EN LA MAQUINA.	16	3,680.00
MANUFACTURA DE LA PIEZA.	1,389	319,470.00
MATERIAL		1,066,412.00
SERVICIOS COMPRADOS.		103,863.00
MANO DE OBRA Y EMBARQUE.		11,625.00
MANO DE OBRA, DESPACHO Y EMBARQUE.		6,924.00
COSTO ANTES DE IMPUESTOS, Y UTILIDAD.		1,522,384.00
COSTO CON UTILIDAD.		1,902,980.00
COSTO TOTAL.		1,979,099.00
COSTO UNITARIO TOTAL.		0.20

UTILIDAD	
%	PRECIO DE VENTA.
25	380,556.00
30	
35	
40	

Figura VII.6.12.

Los datos que nosotros proporcionamos son tomados de
manufactureros mexicanos que tienen amplia experiencia en las
máquinas multifradoras. Se recurrió a ellos ya que conside
ramos que estos datos son los que más se apegan a la realidad
de nuestro País.

- ORDEN DE PRODUCCION -

NOMBRE DE LA PIEZA ESLABON DE GANCHO. DIBUJO Nº VII.6.4

CLIENTE: Tesis Profesional. MATERIAL SAE - 1020

TOLERANCIAS. INSTRUCCIONES. El tiempo de herramientada se dividirá en 4.2 hrs., antes del afilado y 0.2 hrs para montar el cortador después del afilado.

OPERACIONES.	MAQUINA.	CANTIDAD.	TIEMPO HTAS/HRS.	TIEMPO. PROD/HRS.	AFILADO. HTAS.	REEMPLAZO. HTAS.
		1250000	5.0	173.61	250,000	10,000,000

Figura VII.6.13

TABLA DE INSPECCION Y CONTROL DE CALIDAD.

FECHA. _____ TURNO. _____ DIBUJO N° VII.6.14

MAQUINA MULTIFORMADORA. _____ CLIENTE. Tesis Profesional.

NOMBRE DEL PRODUCTO. ESLABON DE GANCHO TOLERANCIAS. $\begin{matrix} + \\ - \end{matrix} 0.01$

INSTRUCCIONES. De cada 500 Pzas, medir el largo y el diámetro interior D, a 10 de las piezas.

N°	INSPECCIONAR	500 Pza.	500 Pza.	500 Pza.	500 Pza.	500 Pza.	500 Pza.	500 Pza.	500 Pza.	500 Pza.	500 Pza.	500 Pza.	500 Pza.	500 Pza.	500 Pza.	500 Pza.	500 Pza.	500 Pza.	500 Pza.	500 Pza.	
1	Largo de la pieza.																				
2																					
3																					
4																					

Figura VII.6.14

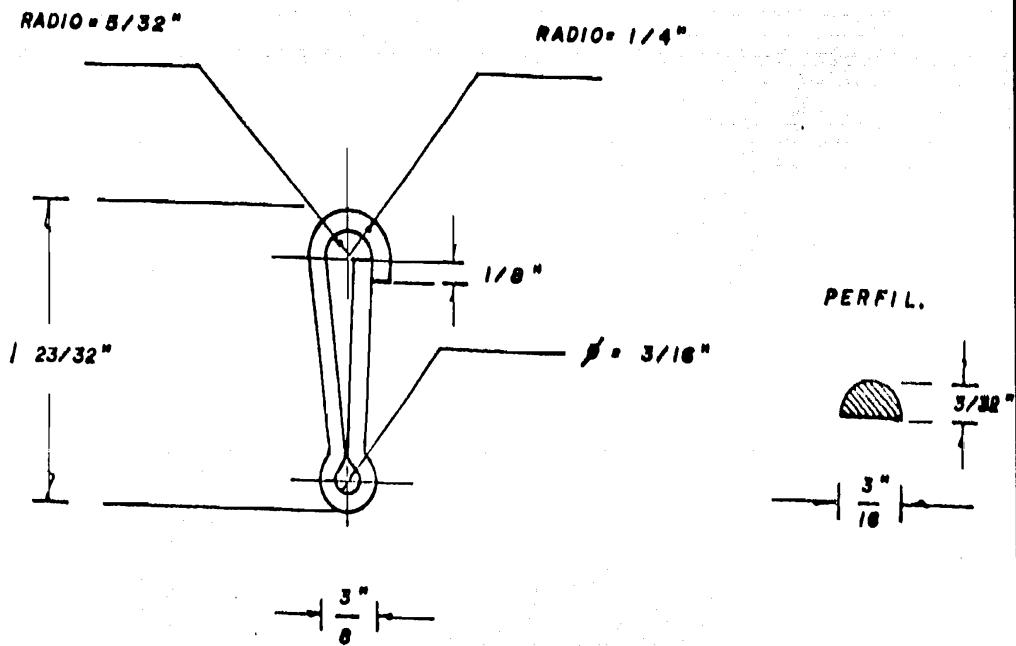


Figura VII.6.15.

CAPITULO VIII.

ANALISIS COMPARATIVO DE PROCESOS.

En capítulos anteriores se ha hablado de Tipos de Máquinas Multiformadoras, así como de las partes típicas que se manufacturan en ellas y de las características y generalidades de los procesos en las mismas haciendo mención que son Máquinas de actualidad, ya que sustituyen a diferentes procesos -- principalmente en el Area de Troquelado.

Para justificar lo antes expuesto se establecerá en este Capítulo una analogía de procesos de manufactura de una pieza, la cual fue tratada en el Capítulo VI dentro de la Sección de Partes Tubulares.

VIII.1 Método de fabricación en máquinas troqueladoras.

Nombre de la pieza:	Separador de Rodamiento.
Diámetro interior:	1.250" \pm 0.0025"
Ancho de la pieza:	0.687" \pm 0.005"
Espesor del material:	0.050" \pm 0.001"
Calidad del acero:	SAE 1010 CRS. Rb 55/65
Dimensión de las ventanas:	0.375" X 0.437"

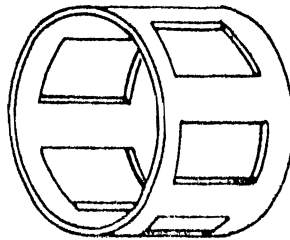


Figura VIII.1.1

Este separador de rodamiento se fabrica en Máquinas Troqueladoras con el siguiente método de manufactura:

1. Embutido de una taza
2. Perforado de la taza embutida.
3. Corte de ventanas.
4. Calibración final (lenderizado) cuando se requiera.

En la figura VIII.1.2, se ilustra el Método.

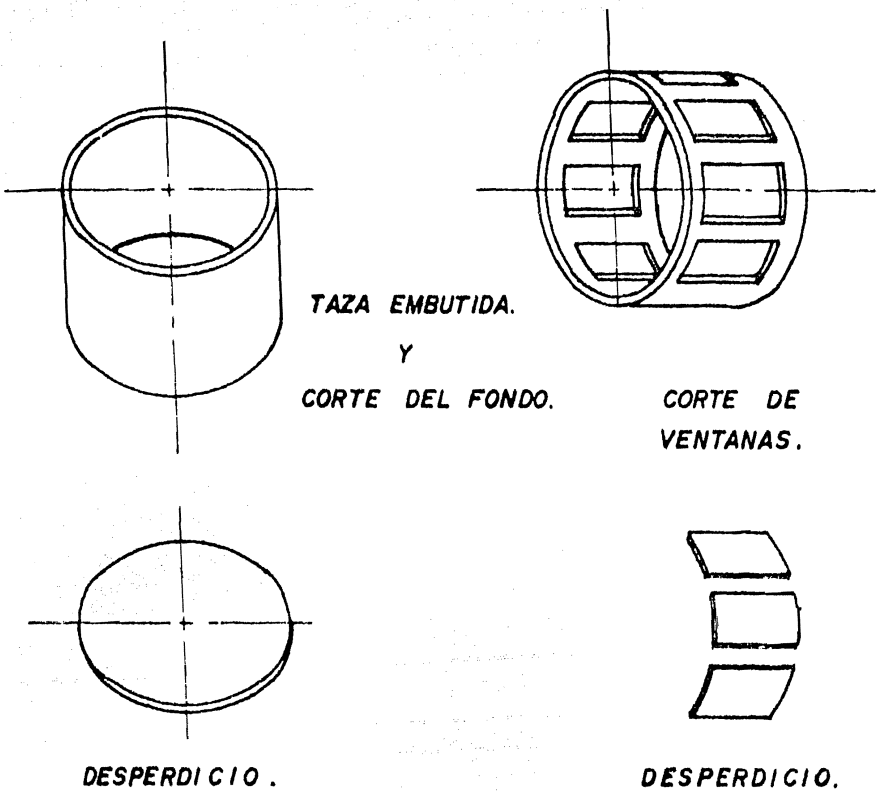


Figura VIII.1.2.

Embutido de la taza.

Esta primera operación se lleva a cabo utilizando una Máquina Troqueladora que se alimenta con un rollo de lámina. - La Máquina está herramentada en su parte móvil con un conjunto de herramienta que consta de lo siguiente:

- Un punzón de embutido, el cual obviamente realiza la función principal de la operación.
- Un anillo planchador que sujeta el material, evitando deformaciones en el mismo, cuando el embutido se lleva a cabo.
- Un punzón cortador que se encarga de desprender a la taza de la tira de lámina.

Esta operación se realiza en una Prensa Troqueladora de 10 tons. de capacidad con una frecuencia de operación de 2,880 piezas/hora trabajando al 80% de eficiencia.

A continuación se presentan las Figuras Números VIII.1.3 y VIII.1.4 que muestran el arreglo de herramental requerido.

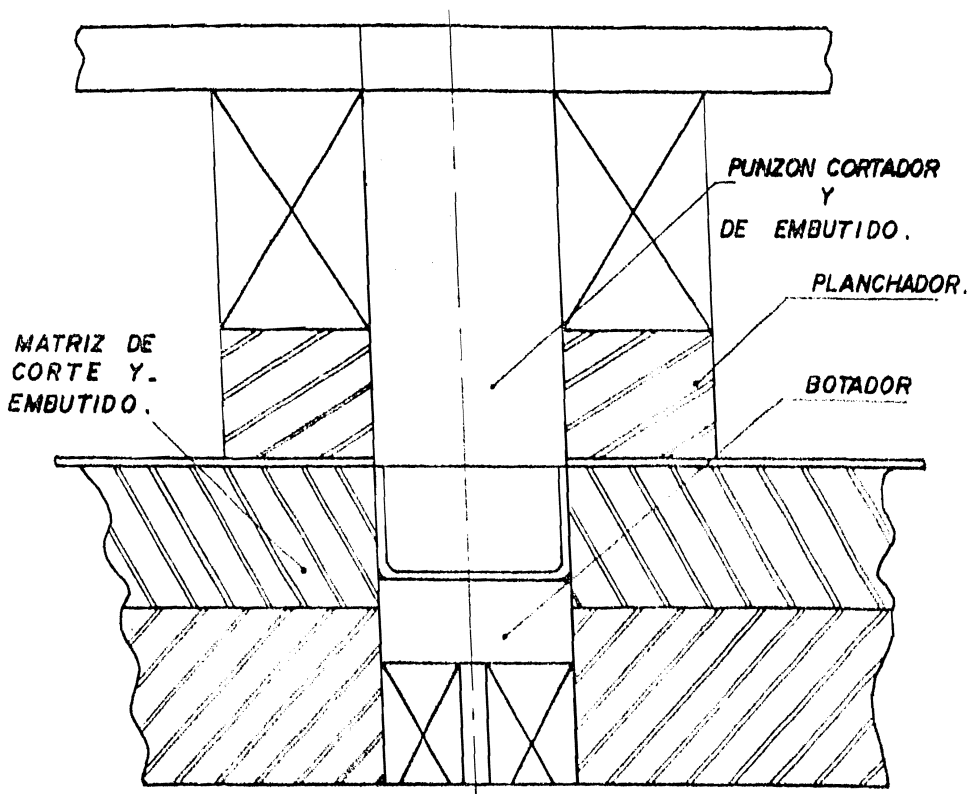
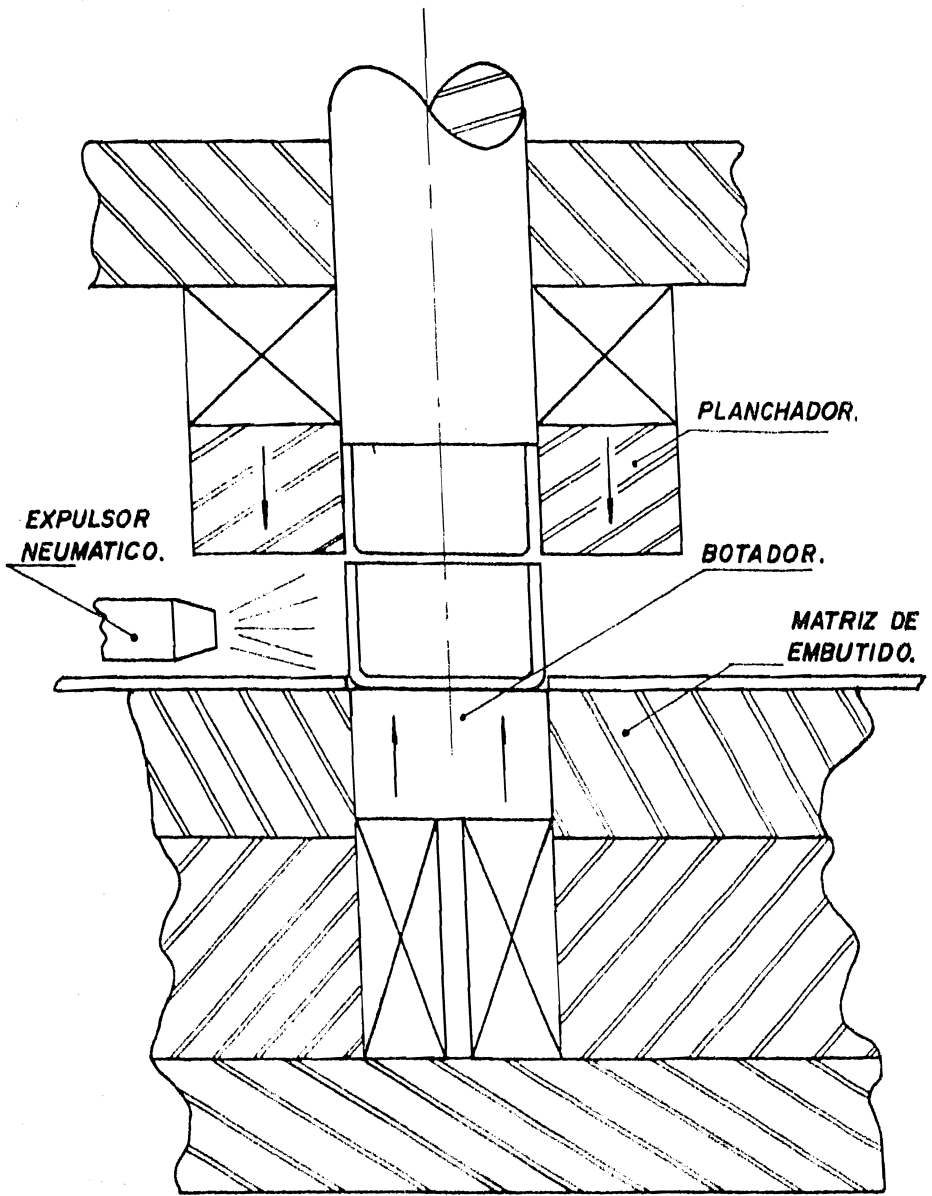


Figura VIII.1.3.



SECCION EN CORTE DESPUES DE OPERACION DE EMBUTIDO.

Figura VIII.1.4

Es evidente que con esta operación tendremos un cierto material sobrante, ya que estamos partiendo de una tira del mismo para obtener tazas. En la Figura VIII.1.5 se ilustra el sobrante del material.

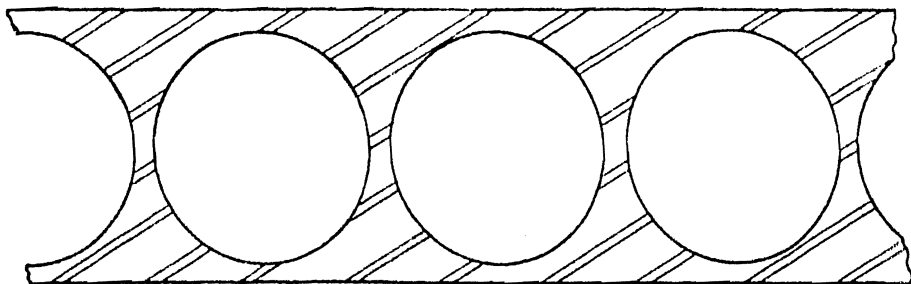


Figura VIII.1.5

Perforado de la taza embutida.

Esta segunda operación del método consiste en cortar el fondo de la taza logrando con esto una pieza tubular.

La Máquina requerida es una Prensa Troqueladora de 10 tons. con una frecuencia de operación de 2,880 piezas/hora trabajando al 80% de eficiencia. En esta parte del proceso la taza se alimenta automáticamente por medio de unas tenazas y después del corte de la pieza es expulsada de la zona de trabajo con un disparo de aire.

A continuación se ilustra la operación con las figuras Números VIII.1.6 y VIII.1.7.

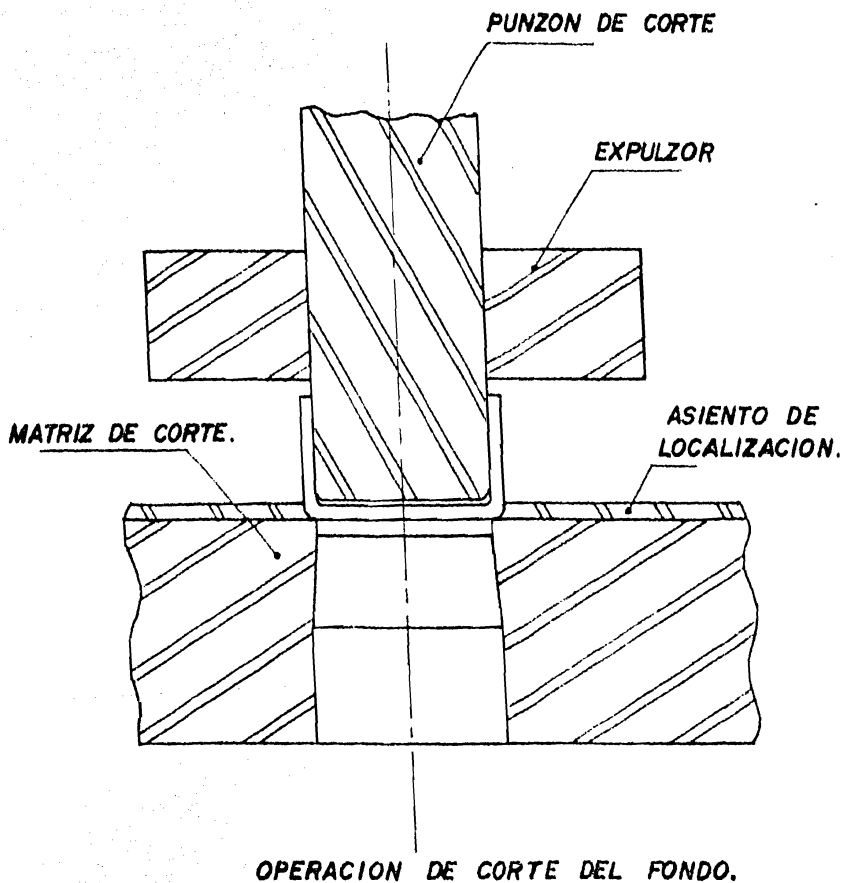


Figura VIII.1.6

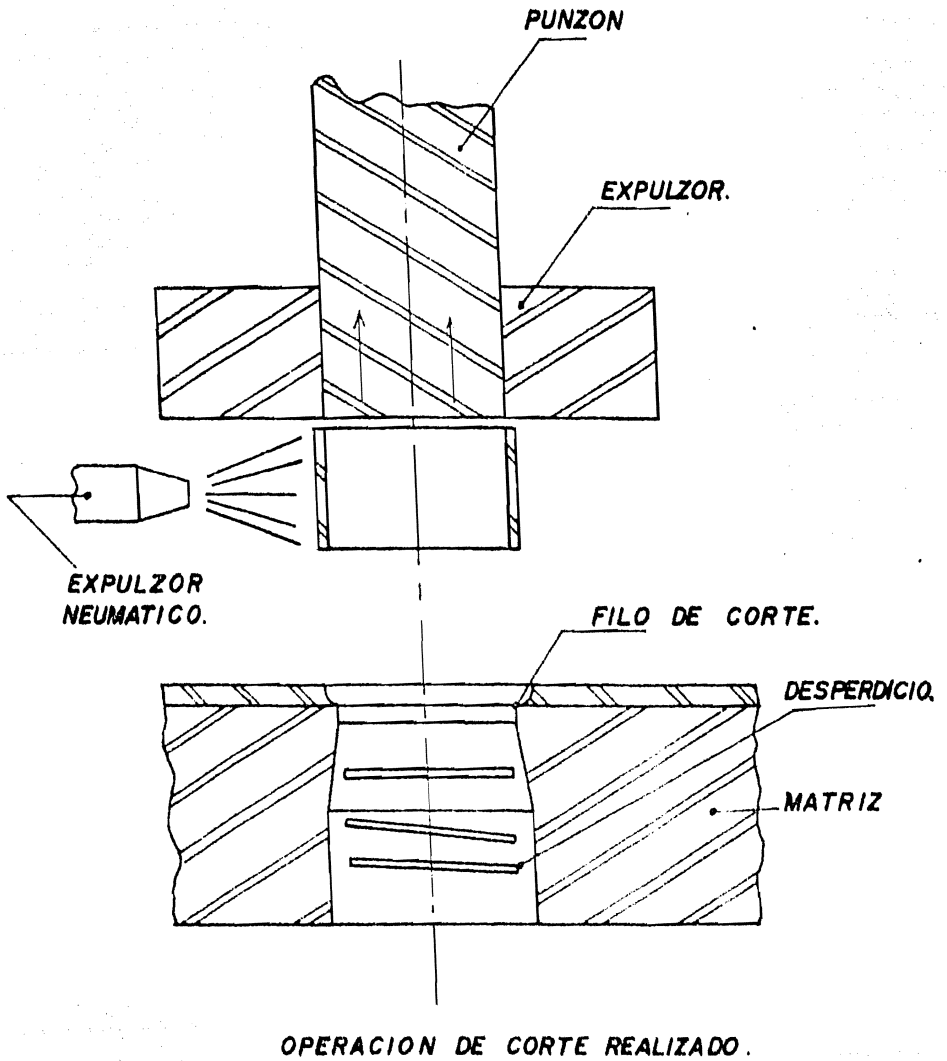


Figura VIII.1.7

Corte de ventanas.

Una vez teniendo una pieza tubular esta será alimentada manualmente a una matriz cilíndrica en la cual se van cortando una a una las ocho ventanas cambiando de posición la pieza automáticamente con una uña de transporte que hace girar la misma hasta un pilote que localiza la posición exacta del siguiente corte. En esta operación también se requiere de un Planchador de sujeción y una funda botadora que actúa expulsando y desembragando la Máquina después de efectuado el último corte. Posteriormente se deberá alimentar otra pieza y embra-
gar la máquina para repetir el ciclo.

Prensa requerida: Troqueladora de 5 tons. de capacidad y una frecuencia de operación de 240 piezas/hora, trabajando al 80% de eficiencia.

En las Figuras Números VIII.1.8, VIII.1.9 y VIII.1.10 se ilustran las operaciones antes descritas.

Con esta operación de Corte de Ventanas queda la pieza terminada, aunque cabe mencionar que algunas veces el método utilizado provoca deformaciones no permisibles en la pieza y se requiere de un rolado de la misma para enderezar el separador de rodamiento.

VIII.2 Método de fabricación en máquinas multifradoras.

Por lo que respecta al Método de Manufactura del separador de rodamiento en Máquinas Multifradoras, tres operaciones básicas son utilizadas:

- Corte de ventanas en estación de troquelado.
- Formado del anillo en estación de formado.
- Unión soldando a tope con dispositivo montado enfrente de la estación de formado.

Máquina requerida Multifradora Vertical de 25 tons. de capacidad con una frecuencia de operación satisfactoria para este separador de 80 a 100 piezas/minuto.

A continuación ilustramos en las figuras VIII.2.1, - VIII.2.2 y VIII.2.3 el arreglo del herramental, aunque no lo describimos, ya que fue ampliamente expuesto en el capítulo VI.

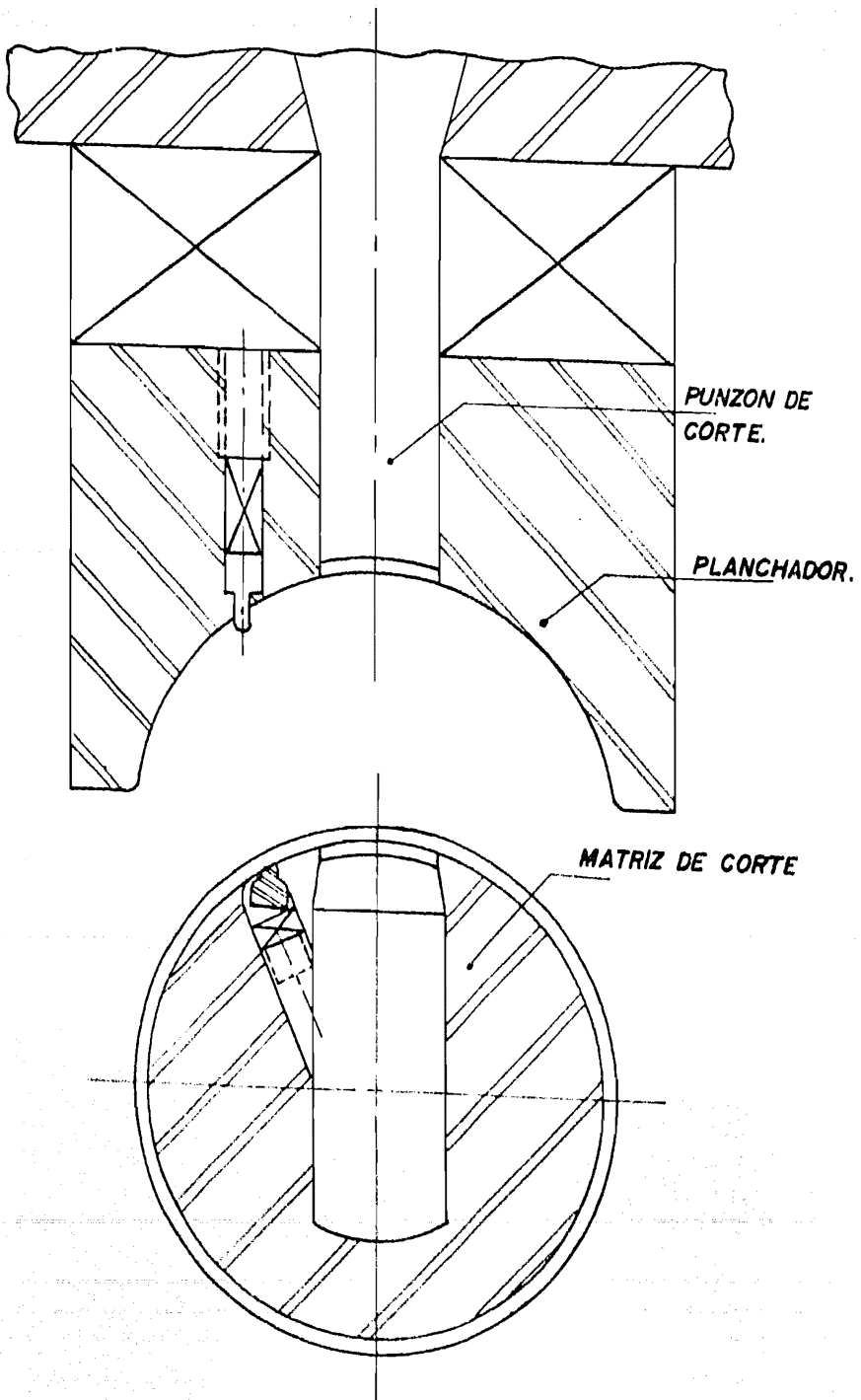
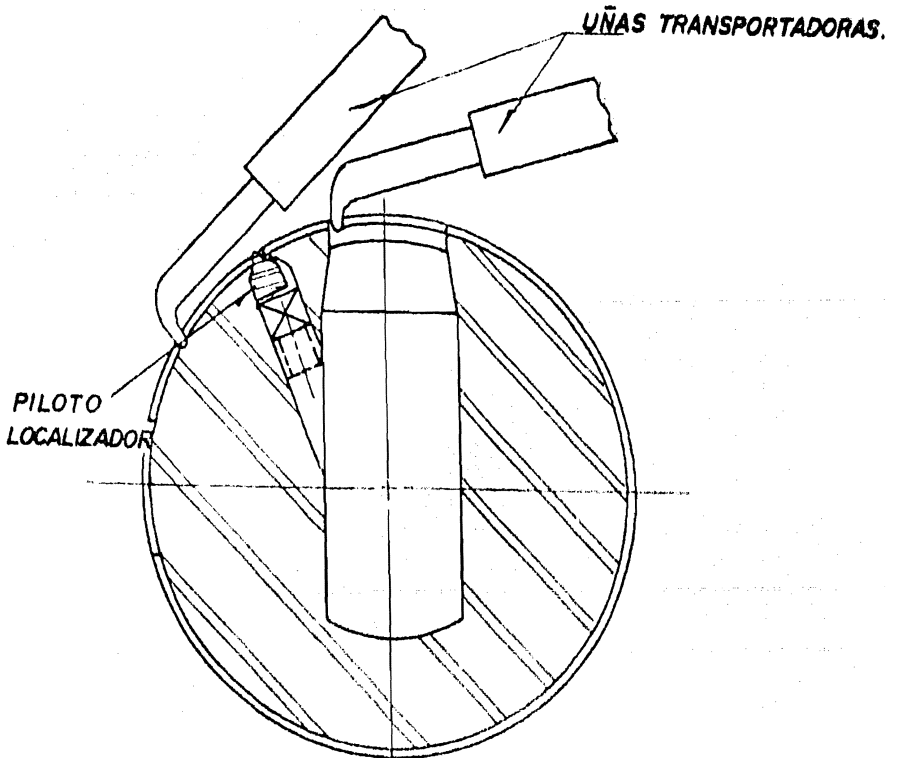
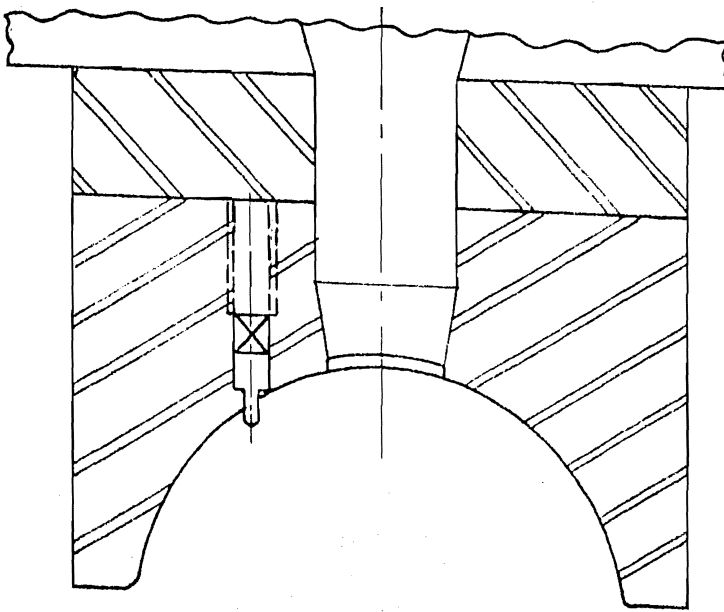
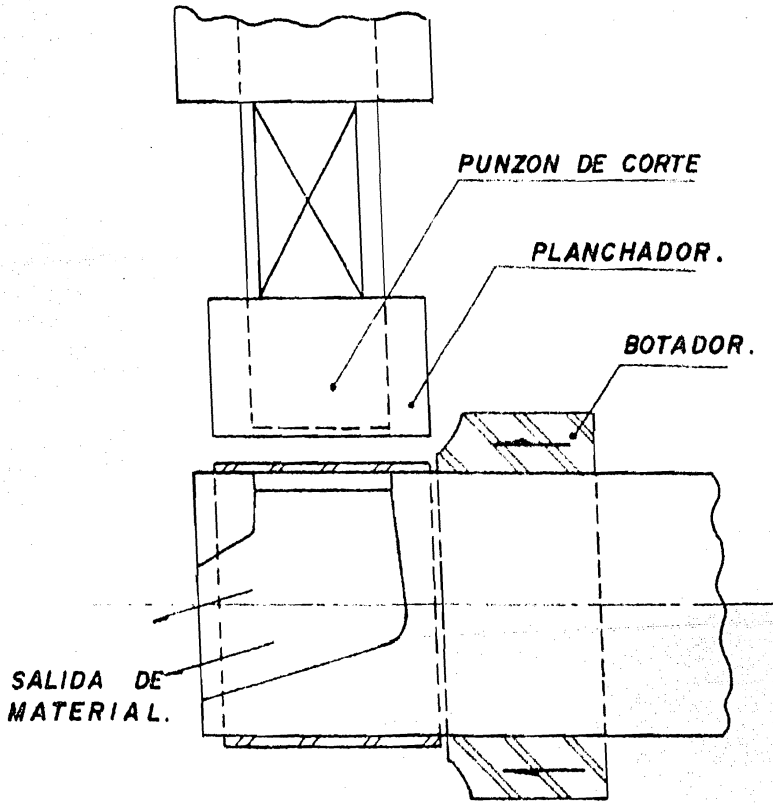


Figura VIII.1.8 OPERACION DEL PUNZONADO DE VENTANAS.



DIBUJO MOSTRANDO LA TRANSFERENCIA DE LA PIEZA.

Figura VIII.1.9



SECCION EN CORTE LATERAL .

Figura VIII.1.10.

ESTACION DE FORMADO.

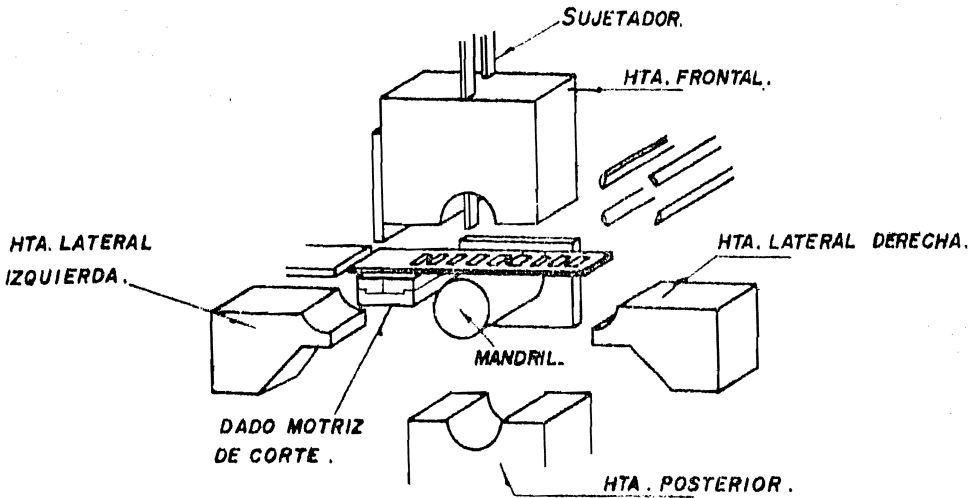


Figura VIII.2.1.

UNION SOLDADA.

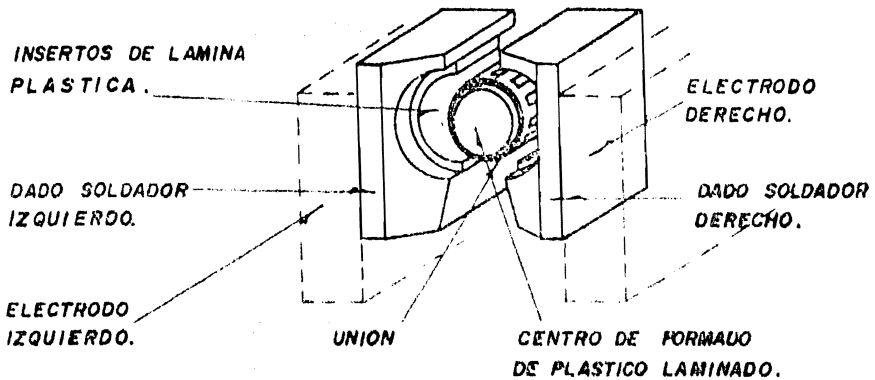


Figura VIII.2.2.

Una vez presentados ambos métodos de Manufactura veremos a continuación que costo representa obtener el separador de rodamiento utilizando Máquinas Troqueladoras y Máquinas Multiformadoras.

VIII-3 -COSTOS-

SOLICITANTE.			PRODUCTO			CANTIDAD			
Tesis Profesional.			Separador de rodamiento.			10,000,000			
Clase de Material		Medida		Peso Neto	Peso Bruto	Precio			
SAE-1010		Ancho 1"		7.38 grs.	28.06 grs.	13.5 Kg.			
Dibujo		Herramienta		FORMA DE EMPAQUE					
VIII.1		Estandar.		Tamaño	Tipo	Costo por			
Secuencia de Operaciones					Caja de madera	Millar.			
OPERACIONES.					Caja de cartón	Millar.			
	Pieza Hora	Costo Hora	Costo Millar	1	\$30.100 Kgs.	2.21			
Embutido	2880	90	31.25		Costal				
Corte del fondo de la taza	2880	90	31.25.		Otros				
				COSTO FABRICACION POR <u>MILLAR</u> PZS.					
Corte de ventanas.				240	60	250			
Esquema				312.5					
				M. de O. empaque					
				15 cvs./Kg.					
				1.107					
				Costo envases					
				2.21					
				M. de O. Despacho y Embarque					
				20 cvs./Kg.					
				SUMA					
				709.92					
				Cargos Financ.					
				4%					
				28.39					
				Gastos Adición y Ventas					
				17%					
				120.68					
				SUMA					
				859.01					
				Herram especial					
				COSTO DE FABRICACION					
				859.01					
				PRECIO DE VENTA POR PZAS.					
				Kg. Utilidad.					
				\$ unitario					
				155 25%					
				\$ 1.145					
				166.28 30%					
				\$ 1.227					
				179.07 35%					
				\$ 1.321					
TIEMPO ENTREGA:				Calculó					
A convenir.				Tesis Profesional					
OBSERVACIONES.				Aprobó					
Ninguna.									

- ESTIMACION DE PIEZAS -

NOMBRE DE LA PIEZA. Separador de Rodamiento **DIBUJO Nº** VIII.1
CLIENTE. Tesis Profesional. **MATERIAL.** SAE-1010
Nº DE PIEZAS. 10,000,000 **PESO BRUTO.** 158,500 Kg. **PESO NETO.** 73,800 Kg.
MAQUINA. Multiformadora vertical de 25 Tons. de capacidad.
OBSERVACIONES. El separador se soldará a tope sin permitir rebordes de 0.005".

CONCEPTO	HORAS.	COSTO
MANUFACTURA DE HERRAMENTAL.	618	142,140
MONTAJE Y AJUSTE EN LA MAQUINA.	295	67,850
MANUFACTURA DE LA PIEZA.	1,736	399,260
MATERIAL		2,139,750
SERVICIOS COMPRADOS.		130,200
MANO DE OBRA Y EMBARQUE.		14,415
MANO DE OBRA, DESPACHO Y EMBARQUE.		37,850
COSTO ANTES DE IMPUESTOS, Y UTILIDAD		2,931,465
COSTO CON UTILIDAD		3,664,331
COSTO TOTAL.		3,810,904
COSTO UNITARIO TOTAL.		0.381

UTILIDAD	
%	PRECIO DE VENTA.
25	1,322,866
30	
35	
40	

ESTIMACION DE HERRAMENTAL

NOMBRE DE LA PIEZA Separador de rodamiento. DIBUJO N° VIII.1
 CLIENTE Tesis Profesional. MATERIAL SAE-1010
 TIPO DE MAQUINA Multiformadora vertical de 25 Tons. de capacidad.

SECUENCIA DE HERRAMIENTAS.	HORAS DE MANUFACTURA.	HORAS DE MANUFACTURA.
FORMADOR CENTRAL.	20	
HTA. FRONTAL	5	
HTA. IZQUIERDA.	5	
HTA. DERECHA.	5	
HTA. OPUESTA.	5	
QUINTA HTA.	-	
BOTADOR.	8	
FORMADOR CENTRAL CON MOVIMIENTO.	-	
HTA FRONTAL DE 2 PISOS.	-	
PORTA TROQUEL.	60	
PUNZONES.	70	
RECORTE DOBLE.	-	
RECORTE PRIMARIO.	350	
RECORTE SECUNDARIO.		
ANCHO DE LA PRENSA .		

La diferencia en costo unitario de la pieza en cuestión utilizando Máquinas Troqueladoras y Máquinas Multiformadoras es del orden de 66.7% y esta reducción en costo y los beneficios económicos que esto representa dependen principalmente de los siguientes factores:

1. REDUCCION DE DESPERDICIO DE MATERIAL.

En el Método por medio de Máquinas Multiformadoras el desperdicio es el corte de las ventanas, mientras que en el Método utilizando Máquinas Troqueladoras tenemos desperdicio de material en la operación de embutido, así como también en la operación del corte del fondo de la taza y el inevitable corte de las ventanas.

2. REDUCCION EN LA MANO DE OBRA.

La condición de procesar el separador de rodamiento utilizando tres máquinas y cuando se requiere enderezado cuatro, implica una utilización de cuando menos dos operadores, lo cual representa un 100% más de lo que se requiere para manejar una Máquina Multiformadora que es operada por un hombre.

3. REDUCCION DE ESPACIO PLANTA.

Es evidente que al requerir de tres o cuatro Máquinas para la elaboración del producto nos implica ocupar una mayor área de trabajo en la Planta para instalación del Equipo y un mayor manejo de materiales, lo cual es un factor importante en la eficiencia de operación de cualquier Planta.

4. ALTOS VOLUMENES DE FABRICACION.

Desde el punto de vista productivo las Máquinas Multiformadoras están diseñadas para manejar altos volúmenes de producción, lo que nos representa una rápida recuperación de la inversión de material y htas. con la utilidad respectiva.

5. FLEXIBILIDAD EN EL DISEÑO.

Por lo que respecta a modificaciones en el diseño del herramental como resultado de las variaciones de propiedades físicas en los diferentes lotes de materia prima, la condición de tener levas de transmisión de movimiento independientes y ajustables a cada herramienta en la estación más importante que es la de formado, nos permite realizar ajustes rápidos y efectivos, lo cual nos representaría un mayor grado de dificultad en los diseños de herramienta usados en Prensas Troqueladoras convencionales.

Con lo antes expuesto se justifica el porque las Máquinas Multiformadoras han desplazado en muchos y variados casos a procesos en los que se utilizaban Prensas Troqueladoras.

CAPITULO IX.

MERCADO NACIONAL E INTERNACIONAL PARA PARTES MANUFACTURADAS EN MAQUINAS MULTIFORMADORAS.

Considerando el rápido desarrollo industrial, demográfico y económico del mundo y el gran esfuerzo que hace México para ser considerado un país industrializado, se hace necesario contar con maquinaria eficiente para lograr una producción a bajo costo y alta velocidad en todas las ramas de la industria. En este capítulo trataremos de situar las piezas manufacturadas en máquinas multiformadoras en el mercado nacional e internacional.

IX.1 El mercado nacional.

Dentro de las industrias que más desarrollo han alcanzado se encuentra la Industria Metal-Metálica, ya que en ella se manufacturan infinidad de productos que tienen una gran versatilidad de uso.

Esta industria maneja una variedad muy amplia de máquinas de formado de metales, siendo una de las más utilizadas la máquina troqueladora; esta máquina tiene una serie de inconvenientes que ya se han mencionado. Es por esto que las máquinas multiformadoras tienen un panorama muy amplio en el mercado, no obstante que su capacidad para el formado de piezas está limitado por el tamaño de éstas, pero es capaz de realizar ciertas piezas que no podrían ser manufacturadas en un troquel continuo, así como otras ventajas que ya también se han mencionado.

En México, el desarrollo que la Industria Metal-Mecánica ha alcanzado es muy amplio y a pesar de que este tipo de maquinaria fue lanzada al mercado hace ya algunos años; en nuestra industria es prácticamente desconocida, ya que del total de empresas con que cuenta el país, son muy pocas las que utilizan este tipo de máquina, a continuación se mencionan algunas de ellas:

- a) Clevite, S.A.
- b) Federal Mogul, S.A.
- c) Acme Flejes de México, S.A. de C.V.
- d) Resortes y Productos Metálicos, S.A. de C.V.
- e) Resortes Mecánicos, S.A.

- f) Resortes Universales, S.A.
- g) Manufacturera de Artículos de Alambre, S.A.
- h) Formatécnica, S.A.

El total de máquinas que existe en la República se considera entre 70 y 100 por lo que se puede ver que éstas máquinas tienen un potencial muy amplio en el mercado nacional.

Considerando que las máquinas son de gran productividad y economía con respecto a las troqueladoras como se ha mostrado en el Capítulo VIII al comparar los procesos productivos y que en el mercado las piezas que se manufacturan es tan amplio como se ha referido en el Capítulo I, ya que pueden manufacturar piezas como, clips de colchones, clips de resortes, anodos de válvulas, contactos de interruptor de tambor, tornillos de traba, argollas, anillos D, abrazaderas de alambre de diferentes formas, selladores para paquetes, etc., algunos de los cuales se utilizan en las siguientes industrias y cuyos índices de crecimiento son los que nos indican el mercado potencial de los productos manufacturados por este tipo de máquinas (ver tabla A).

INDICES DE CRECIMIENTO DE LA INDUSTRIA.

Industria.	% de crecimiento anual de 1976 - 1977.	
Electrónica.	1.3	<u>1/</u>
Eléctrica.	8.0	<u>1/</u>
Automotriz.	25.0	<u>2/</u>
Aparatos del hogar.	2.0	<u>3/</u>
Textil.	8.6	<u>4/</u>
Construcción.	2.5	<u>1/+</u>
Metal Mecánica.	3.0	<u>1/</u>
Cajas y empaques de cartón.	1.25	<u>1/</u>

TABLA A.

FUENTES:

- 1/ Dirección General de Estadísticas de la Secretaría de Programación y Presupuesto (S.P.P.).
- 1/+ Dirección General de Estadística S.P.P. Período de 1977 - 1978.
- 2/ Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA) con respecto de los años de 1977 - 1978.
- 3/ Cámara Nacional de la Industria Textil (CANAIN-TEX).
- 4/ Asociación Nacional de Fabricantes de Aparatos Domésticos.

IX.2 Mercado Internacional.

En el mercado internacional, este tipo de piezas tendrían también una gran aceptación principalmente en algunos países de Centro y Sudamérica, tomando en cuenta que estos países crecen casi al mismo ritmo que México; pero en algunos su grado de industrialización no es tan avanzado como podría ser el nuestro.

Por lo cual la industria Mexicana podría pensar en exportar estas piezas, lo cual sería de gran beneficio para el país ya que mejoraría nuestra balanza comercial.

En conclusión, pensamos que la posición de las piezas manufacturadas en las máquinas multifactoras es muy amplia porque en el país nos ayudaría a tener una productividad de gran dinámica, abasteciéndola el mercado interno, pudiendo evitar importaciones o sustituyéndolas y al mismo tiempo se puede llegar a exportar las piezas, lo cual daría mayor seguridad económica al país.

C O N C L U S I O N .

Esperamos que esta Tesis sirva de consulta al gran sector Técnico e Industrial, interesado en conocer algunos tópicos de los procesos y sistemas utilizados a través de maquina multi formadoras.

Uno de los más importantes objetivos de esta Tesis es aportar en una forma general, la mayor información acerca de los procesos en maquinas multiformadoras y que el estudio sirva de punto de partida a Ingenieros y Administradores de la Industria Nacional para considerar este tipo de equipo dentro de sus planes, ya sea de mejoramiento en sus procesos de manufactura o la incorporación a sus líneas de producción de maquinas modernas y eficientes para ampliar y actualizar sus industrias y asimismo poder competir en mercados internacionales con productos de alta calidad y bajo costo.

Para finalizar queremos señalar que la mayoría de las líneas expuestas en esta Tesis no las consideramos extrañas al tema tratado y conservamos el deseo de que algunos lectores interesados profundicen complementando el tema por nosotros expues to.

BIBLIOGRAFIA:

- Herramientas de Troquelar, Estampar y Embutir.
Autor: Oehler Kaiser.
Editorial: Gustavo Gili, S.A.
6a. edición, 1977.
- Principios Fundamentales para el Diseño de Herramientas.
Autor: Frank W. Wilson A.S.T.M.F.
Editorial: CECSA.
4a. edición, julio 1976.
- Die Design Handbook.
Autor: Frank W. Wilson.
Editorial: Mac Graw Hill.
2a. edición.
- Troquelado y Estampación.
Autor: Tomás López Navarro.
Editorial: Gustavo Gili, S.A.
4a. edición.
- Dirección de Operaciones (Problemas y Modelos).
Autor: Elwood S. Buffa.
Editorial: Limusa - Wiley, S.A.
1a. edición, 1973.
- Sistemas de Producción e Inventario. Planeación e Inven-
tario.
Autor: Elwood S. Buffa y Willim H. Taubert.
Editorial: Limusa, S.A.
1a. edición, 1978.
- Multiple-Slide Forming a New Opportunity for Eliminating
Secondaries. (Folleto No. MF66-135). American Society of
Tool, etc.
- New Developments in Four-Slide Welding Processes (Folle-
to No. AD68-162). American Society of Tool, Etc.
Tooling a Four-Slide. American Machinist, Edición de
noviembre 1965.
- Folletos del Departamento de Ingeniería de:
The Torrington Manufacturing Company.
 - Nº E.D.R. - 13 V Cotter Pin.
 - Nº E.D.R. - 25 V Bearing Separator Rings.
 - Nº E.D.R. - 7 V Hose Clamp.
 - Nº E.D.R. - 18 V Contact Band.
 - Nº E.D.R. - 22 V Classes of Venti-Slide Tools.

- A Look At Four-Slide Welding Processes. Tool & Manufacturing Engineer. Edición de julio de 1968.
- Four-Slides for Tubular Parts. American Machinist Report, N° 629. Edición de abril de 1969.
- Working Tube on a Four-Slide. American Machinist. Edición de septiembre de 1966.
- The Verti-Slide as a Metal-Processing Machine. By Robert E. Carlson, Project Engineer-Machine Division. The Torrington Manufacturing Company.
- Designing Four-Slide Parts. Part 1 & 2. Machine Design, Edición de agosto de 1964.
- Strip-Forming on a Four-Slide American Machinist, page 81, Edición de junio de 1961.
- Form & Weld Development. Steel The MetalWorking Weekly, Page 60. Edición de agosto de 1960.
- How to Calculate Four-Slide Press Capacity Tool & Manufacturing Engineer. Edición de noviembre de 1964.
- Verti-Slide Forms Wiper Dies at 65% Saving American Machinist, Page 116. Edición de septiembre de 1969.
- Four-Slide Tooling, 2 American Machinist, Page 90. Edición de agosto de 1965.
- 3-Level Tooling Makes a Fastener. American Machinist, Page 144, Edición de mayo de 1967.
- Multiple-Slide Forming Eliminates Secondary Operations. Tool & Manufacturing Engineer. Edición julio 1966.
- Production Capabilities of Four-Slide Automation Magazine. Edición de octubre de 1965.
- Four-Slide Forming for Speed & Economy. Tool & Manufacturing Engineer. Page 51 & 52. Edición de enero de 1964.