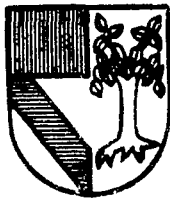


308917



UNIVERSIDAD PANAMERICANA

ESCUELA DE INGENIERIA

CON ESTUDIOS INCORPORADOS A LA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

6
Zej.

CONSTRUCCION DE UN TROQUEL
PROGRESIVO PARA LA PIEZA
"SOPORTE - TEMPLADOR"
DE UNA BICICLETA

TRABAJO CON
FALLA DE ORIGEN

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

RAUL CAMPOS DEHESA

Revisor: Ing. Rodolfo de J. Bravo De la Parra

Contiene un plano.



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 está 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

Introducción	1
1. Requisitos del diseño de troquel para selección de la mejor opción	3
1.1 Diseño de troqueles	4
1.2 Operaciones de troquelado	5
1.2.1 Acción del punzonado en operación de corte por troquel	7
1.2.2 Acción del embutido en operación por troquelado	10
1.3 Clasificación de las herramientas de corte (troqueles)	18
1.4 Partes principales de los troqueles..	21
1.5 Materiales empleados en la operación de troquelado	33
1.5.1 Materiales para troquelar. Materiales comunmente empleados en la operación de troquelado	33
1.6 Las máquinas-herramientas prensas troqueladoras	37
2. Posibles soluciones	41
2.1 Comparación entre los troqueles progresivos vs. troqueles compuestos vs. troqueles simples	42
2.2 Ventajas y desventajas entre ellos...	42
2.3 Estudio económico comparativo para la selección de un troquel progresivo, compuesto o simple para la fabricación de nuestra pieza	43

2.4	Conclusión de la selección	57
3.	Diseño del troquel progresivo	58
3.1	Desarrollo de la tira de avance	59
3.2	Descripción de la tira de avance	61
3.3	Materiales utilizados para la fabricación del troquel progresivo ..	63
3.4	Diseño de los elementos que componen el troquel progresivo	65
4.	Cálculos principales que intervienen para el diseño del troquel progresivo	78
4.1	Desarrollo del perímetro de la pieza a fabricar	79
4.2	Centro de presión	82
4.3	Fuerza requerida por la prensa troqueladora	84
4.4	Selección de la prensa troqueladora ..	88
4.5	Sistema de alimentación del material y diagrama neumático	88
5.	Manual de seguridad	93
6.	Manual de mantenimiento y servicio ..	100
	Conclusiones	102
	Bibliografía	104
	Catálogos	105
	Apéndice	106
A.	Tratamientos térmicos	106
B.	Tolerancias empleadas	110
C.	Tablas	111
D.	Planos de fabricación	118

INTRODUCCION.

El presente trabajo versa sobre el diseño de las herramientas de corte (troqueles) para la fabricación de una pieza de bicicleta (muestra física).

El nombre de la pieza es llamada "soporte-templador" y su función principal es la de dar tensión a la cadena de la llanta motriz de la bicicleta, ver fig. 1.

Teniendo esto como base, se ha preparado este trabajo de tesis basándose en el estudio del diseño de herramental, la práctica, así como la experiencia adquirida tanto lo teórico como en el desarrollo de esta actividad.

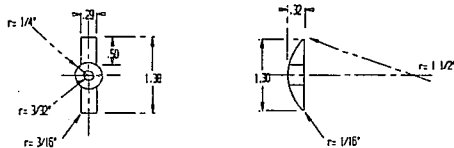
La finalidad principal de este trabajo de tesis es :

- * Mostrar una visión panorámica de lo que es una herramienta de corte (troquel progresivo, troquel compuesto y troquel simple), los elementos que lo constituyen, así como su funcionamiento en la máquina troqueladora.
- * Hacer un análisis de costos (estudio económico) en la fabricación de un troquel progresivo, troquel compuesto y troquel simple para fabricar la pieza "soporte-templador" y por tanto, seleccionar la mejor opción.
- * La conveniencia del diseño de un troquel progresivo vs. troquel compuesto vs. troqueles simples en cuanto a :
 - Velocidad de producción.
 - Vida de las herramientas de corte.
 - Eficiencia del trabajo.
 - Seguridad durante su operación.
 - Cantidad de piezas a fabricar en un determinado tiempo.
 - Ventajas y desventajas de cada herramienta de corte.

Así como la de proporcionar información que pueda emplearse como una guía en el diseño de herramientas de este tipo o como un manual de consulta para la solución de problemas específicos.

MATERIAL: LAMINA DE ACERO.
 CALIBRE # 18.
 ESPESOR= 1.27 mm (0.050 pulg.)
 RADIOS MINIMOS = 1/16 PULG.

TOLERANCIAS :
 ANGULARES : +/- 1/2 GRADO.
 CORTE : +/- 0.001 PULG.



INGENIERIA ELECTROMECANICA	" SOPORTE - TEMPLADOR "	DISEÑO: RAUL CAMPOS	REV: Dr. P. RUSEK
UNIVERSIDAD PANAMERICANA		DIBUJO: RAUL CAMPOS	APRO: Dr. P. RUSEK
		FECHA: ENERO '92	ESCALA 1:1

Fig. 1. Vista general de la pieza " Soporte - Templador " para una bicicleta.

1. REQUISITOS DEL DISEÑO DE TROQUEL PARA SELECCION DE LA MEJOR OPCION.

1.1 DISEÑO DE TROQUELES.

Cada herramienta que es diseñada, debe realizar una función específica, debe llenar ciertos requerimientos de precisión mínimos, su costo debe ser lo más pequeño posible, debe estar disponible cuando la producción programada lo exija, y debe reunir varios requisitos auxiliares tales como: seguridad, adaptabilidad a la máquina en la que va a ser empleada y duración aceptable. El objetivo del diseño de herramientas es ayudar a entregar producción, en la cantidad y calidad especificada, al costo más bajo, y cuando se requiera.

Los fundamentos de diseño presentados pueden emplearse para crear muchos diseños alternativos, para los cuales se dispone de muchos materiales y muchas elecciones, tales como dimensiones de especificación, grado de acabado de la superficie, precauciones de seguridad, etc... Fuera de esta complejidad de tantos factores en conflicto, debe hacerse la decisión.

El diseño de los troqueles, es el punto de partida inicial para la posterior fabricación de la herramienta de corte. En el diseño de herramientas se tiene que tomar en cuenta los siguientes puntos para la obtención del óptimo diseño, los cuales son :

- Tipo de troquel.

- Troquel progresivo.
- Troquel compuesto.
- Troquel simple.

- Clase de troquel.

- Clase 1 : Producción pocos elementos.
- Clase 2 : Producción lotes medios.
- Clase 3 : Producción alta.
- Clase 4 : Producción masiva.

- Materiales empleados para su fabricación.
- Tolerancias de acabado final.

- Calidad de la pieza a fabricar.
- Costo de la pieza a fabricar.

1.2 OPERACIONES DE TROQUELADO.

La operación de troquelado, se entiende como el conjunto de operaciones a las que se somete la chapa metálica (lámina delgada de material a troquelar) hasta transformarla en un objeto determinado, más precisamente en una serie de objetos idénticos que es la forma más corriente de este tipo de producción mecánica.

La extensión y el gran desarrollo de este sistema se fundamenta en los siguientes factores :

- La gran capacidad de producción.
- El precio de costo unitario poco elevado.
- La intercambiabilidad de las piezas.
- La ligereza y solidez de las piezas obtenidas.

Las diferentes operaciones que pueden efectuar las herramientas de corte (troqueles), son :

1) Operaciones de corte y separación de metal.

Aquí se clasifican todas las operaciones de troquelado, a saber: cizallado, punzonado redondo, canteado, perforado incompleto, recortado, punzonado en forma, entallado, repasado.

2) Operaciones para dar forma a la chapa metálica.

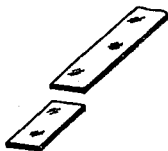
Aquí podemos incluir los siguientes casos.

- a) Las operaciones variadas de formado, por ejemplo: curvado, arrollado, aplanado,

doblado, rebordeado, estampado.

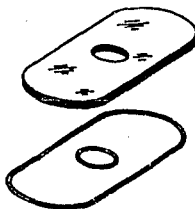
b) La embutición.

Ver fig. 2.



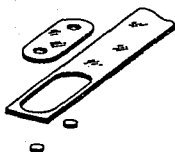
Parte separada de la tira por cizallamiento.

1.2a Cizallamiento.



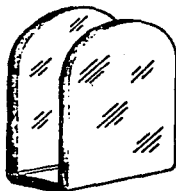
Resultado de la operación realizada con una matriz de repasado.

1.2b Operación de repasado.



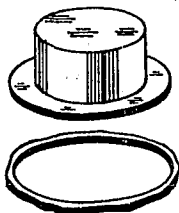
Pieza obtenida y perforada simultáneamente en una matriz compuesta.

1.2c Corte y punzonado.

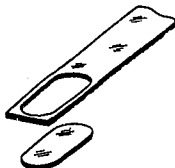


Doblado obtenido en una estampa de doblar.

1.2d Doblado.



Resultado de la operación de desbarbado



Una pieza recortada y la tira de la que ha sido cortada.

1.2f Desbarbado.

1.2e Pieza recortada.

Fig. 2. Diferentes operaciones que pueden efectuar las herramientas de corte.

1.2.1 ACCION DEL PUNZONADO EN OPERACION DE CORTE POR TROQUEL.

El corte del metal entre los componentes del troquel es un proceso de cizallamiento en el cual el metal es sometido a esfuerzo de cizallamiento entre dos bordes cortantes hasta el punto de fractura, o más allá de su última resistencia.

El metal es sometido a esfuerzos tanto de tensión como de compresión, Fig. 3; se produce alargamiento más allá del límite elástico; a continuación deformación plástica, reducción en área, y finalmente, comienza la fractura a través de planos de desprendimiento en el área reducida y se vuelve completa.

Los pasos fundamentales en el cizallamiento o corte se muestran en la Fig.

3. La presión aplicada por el punzón sobre el metal tiende a deformarlo dentro de la abertura de la matriz. Cuando el límite elástico es excedido por una carga posterior, una porción del metal será forzado dentro de la abertura de la matriz en la forma de un postizo en relieve sobre la cara inferior del material, como se indica en (A).

Según sigue aumentado la carga, el punzón penetrará en el metal a cierta profundidad y forzará una porción de metal del mismo espesor dentro de la matriz, como se indica en (B).

Esta penetración ocurre antes de que comience la fractura y reduce el área transversal del metal a cuyo través se está haciendo el corte. Las fracturas comenzarán en el área reducida tanto en el borde cortante superior como en el inferior, según se indica en (C).

Si la holgura es adecuada para el material que está siendo cortado, estas fracturas se extenderán unas hacia las otras y eventualmente se juntarán, causando la separación completa. La continuación en el recorrido del punzón llevara la porción cortada a través del material y dentro de la matriz.

La holgura de corte apropiada es necesaria en cuanto se refiere a la vida del troquel y a la calidad de las partes de la pieza. Una holgura excesiva resulta en características deficientes de la parte de pieza; una holgura insuficiente ocasiona esfuerzos indebidos y desgaste de los miembros de corte de la herramienta a causa del mayor esfuerzo de punzonado requerido. Ver fig. 4.

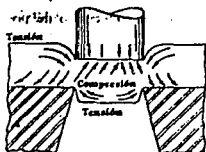


Fig. 3. Esfuerzos del corte en troquel

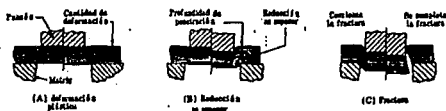
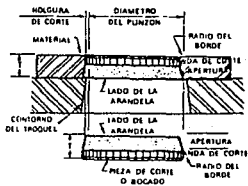


Fig. 3. Pasos en el cizallamiento del metal.



Tomado de Basic Dieing por la National Tool Die and Precision Machining Association. Copyright 1963 Usado con autorización.

Fig. 4. Holguras óptimas de corte.

1.2.2 ACCION DEL EMBUTIDO EN OPERACION POR TROQUELADO.

La embutición es una operación que consiste, partiendo de una pieza denominada "recorte", en obtener una pieza hueca de superficie no desarrollable y del mismo espesor que el primitivo recorte.

Es una transformación de superficie por desplazamiento molecular. Si ha habido un alargamiento o estirado en el material, se puede constatar una disminución del espesor del metal.

Principio de operación de embutido.

La embutición puede efectuarse de 2 maneras:

- 1.- Sin dispositivo de retención del recorte (planchador): es la embutición de simple efecto.
- 2.- Con un dispositivo de retención del recorte (planchador) se tratará de la embutición de doble efecto.

1.- Embutición de simple efecto.

La herramienta se compone de:

P = Punzón de embutición cuya sección tiene la forma de la embutición a realizar.

M = Matriz de embutición provista de un agujero que permite el paso del punzón, disponiendo de un espacio igual al espesor del metal.

Colocando un recorte sobre la matriz, cuando el punzón P desciende, se tiene sucesivamente:

- a.- El recorte, presionado por el punzón P.

tiende a penetrar en la matriz; la chapa se arrolla sobre AB apoyándose en C. Un punto cualquiera D del recorte ocupa entonces una posición sobre una circunferencia de diámetro más pequeño. Para conservar la superficie inicial, la chapa formará pliegues o aumentará de espesor. Se tiene :

En AB -un aumento de espesor, ya que la chapa esta sujeta y no puede hacer pliegues.
En BD -una formación de pliegues, porque la chapa puede deformarse libremente.

b.- En esta posición, al tener la chapa en E más espesor, se produce un laminaje entre el punzón y la matriz, para devolver a la chapa su espesor primitivo. En el exterior, los pliegues aumentan.

c.- En un punto cualquiera de la carrera del punzón, tendremos: de A a E, aumento de espesor; de E a F, parte laminada de espesor constante; de F a D, formación de pliegues, que deben desaparecer por laminado introduciéndose en la matriz. Al caer el punto D sobre circunferencias cada vez más pequeñas, los pliegues van aumentando y acaban por recubrirse, ver fig. 5.

El laminado necesario para devolver a estos pliegues al espesor primitivo, originaría una acritud demasiado grande, lo que haría que las piezas debieran considerarse defectuosas.

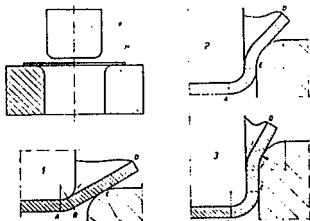


Fig. 5. Embutición de simple efecto.

2.- Embutición de doble efecto.

Para evitar la formación de pliegues, se dispone sobre la chapa, alrededor del punzón, una pieza anular SF, llamada planchador. Este planchador se aplica antes del principio de la operación y se mantiene a una presión apropiada a lo largo de toda la operación.

En un momento cualquiera de la carrera descendente del punzón, se tiene: Entre la matriz M y el planchador SF el recorte se desliza, quedando plano. El aumento de espesor o la formación de pliegues se evitan por la presión del planchador. Se produce una compresión lateral de las moléculas, con lo que éstas solo pueden desplazarse radialmente. De B a C; la formación de pliegues se evita por la tensión de la chapa resultante del apretado del planchador SF. Ver fig. 6.

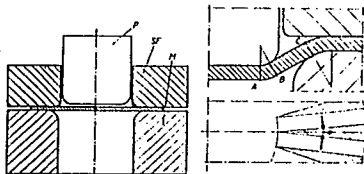


Fig. 6. Embutición de doble efecto.

Observación: En este método de embutición, la parte AB presenta un adelgazamiento, el que es debido a la inercia de la chapa cuando el punzón ataca.

Conclusión: Los 2 métodos de embutición son aplicables a embuticiones a diferentes alturas.

- 1.- En la embutición de simple efecto, la altura de las embuticiones está limitada por la formación de los pliegues. Prácticamente, la altura máxima alcanzable es igual al 15 % del diámetro.
- 2.- En la embutición de doble efecto, todas las alturas son teóricamente realizables.

Radio de borde de la matriz.

El valor de este radio es muy importante, pues condiciona toda la embutición. Un radio demasiado pequeño provoca un alargamiento desmedido y riesgos de rotura. Un radio demasiado grande puede originar pliegues dobles (porque el apretado del recorte se realiza a demasiada distancia).

El radio exacto permite el deslizamiento normal y un alargamiento débil compensado por la compresión lateral.

En cuanto al radio de borde del punzón de embutido, si este radio es demasiado pequeño, el punzón puede llegar hasta perforar la chapa metálica.

Determinacion del radio de embutición.

El valor de este radio de borde puede hallarse con la siguiente fórmula:

$$r = 0.8 * [(D - d) * e]^{1/2} \dots\dots (1)$$

Donde:

D = Diámetro del recorte (disco), o el que tenía en la última etapa (mm).

d = Diámetro de la embutición a efectuar o realizar (mm).

La tabla (1) nos permite determinar el valor del radio de borde.

Para simplificar, se adoptan a menudo los valores siguientes:

<u>para</u>	e < 1 mm.	R = 6 a 8e
	1 < e < 3	R = 4 a 6e
	3 < e < 4	R = 2 a 4e

Para embuticiones poco profundas, si diésemos al radio el valor hallado, el planchador ya no podría tener una superficie de apoyo suficiente. En este caso, se disminuye el valor del radio.

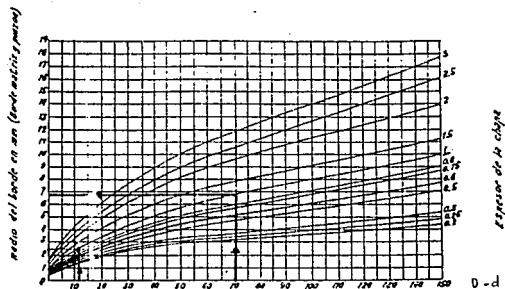


Tabla 1. Radios de borde (punzón-matriz).

Datos:

$e = 1.27 \text{ mm.} = 0.050 \text{ pulg.}$
 $D = 28.575 \text{ mm.} = 1.125 \text{ pulg.}$
 $d = 15.875 \text{ mm.} = 0.625 \text{ pulg.}$

$D - d = 12.7 \text{ mm.} = 0.5 \text{ pulg.}$

Observando la gráfica, obtenemos lo siguiente:

$e = 1.27 \text{ mm.}$ y $D-d = 12.7 \text{ mm.}$

se tiene:

$r_p = r_m = 2.5 \text{ mm.} = 0.098 \text{ pulg.}$

Juego de embutición.

Teóricamente, el valor del juego es igual al espesor de la chapa, pero hay que tener en cuenta las tolerancias de ésta. Por otra parte, si el juego es demasiado grande, se puede tener:

- 1.- Deformación del perfil de las paredes.
- 2.- Una desviación del punzón que provoca la formación de lenguetas sobre el borde del embutido.

Se admite generalmente como valor del juego:

- Para latón, aluminio, cobre : $j = 1.1$ a $1.15e$
- Para acero, duraluminio : $j = 1.2e$
- Para embuticiones rectangulares :
 - $j = 1.1e$ partes rectas;
 - $j = 1.2e$ ángulos redondeados.

e = espesor de la chapa (mm).

También puede hallarse el valor del juego, utilizando la tabla (2).

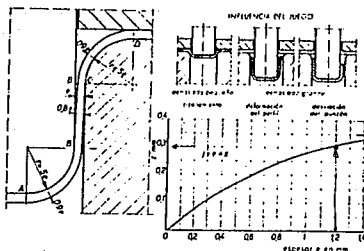


Tabla 2. Juego de embutición.

Datos:

$$e = 1.27 \text{ mm.} = 0.050 \text{ pulg.}$$

a) For tabla: holgura = 0.3 mm. = 0.012 pulg.

b) Por fórmula: $j = 1.2e = 1.524 \text{ mm.} = 0.060 \text{ pulg.}$

c) Por fórmula: $h = e + 10\% e = 0.055 \text{ pulg.}$

Lubricación.

Para evitar que la resistencia opuesta al deslizamiento de la chapa sea excesiva y provoque un estiramiento del material que puede llegar hasta su rotura, habrá que lubricar la chapa.

Esta lubricación permitirá, como consecuencia, disminuir el esfuerzo de

embutición y el desgaste demasiado rápido de la herramienta.

Para el acero se emplea, generalmente: El aceite de nabo.

Para acero inoxidable se recomienda el agua grafitada.

Para latón o cobre: Una mezcla de petróleo y grafito en polvo. Aceite de nabo mezclado con agua jabonosa.

Para aluminio: Se recomienda aceite soluble diluido al 0.1 % . Una mezcla de aceite de colza y de grasa animal (30 %) o de aceite de colza y lanolina.

1.3 CLASIFICACION DE LAS HERRAMIENTAS DE CORTE (TROQUELES).

Las herramientas de corte (troqueles), normalmente se clasifican de la siguiente forma.

Troqueles progresivos :

Consta de una serie de elementos de corte localizados sobre las zapatas, cada uno de los cuales ejecuta una operación sobre la tira (punzonado, doblado, embutido), a medida que esta se mueve a lo largo del troquel y de una a otra estación de trabajo.

Para terminar una pieza, se tienen que efectuar tantos golpes como pasos tenga el troquel. Como cada golpe realiza simultáneamente todos los pasos (en lugares distintos de la tira) en cada golpe se termina el troquelado de una pieza. Ver fig. 7.

En nuestro troquel progresivo, consta de 5 pasos o estaciones de trabajo para la obtención de nuestra pieza a fabricar.

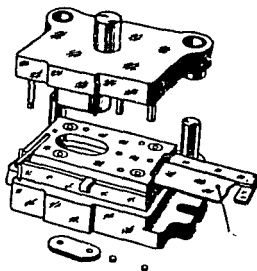


Fig. 7. Troquel progresivo (varias operaciones).

Troqueles compuestos (1 solo golpe) :

Son una combinación de troqueles de punzonado y de corte, en la cual el hueco o huecos se punzonan y la parte se recorta con un solo golpe de la prensa y en una sola etapa, ver fig. 8.

En nuestro caso se requiere de 1 troquel compuesto, en el cual se realizan las operaciones de corte de plantilla, punzonado y embutido.

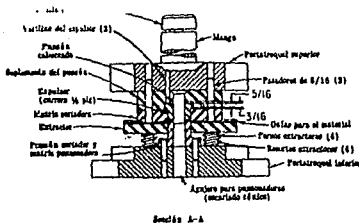


Fig. 8. Troquel compuesto (1 golpe).

Troqueles simples :

Son troqueles de un solo paso, es decir, la operación de troquelado que realiza termina en un solo paso, ver fig. 9.

Dependiendo de la complejidad de la pieza a troquelar, es el número de troqueles simples para su fabricación.

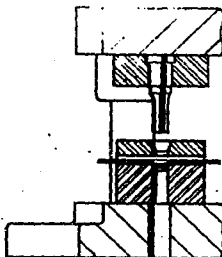


Fig. 9. Troqueles simples (1 operación).

1.4 PARTES PRINCIPALES DE LOS TROQUELES.

Para poder entender el estudio de los troqueles, es necesario conocer sus partes principales que lo constituyen para posteriormente explicar las operaciones comunes del troquelado, ver fig. 10.

Las partes principales de un troquel son:

- 1.- Porta-troquel.
- 2.- Placa sufridera inferior (opcional).
- 3.- Placa matriz o porta-matriz.
- 4.- Reglas guía.
- 5.- Postes guía.
- 6.- Placa extractora.
- 7.- Punzones.
- 8.- Pilotos.
- 9.- Placa porta-punzones.
- 10.- Placa sufridera superior (opcional).
- 11.- Placa base superior (con tasas guía).
- 12.- Tasas guía.
- 13.- Mango o espiga.
- 14.- Elementos de sujeción.
- 15.- Elementos de posición.

Porta troquel.- En el se fijan todos los elementos que comprenden el conjunto de la matriz. Los portatroqueles son construidos por diversos fabricantes y pueden tener diversidad de formas y tamaños.

El mango A se fija en el ariete de la prensa. En funcionamiento, la parte superior del portatroquel B, llamada placa base superior, sube y baja con el ariete. Las tasas guía C, introducidos a presión en dicha placa, se deslizan sobre los postes guía D para mantener la alineación exacta de los miembros cortantes de la matriz. La placa base inferior E esta fijada a la placa de solera de la prensa por medio de tornillos alojados en las ranuras F.

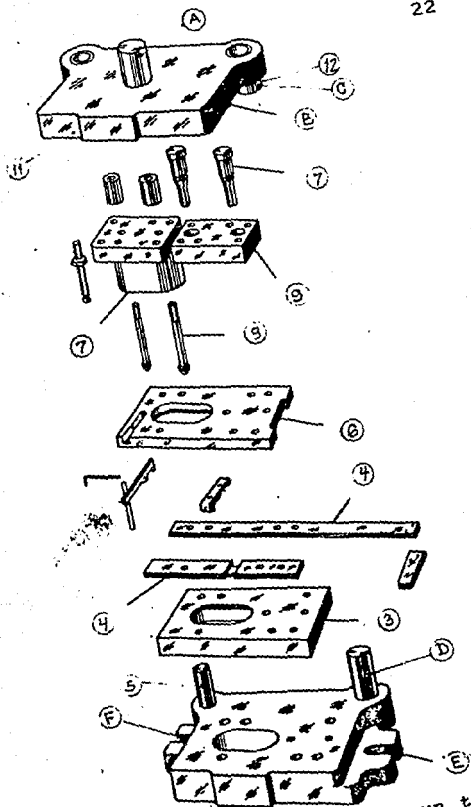


Fig. 10. Partes principales de un troquel.

Placa sufridera (opcional). - Es de acero 4140 Tratado, su finalidad principal es la de absorber las cargas que soportan los elementos de corte (punzones) y así evitar que las cabezas de estos elementos se "claven" en la placa base que las aloja.

Se utilizan cuando los punzones de corte son de poco diámetro y están sometidos a grandes presiones de corte.

Placa matriz. - Es de acero de herramientas templado, en el que han sido mecanizados los agujeros correspondientes a la estación de perforación y a la estación de corte.

Estos agujeros, antes del temple son de las mismas dimensiones y forma que los agujeros y contornos de la pieza. Tiene además unos agujeros roscados para fijar la placa matriz a las placas base y agujeros escariados (rimados) en los que son insertados pernos de registro para fijar su posición con relación a las otras partes de la matriz, ver fig. 11.

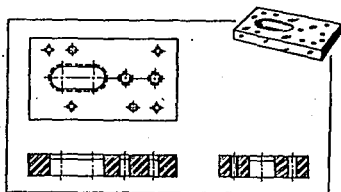


Fig. 11. Placa matriz.

Cuando las matrices tienen formas irregulares, y no se cuenta con máquina electróerosionadora, será necesario diseñarlas seccionadas para su facilidad de maquinado. Para ensamblarlas en las placas base, será necesario encajonarlas a presión con la finalidad de aumentar la rigidez de las matrices o colocarlas dentro de una caja con ajuste a presión.

Reglas guía. - Es un miembro de acero relativamente delgado contra el cual mantiene el operador a la tira de material en su desplazamiento a través de la matriz.

La tira es alimentada de derecha a izquierda, descansa sobre la placa matriz y es guiada por la regla guía. La distancia entre ellas es mayor que la anchura de la tira para permitir las posibles ligeras variaciones de la anchura de tira de material a troquelar, y su altura debe ser al menos de 2 veces el espesor del material a troquelar. Ver fig. 12.

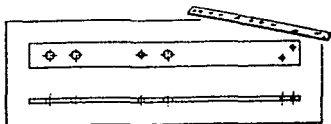
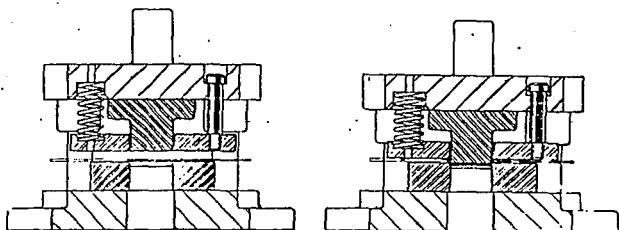


Fig. 12. Reglas guía.

Placa extractora. - Separa la tira de material adherida en la periferia de los punzones de corte y perforación. Las hay de 2 tipos :

- Placas extractoras accionadas por resortes : Se emplean cuando trabajamos materiales metálicos delgados, la presión de planchado es regulable por medio de resortes, ver fig. 13.
- Placas extractoras fijas : Se utilizan cuando trabajamos materiales metálicos gruesos y no metálicos, ya que para tiras metálicas de espesor delgado, existe la posibilidad de que la tira de material se flexione al extraer el punzón, ver fig. 14.



13a. Antes del corte.

13b. Después del corte.

Fig. 13. Placas extractoras accionadas por resortes.

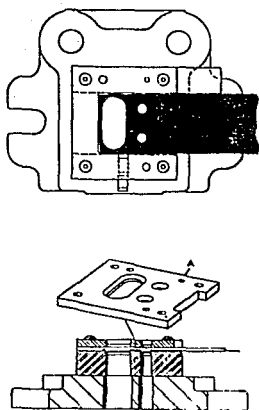


Fig. 14. Placas extractoras fijas.

Punzones .- Hay diversos tipos de punzones que se utilizan en los troqueles, los más usuales son redondos y están provistos de un reborde para su retención en la placa portapunzones, ver fig. 15.

Cuando un punzón perforador penetra en la tira, el material se adhiere alrededor de su perifería, debiéndose disponer de medios para desprender este material. Cualquiera que sea el medio empleado para ello recibe el nombre de expulsor.

Otro tipo de punzones son, que en su parte inferior tiene la forma a troquelar y

un ensanchamiento en la parte superior, el cual provee el metal necesario para fijar el punzón a la placa portapunzones mediante el uso de tornillos y pernos de registro. Ver fig. 16.

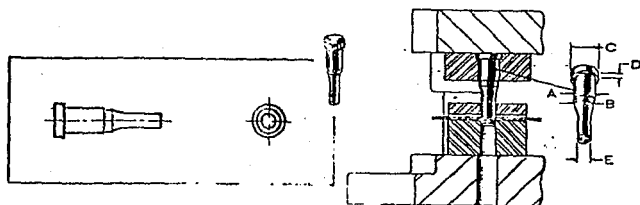
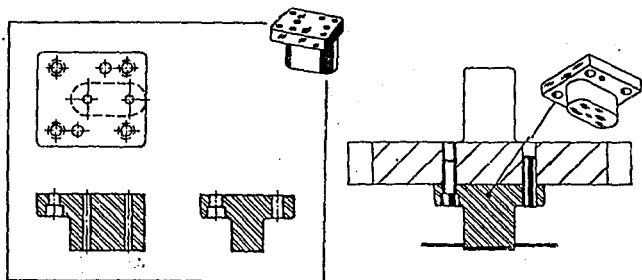


Fig. 15. Punzones.



16a. Punzón de recortar.

16b. Ensemble.

Fig. 16. Punzón de recortar.

Pilotos centradores .- Los pilotos desempeñan un papel fundamental en el funcionamiento de las matrices de estaciones múltiples, y

muchas averías producidas en la línea de prensas pueden ser atribuidas a un defecto de diseño de los pilotos, ver fig. 17. En la aplicación de éstos deben ser considerados siempre los siguientes factores:

- 1.- Deben ser suficientemente fuertes para que los choques repetidos no sean causa de fractura.
- 2.- Los pilotos largos y de poco diámetro deben estar suficientemente guiados y soportados para evitar que se curven, lo que puede ser causa de un posicionado defectuoso de la tira. Deben estar contruidos con acero de herramientas de buena calidad, sometidos a tratamiento térmico para obtener una dureza de 57 a 60 Rc.
- 3.- Deben estar previstos los medios convenientes para la rápida y fácil extracción de los pilotos cuando hayan de afilarse los punzones.

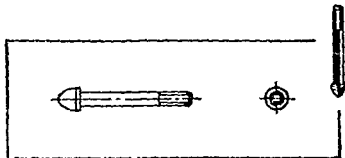


Fig. 17. Pilotos centradores.

Placa portapunzones .- Es un bloque de acero que retiene a los punzones manteniendo sus cabezas contra la base portapunzones del la placa base superior. Los punzones son mantenidos sin juego en agujeros escariados, su fijación se efectúa por medio de tornillos asi como de pernos guía con la placa base superior, asegurando siempre esta posición cada vez que se mueva la placa portapunzones. Ver fig. 18.

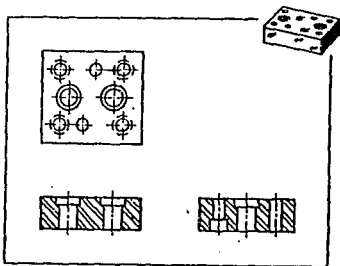


Fig. 18. Placa portapunzones.

Manco o espiqa .- El mango sobresale de la placa base superior y alinea el central o eje geométrico de la prensa. En funcionamiento, el mango está fijado solidamente al ariete de la prensa e impulsa a la porción del punzón de la matriz elevándola y bajándola durante las operaciones de corte y otras.

Postes guía .- Son pasadores rectificadros con precisión que entran con ajuste forzado en agujeros taladrados exactamente en la placa base inferior. Se introducen en las

tasas guía para alinear los componentes del punzón y la matriz con un alto grado de precisión.

Hay 6 tipos de postes guía, son :

- 1.- Postes guía pequeños ordinariamente templados y rectificadas sin centros, particularmente para los tipos comerciales de armazones.
- 2.- Postes guía de mayor diámetro rectificadas entre centros despues del temple.
- 3.- Postes guía con rebaje en lo que será la superficie de la matriz. Este rebaje suele ser aplicado a los postes de precisión.
- 4.- Postes guía con mecanizado para evitar agarrotamiento en un extremo. Además proporciona facilidad y rapidez en el montaje y desmontaje.
- 5.- Postes guía con resalto.
- 6.- Postes guía desmontables que pueden ser sacados fácilmente de la placa base inferior para el afilado de las matrices de corte.

Los postes guía de los portatroqueles de precisión tienen un revestimiento de cromo duro que provee un alto grado de resistencia al desgaste. La adición de una superficie de cromo reduce el rozamiento en más del 50 % .

Las dimensiones de los postes guía varían según el fabricante, estos los podemos seleccionar por medio de nuestro catálogo "producto".

Tasas guía .- Estan rectificadas con una alta exactitud, se acoplan con los postes guía para alinear las placas bases inferior y superior. La mayoría de las tasas guía son de

acero de herramientas, aunque también se fabrican de bronce.

Hay 2 tipos son :

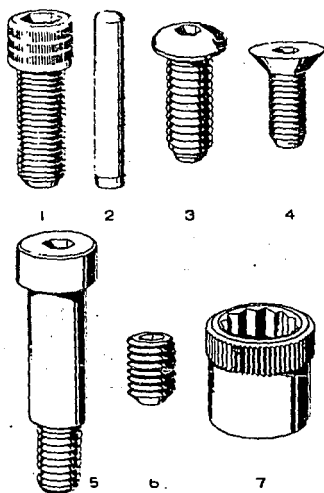
- 1.- Tasas guía sencillas, que son simples manguitos o bujes introducidos a presión en la placa base superior.
- 2.- Tasas guía de resalto, que están torneadas en un extremo y que entran a presión en la placa base superior contra el resalto así formado. Las dimensiones de las tasas guía varían, dependiendo del fabricante.

Elementos de sujeción y de posición .- Son los encargados de sujetar las diversas partes que conforman un troquel. La aplicación de los sujetadores es de gran importancia porque éstos son empleados comúnmente en cantidades considerables, pues ejecutan funciones importantes, impidiendo fallas en el troquel. Ver fig. 19.

A continuación se muestran los tipos de sujetadores más comúnmente utilizados para la construcción de troqueles.

- 1.- Tornillos allen.
- 2.- Pernos guía.
- 3.- Tornillos allen de cabeza semiesférica.
- 4.- Tornillos allen de cabeza plana.
- 5.- Tornillos guía.
- 6.- Prisioneros allen.
- 7.- Tuercas allen.

TIPOS DE ELEMENTOS DE UNIÓN.



Tipos de elementos de unión utilizados en la construcción de una matriz.

Fig. 19. Elementos de sujeción y de posición.

1.5 MATERIALES EMPLEADOS EN LA OPERACION DE TROQUELADO.

Antes de iniciar la fabricación de una pieza, han de tenerse en cuenta las siguientes consideraciones :

- El numero de piezas a fabricar.
- El tipo de operación de troquelado, sea este en frío o en caliente.
- Elegir el material de acuerdo al uso que se le dará a la pieza. El material ha de ser tal, que la pieza terminada ofrezca las características de uso necesarias. En general, el uso que se le dé a la pieza es decisivo para el tipo de material a elegir para su fabricación.

1.5.1 MATERIALES PARA TROQUELAR.

Aquí trataré de recopilar materiales aptos para el troquelado. Dentro de los materiales troquelables se puede hacer la siguiente clasificación general.

MATERIALES A TRABAJAR.

- METALICOS. A) FERROSOS : - ACEROS AL CARBONO.
- ACEROS INOXIDABLES.
- B) NO FERROSOS : - ALUMINIO
- LATON
- COBRE
- NO METALICOS : - FIBRA PRENSADA
- MADERA
- HULE
- PLASTICOS

METALICOS.

ALEACIONES FERROSAS.

Chapas de acero al carbono : La chapa de acero al carbono ocupa un lugar de privilegio entre los materiales óptimos para la operación de troquelado, ya que su precio es accesible, así como sus propiedades le han asegurado un empleo muy extenso en la industria. La chapa de acero al carbono puede ser presentada en formas como láminas o rollos.

La composición química de este material, se observa en el apéndice.

Los elementos de aleación se añaden a los aceros para muchos propósitos, tales como son :

- 1.- Mejorar la resistencia al desgaste y la corrosión.
- 2.- Mejorar su resistencia a temperaturas comunes así como sus propiedades mecánicas tanto a altas como a bajas temperaturas.
- 3.- Aumentar su templabilidad.
- 4.- Aumentar la tenacidad a cualquier dureza.

Acero inoxidable : Los aceros inoxidables son aleaciones resistentes a la corrosión que se emplean donde otros aceros serian atacados por oxidación. Estos aceros derivan su resistencia a la corrosión por la presencia de cromo.

Los tipos endurecibles se utilizan para cojines y cuchillería. Los tipos que no son endurecibles se emplean para propósitos estructurales químicos o en herramientas donde pueda ser requerido un material no magnético y la corrosión sea un problema.

ALEACIONES NO FERROSAS.

Las aleaciones no ferrosas se utilizan hasta cierto grado como materiales para troqueles en aplicaciones especiales y, en general, para requerimientos de producción limitados.

Por otra parte, algunos de ellos encuentran un empleo extenso en el diseño de dispositivos y sujetadores donde la ligereza en peso de las herramientas pueda ser un factor importante.

Aluminio: Las láminas de aluminio, se caracterizan por su peso ligero y su densidad es como una tercera parte de la del acero o de las aleaciones al cobre, tiene buena maleabilidad y formabilidad, alta resistencia a la corrosión y gran conductividad térmica y eléctrica. El aluminio no es tóxico, ni magnético y no produce chispa.

La característica no magnética hace al aluminio útil para diversos fines de protección eléctrica, como cajas para barras conductoras o cubiertas para equipo eléctrico.

Una de las características más importantes del aluminio es su maquinabilidad y su capacidad de trabajo; se puede fundir, laminar a cualquier espesor, estampado, estirado, enrolado, forjado y extruido a casi cualquier forma imaginable.

Latones: Esencialmente, los latones son aleaciones de cobre y zinc, algunas de las cuales tienen pequeñas cantidades de otros elementos, como plomo, estaño o aluminio.

Son utilizados en forma de chapas y presentan una excelente formabilidad en los procesos de embutido y estampado.

Cobre: Las propiedades más importantes del cobre son la alta conductividad eléctrica y

térmica, buena resistencia a la corrosión, maquinabilidad, resistencia y facilidad de fabricación. Además, el cobre es no magnético, tiene un color atractivo, puede ser soldado con estaño, latón, y fácilmente se termina por revestimiento metálico (galvanizado) o barnizado.

NO METALICOS.

Los materiales no metálicos para troqueles se utilizan principalmente cuando los requerimientos de las piezas de producción son limitados y las herramientas de acero para herramientas no sería económicamente práctico.

Fibra prensada: Las láminas compuestas de fibra de madera prensada se emplean como punzones y matrices en operaciones de conformar y embutir, como bloques formadores en el formado del hule, y en matrices de estirar. Se puede obtener material procesado para troqueles para gran resistencia a la tracción y en espesores diversos.

Madera densificada: Diversas maderas se impregnan con resinas fenólicas después de lo cual el conjunto laminado se comprime alrededor del 50% del espesor original de las capas de madera.

Los punzones y matrices de madera densificada se utilizan en troqueles de conformar y embutir; en estos últimos, el rayado de la pieza es poco frecuente debido al bajo coeficiente de fricción de la madera densificada cuando se le acaba en forma apropiada.

Hule: Las matrices de hule moldeado y los punzones recubiertos con hule se emplean en operaciones de conformado difíciles, tales como el conformado de reflectores con ranuras profundas.

Plásticos: Se están utilizando formas moldeadas o maquinadas, y matrices de estirar y de embutir de plásticos termofraguantes. La duración en producción de los nuevos plásticos utilizados como materiales para troqueles ha mostrado una mejoría en operación. En el embutido de formas sencillas de acero de calibre delgado, los lotes de producción de 50,000 piezas son normales.

Para lotes más extensos 100,000 o más piezas, pueden insertarse placas de desgaste plásticas. Los plásticos pueden impregnarse con polvos metálicos y otros materiales resistentes al desgaste.

1.6 TRABAJO EN LAS PRENSAS TROQUELADORAS.

Esencialmente, una prensa se compone de un marco o bastidor, una mesa o placa de apoyo y un miembro de movimiento alternativo llamado ariete o corredera, el cual ejerce la fuerza sobre el material de trabajo por medio de herramientas especiales montadas sobre la mencionada corredera y la mesa.

La energía almacenada en el volante giratorio de una prensa mecánica o provista con un sistema hidráulico en una prensa hidráulica es transferido al ariete para su movimiento lineal ascendente-descendente.

Una prensa inclinable de fondo abierto y bastidor en C (nuestro caso), ver fig. 20, tiene un bastidor con la forma de una C que permite el acceso al espacio de trabajo (entre la mesa y la corredera o ariete). El bastidor puede ser inclinado a un ángulo con la base, permitiendo la disposición por gravedad de las partes terminadas.

El fondo abierto permite la alimentación y descarga del material en bruto, piezas de trabajo y partes terminadas a través del mismo.

Los componentes principales de la prensa son:

- 1.- Una mesa rectangular, parte del bastidor, abierta de ordinario en su centro, la cual soporta a la placa de apoyo.
- 2.- Una placa de apoyo, placa de acero plana de 2 a 5 pulg. de espesor, sobre la cual se montan las herramientas y accesorios de troquelar.
- 3.- Un ariete o corredera, que se mueve a través de su carrera, una distancia que depende del tamaño y diseño de la prensa. La posición del ariete, pero no la de su carrera, puede ser ajustada. La distancia desde la parte superior de la mesa (o apoyo) a la parte inferior de la corredera, junto con su carrera abajo y su ajuste arriba, se llama altura de cierre de la prensa.
- 4.- Un expulsor, mecanismo que funciona sobre la carrera ascendente de una prensa, el cual expulsa a las piezas de la herramienta de la prensa.
- 5.- Un cojín, que es un accesorio para la prensa, situado debajo o dentro de una placa de apoyo para producir un movimiento y fuerza ascendente; es accionado por aire, aceite, hule, resortes o una combinación de los mismos.

En la fig. 21, se muestran las dimensiones estándar JIC (Joint Industry Committee) para prensas inclinables de fondo abierto (OBI).

Los diferentes tipos de prensas troqueladoras existentes en la industria, son:

- Prensa inclinable de fondo abierto y bastidor en C.
- Prensas plegadoras.

- Prensa troqueladora de montantes rectos.
- Prensa excéntrica.
- Prensa de husillo o de rosca.
- Prensa de palanca.

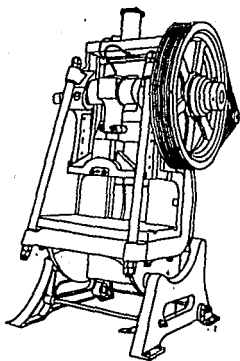
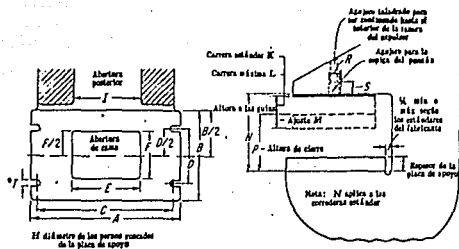


Fig. 20. Prensa inclinable de fondo abierto.
bastidor en C.



Nota: Agujeros o ranuras de montaje en la mesa de la prensa, para empalmar la placa de apoyo a la mesa conforma a la distancia centro a centro sobre una placa de apoyo.

Tamaño	A	B	C	D	E	F	H	I	K	L	M	N	P	Q	R	S
22	20	12	18	7 1/2	8	5	3/4	9	2 1/2	4	2	1 1/4	8 1/2	2 1/2	1 1/2	3 1/2
32	24	15	22	9	11	8	3/4	11	3	5	2 1/4	1 2/4	9 1/2	2 1/2	1 1/2	2 1/4
45	28	18	25 1/2	10 1/2	14	8	1	13	3	6	2 1/2	1 4/4	11	3	2 1/2	3
60	32	21	29 1/2	12	16	11	1	15	3 1/2	7	2 3/4	1 6/4	13	3	2 1/2	3
75	36	24	32	18	18	14	1 1/4	18	4	8	3	1 9/4	15	3 1/2	2 3/4	3
110	42	27	39	18	21	15	1 1/4	21	5	10	3 1/2	2 3/4	18	4	3 1/2	3
150	50	30	47	18	21	17	1 1/4	24	6	12	4	2 8/4	22	4 1/2	3 1/2	3
200	58	34	55	18	27	21	1 1/4	27	8	12	4 1/2	3 2/4	24	5	3 1/2	3

Fig. 21. Dimensiones estándar (JIC) para prensas inclinables, abiertas por el fondo.

2. POSIBLES SOLUCIONES.

2.1 COMPARACION DE LOS TROQUELES PROGRESIVOS VS. LOS TROQUELES COMPUESTOS Y SIMPLES.

Para poder hacer una buena selección entre un troquel progresivo vs. un troquel compuesto o troquel simple, para la fabricación de nuestra pieza "soporte-templador", se deben de tomar en cuenta las siguientes consideraciones, como son :

- Cantidad de piezas a producir.
- Vida de la herramienta de corte.
- Costos de la herramienta.
- Tipo de material (chapa metálica) utilizado.
- Velocidad de producción.
- Materiales de las herramientas de corte.
- Eficiencia del trabajo.

Aunado a esto, se deben tomar en cuenta las ventajas y desventajas de cada tipo de las herramientas de corte (progresivo, compuesto o simple), para posteriormente escoger la mejor opción.

2.2 VENTAJAS Y DESVENTAJAS ENTRE LOS TROQUELES PROGRESIVOS VS. LOS TROQUELES COMPUESTOS Y SIMPLES.

Para hacer la mejor selección del troquel para fabricar nuestra pieza "soporte-templador", se consideraran las siguientes ventajas y desventajas.

- Ventajas.

- 1.- Menor número de prensas troqueladoras.
- 2.- Menor número de operarios.
- 3.- Mayor comodidad de operación.
- 4.- Mayor velocidad de piezas a fabricar.
- 5.- Mayor economía del material a trabajar.
- 6.- Mayor número de piezas obtenidas.
- 7.- Mayor seguridad en la operación de troquelado.
- 8.- Minimizar espacios.
- 9.- Obtención de piezas más precisas.
- 10.- Reducción de gastos fijos.

- Desventajas.

- 1.- Mayor inversión inicial en la herramienta de corte.
- 2.- Diseño más complicado.
- 3.- Costos de mantenimiento altos.
- 4.- Equipo especial para montar los troqueles a la prensa troqueladora.

De lo anterior, se deduce que los troqueles progresivos son ideales para altos lotes de producción, de otra forma no se justifica su empleo.

2.3 ESTUDIO ECONÓMICO PARA LA SELECCION DE UN TROQUEL PROGRESIVO O COMPUESTO O SIMPLE PARA LA PRODUCCION DE NUESTRA PIEZA "SOPORTE-TEMPLADOR".

Con el objeto de determinar la conveniencia de realizar el diseño del troquel progresivo para fabricar la pieza "soporte-templador", se efectuarán los estudios de costos de producción para los diferentes tipos de troqueles por el siguiente procedimiento:

1.- Cálculo de la mano de obra.

Considerando los tiempos estándar de manufactura establecidos en la secuencia de operaciones, así como el salario nominal para un operario de troqueles según el diario oficial vigente hasta octubre de 1991.

2.- Gastos indirectos.

Comprenden los costos de energía, depreciación de la maquinaria, etc., durante la producción de la pieza "soporte-templador".

3.- Gastos administrativos.

Incluyen sueldos y gastos de administración, equipo de administración, etc..

4.- Materia prima.

Comprende el costo de materia prima para la producción de la pieza.

5.- Costos de los troqueles.

Cotización hecha a partir de la elaboración de este trabajo de tesis.

6.- Costo de rectificado de los troqueles.

Incluye todas las operaciones del taller para rectificado.

La siguiente evaluación de costos se hizo en base a los requerimientos de producción de 1 millón de piezas.

1.- Cálculo de la mano de obra.

Este cálculo se realizó tomando en cuenta que se van a trabajar 8 hrs. al día. El salario nominal para un operador de troqueles es de \$ 17,200.00 diarios. El costo hora-hombre de acuerdo con las prestaciones de ley se determina de la siguiente manera:

365 días a razón de \$ 17,200.00 = \$	
6'278,000.00	
15 días de aguinaldo = \$ 258,000.00	
25 % prima vacacional de 7 días = \$ 30,100.00	

TOTAL DE SALARIO	\$ 6'566,100.00

Cuota IMSS. 9.5 % salario total = \$
 623,779.50
 Seguro de riesgo:
 2.2 % del salario total = \$ 144,454.20
 1 % del salario total p/guarderías = \$
 65,661.00

TOTAL COSTO IMSS. \$ 833,894.70

1 % salario total p/educación = \$ 65,661.00
 7 % para INFONAVIT = \$ 459,627.00

TOTAL IMPUESTOS DIVERSOS \$ 525,288.00

12 días de prima de antigüedad = \$ 206,400.00

TOTAL SALARIO ANUAL = \$ 8'131,682.70

HORAS LABORALES.

Total de horas trabajadas en un año = 8 hrs.*
 6 días * 52 semanas = 2,496 hrs.
 Menos 6 días de vacaciones = - 48 hrs.
 Menos 7 días festivos = - 56 hrs.

TOTAL HORAS LABORALES NETAS = 2,392 hrs.

* Determinación de costo por hora-hombre.

Total de salarios, prestaciones y
 aportaciones / Horas netas laborables = \$
 8'131,682.70 / 2,392 hrs.

COSTO HORA-HOMBRE = \$ 3,399.53

SALARIO DIARIO NOMINAL = \$ 17,200.00
 SALARIO DIARIO REAL = \$ 3,399.53 * 8 hrs.
 = \$ 27,196.26

* Salario para operario en troquel progresivo.

En este caso se requerira de 1 operario para manejo de la prensa troqueladora.

Máquina troqueladora = 35 Tns.
Capacidad de la máquina = 100 golpes/min. al 80 % de eficiencia = 80 piezas/min. aprox.

Salario/min. = \$ 27,196.26 / (8 hrs.*60 min.)
= \$ 56.65

Costo/pieza = \$ 56.65 / 80 = \$ 0.7082

Tiempo de fabricar 1 millon de piezas.

1 millon de piezas / 80 piezas = 12,500 min. = 1.085 meses laborables.

SALARIO POR 1 MILLON DE PIEZAS = \$ 56.658
(12,500 min.) 1 operario = \$ 708,225.00

* Salario para operario de troquel compuesto.

Se requiere de 1 operario.
Máquina troqueladora = 12 Tns.
Capacidad de la máquina = 110 golpes/min. al 75 % de eficiencia = 83 piezas/min. aprox.

Tiempo de fabricar 1 millon de piezas = 12,048.19 min. = 1.045 meses laborables.

SALARIO POR 1 MILLON DE PIEZAS = \$ 56.65 *
(12,048 min.)* 1 operario = \$ 682,626.35

* Salario para operarios de troqueles simples.

En este caso se empleará para la fabricación de la pieza "soporte-templador" 2 troqueles de las siguientes características.

- Troquel N°1: Para corte de plantilla para embutido y punzonado circular.

Se requiere de 1 operario.

Máquina troqueladora = 12 Tns.

Capacidad de la máquina = 110 golpes/min. al 80 % de eficiencia = 88 piezas/min. aprox.

- Troquel N°2: Para embutido:

Se requiere de 1 operario.

Máquina troqueladora = 5 Tns.

Capacidad de la máquina = 120 golpes/min. al 60 % de eficiencia = 72 piezas/min. aprox.

Considerando que todo lo anterior se realiza en un cierto tiempo promedio de fabricación, tomamos 40 piezas/min. en cada caso.

Costo/pieza = 56.658 / 40 = \$ 0.7869

Tiempo de fabricar 1 millón de piezas = 25,000 min. = 2.1701 meses laborables.

SALARIO POR 1 MILLON DE PIEZAS = \$ 56.65 * (25,000 min.) * 2 operarios = \$ 2 832,900.00

2.- Gastos indirectos.

Depreciación de maquinaria. Este costo establece la depreciación anual de las prensas. Partiendo de la fórmula de depreciación por línea recta, obtenemos:

- Depreciación anual de la prensa (Dt).

$$Dt = (P - Vs) / n \dots\dots\dots(2)$$

Donde : P = Costo inicial de la prensa.
 Vs = Valor de rescate = 10 % valor de la prensa.
 n = Vida de la prensa = 5 años de trabajo continuo.

Analizándolo para cada troquel, tenemos:

- Troquel progresivo (35 Tns.).

$$\begin{aligned} \text{Dt} &= (\$50'000,000.00 - \$5'000,000.00) / 5 \\ \text{Dt} &= \$ 9'000,000.00 \end{aligned}$$

- Troquel compuesto (12 Tns.).

$$\begin{aligned} \text{Dt} &= (\$20'000,000.00 - \$2'000,000.00) / 5 \\ \text{Dt} &= \$ 3'600,000.00 \end{aligned}$$

- Troqueles simples (12 v 15 Tns.).Para 12 Tns.:

$$\begin{aligned} \text{Dt} &= (\$20'000,000.00 - \$2'000,000.00) / 5 \\ \text{Dt} &= \$ 3'600,000.00 \end{aligned}$$

Para 5 Tns.:

$$\begin{aligned} \text{Dt} &= (\$8'000,000.00 - \$800,000.00) / 5 \\ \text{Dt} &= \$ 1'440,000.00 \end{aligned}$$

Total.

$$\text{Dt} = \$ 5'040,000.00$$

Costos de energía: Incluye los costos de energía eléctrica, gas combustibles, etc... aproximadamente son :

- Troquel progresivo (\$ 1'000,000.00 pesos al mes).

$$\begin{aligned} & \$ 1'000,000.00/\text{mes} * 1.085 \text{ meses} \\ & \$ 1'085,000.00 \end{aligned}$$

- Troquel compuesto (\$ 1'000,000.00 al mes).

$$\begin{aligned} & \$ 1'000,000.00/\text{mes} * 1.045 \text{ meses} \\ & \$ 1'045,000.00 \end{aligned}$$

- Troqueles simples (\$ 600,000.00 al mes).

$$\$ 600,000.00 * 2 \text{ máquinas} * 2.170 \text{ meses}$$

\$ 2'604,120.00

GASTOS INDIRECTOS TOTALES.

Son la suma de los gastos de energía y depreciación de las prensas.

- Gastos indirectos totales en :

- Troquel progresivo = \$10'085,000.00
 - Troquel compuesto = \$ 4'645,000.00
 - Troqueles simples = \$ 7'644,120.00

3.- Gastos administrativos.

Considerando el siguiente equipo de trabajo para la producción de nuestras piezas, tenemos:

<u>Personal</u>	<u>Sueldo mensual</u>	<u>Sueldo mensual tot</u>
2 Ing.	\$ 3'000,000.00	\$ 6'000,000.00
3 obreros	\$ 653,000.00	\$ 1'959,000.00
1 secretaria	\$ 400,000.00	\$ 400,000.00
		<hr/>
		\$ 8'359,000.00

- Troquel progresivo :

\$ 8'359,000.00 * 1.085 meses = \$ 9'069,515.00

- Troquel compuesto :

\$ 8'359,000.00 * 1.045 meses = \$ 8'735,155.00

- Troqueles simples :

\$ 8'359,000.00 * 2.170 meses = \$ 18'139,865.90-

4.- Materia prima.

Haciendo un análisis para cada troquel, se tiene :

- Troquel progresivo.

El peso de lámina de acero calibre N 18 (e=1.2 mm) , es de 0.114 kgs.

El costo por kg de lámina de acero es : \$ 1,200.00/ kg.

Costo de materia prima/pieza : \$ 1,200.00 *
0.114 kg / 5 piezas = \$ 27.36

COSTO DE MATERIA PRIMA PARA 1 MILLON DE PIEZAS.

1'000,000.00 pzas. * \$ 27.36 = \$
27'360,000.00

- Troquel compuesto.

El peso de lámina de acero calibre N 18 es de 0.02268 kgs.

El costo por kg de lámina de acero es : \$ 1,200.00/Kg.

Costo de materia prima/pieza : \$ 1,200.00/kg
* 0.02268 kg / 1 pieza = \$ 27.216

COSTO DE MATERIA PRIMA PARA I MILLON DE PIEZAS.

1'000,000.00 * \$ 27.216 = \$ 27'216,000.00

- Troqueles simples.

Para corte de plantilla : \$ 27'216,000.00

Para punzonado y embutido, no hay .

5.- Costos de los troqueles.

- Troquel progresivo : \$ 9'500,000.00
- Troquel compuesto : \$ 11'000,000.00
- Troqueles simples :

* Para corte de plantilla y punzonado :
 \$ 6'000,000.00
 * Para embutido : \$ 3'500,000.00

 \$ 9'500,000.00

6.- Costo de rectificaco.

En base a la siguiente informacón,
 procedemos a hacer nuestros costos.

1 hora de rectificaco = \$ 100,000.00

N de rectificacos = N. de piezas a fabricar /
 N. de piezas por rectificaco

t = tiempo de rectificaco estimado.

- Troquel progresivo (t= 3.5 hrs.).

N de rectificacos = 1'000,000 pzas. / 60,000
 pzas. = 16.6

* Costo total de rectificaco = 16.6
 *100,000.00 * 3.5 hrs. = \$ 5'831,000.00

- Troquel compuesto (t= 3.5 hrs.).

N de rectificacos = 1'000,000 pzas. / 50,000
 pzas. = 20

* Costo total de rectificaco = 20 *100,000.00
 *3.5 hrs. = \$ 7'000,000.00

- Troqueles simples (t= 2.5 hrs.).

N de rectificacos = 1'000,000 pzas. / 40,000
 pzas. = 25

* Costo total de rectificaco = 25 *100,000.00
 *2.5 hrs. *2 maquinas = \$ 12'500,000.00

COSTO TOTAL DE MANUFACTURA DE LA PIEZA.

CONCEPTO	T. PROG.	T. COM	T. SIM.
MO.	708,225.00	682,626.35	2'832,900.00
GI.	10'085,000.00	4'645,000.00	7'644,120.00
GA.	9'069,515.00	8'735,155.00	18'139,865.90
MP	27'360,000.00	27'216,000.00	27'216,000.00
CT.	9'500,000.00	11'000,000.00	9'500,000.00
CR.	5'831,000.00	7'000,000.00	12'500,000.00
	\$62'553,740.00	\$59'278,781.35	\$77'832,885.90

TIEMPO DE PRODUCCION DE LA PIEZA.

Este estudio establece la relación entre la cantidad de piezas producidas y su tiempo de producción en días.

* Tiempo de producción por cada 200,000 piezas.

- Troquel progresivo :

200,000 pzas. / 80 pzas. *(1 día/8 hrs. *60 min.) = 5.208 días

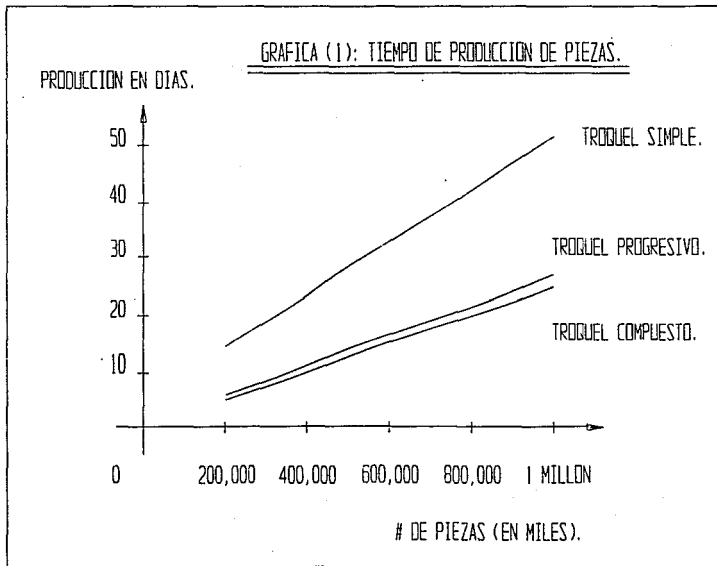
- Troquel compuesto :

200,000 pzas. / 83 pzas. = 5.020 días

- Troquel simple :

200,000 pzas. / 40 pzas. = 10.416 días

La comparación gráfica de estos tiempos de producción se muestra en la gráfica (1).



Grafica 1. Tiempo de produccion de la pieza * Soporte - Templador *.

COSTO POR PIEZA.

Este estudio pretende dar a conocer el costo real de la pieza "soporte-templador" en cada tipo de troquel estableciendo la comparación de : ¿ Cuánto costará producir un numero determinado de piezas en troqueles simples y compuestos, en el mismo tiempo que tardará el troquel progresivo en producir tal cantidad de piezas ?.

De esta forma se demuestra la gran ventaja en mayor velocidad de producción y por consecuencia el ahorro económico en producir cantidades de piezas "soporte-templador" en el troquel progresivo comparado con los troqueles simples y compuestos.

En el costo por pieza, los costos que permanecen constantes son :

- Gastos indirectos. Solo permanece constante la depreciación anual de las prensas, lo que varía es el costo de energía en los troqueles simples por tener que laborarse más horas para alcanzar la producción de los otros troqueles.
- Gastos administrativos. Se mantiene el mismo personal y equipo administrativo, laborando 8 hrs. al día.
- Materia prima. Para la producción de 1 millón de piezas, la cantidad de materia prima permanece constante.
- Costo del troquel. Es el mismo para cada tipo de troquel.

Los costos que varían en los troqueles simples además son :

- Mano de obra. Mayor trabajo de operadores es requerido para aumentar la producción.
- Costo de rectificad. Al ser trabajados con mayor frecuencia los troqueles simples, el numero de rectificad. aumentará para

alcanzar la producción requerida.

Si el tiempo en producir la misma cantidad de piezas en los diferentes tipos de troqueles (1 millón de piezas), es de 26 días para troquel progresivo, 25 días para troquel compuesto y 52 días para troqueles simples, el ajuste de costo de los troqueles simples y compuestos al mismo tiempo de producción del troquel progresivo será entonces :

$$\frac{\text{Tiempo de prod. en T. simples} = 52}{\text{Tiempo de prod. en T. progresivo} = 26} = 2 \text{ veces}$$

$$\frac{\text{Tiempo de prod. en T. compuesto} = 25}{\text{Tiempo de prod. en T. progresivo} = 26} = 1 \text{ veces}$$

Por lo que para alcanzar la misma producción en igual tiempo que el troquel progresivo, en los troqueles simples se deberán aumentar los costos variables 2 veces más, mientras que para los troqueles compuestos en 1 sola ocasión.

Las modificaciones en los costos variables de los troqueles simples serán :

- La mano de obra y la energía requerida para la operación de la planta de troqueles tendrá que operar durante 2 turnos de 8 hrs.
- El rectificado de cada 200,000 piezas será ahora cada 2 días.

COSTO POR PIEZA.

Del análisis anterior, las ecuaciones para las gráficas de costo por pieza (CPP) para cada tipo de troquel es :

* TROQUEL PROGRESIVO Y COMPUESTO.

$$CPP = \frac{(CTM - CRT) / PT * PR + n * CR}{PR} \dots (3)$$

Donde :

- CPP = Costo por pieza en pesos.
 CTM = Costo total de manufactura en millones de pesos.
 CRT = Costo de rectificado total en millones de pesos.
 PT = Numero de piezas en millones.
 PR = Numero de piezas por rectificado en millones.
 CR = Costo por rectificado en millones de pesos.
 n = Factor que actúa como múltiplo de la cantidad de piezas por rectificado.

- Para troquel progresivo.

$$CPP = \frac{(62'553.740.00 - 5'831.000.00) / 1'000.000.00 (60'000.000) + (n * 100.000.00 * 16.6) / 60'000.000}{PR}$$

$$CPP = 56.722 + n * (0.02776)$$

- Para troquel compuesto.

$$CPP = \frac{(59'278.781.35 - 7'000.000.00) / 1'000.000.00 (50'000.000) + (n * 100.000.00 * 20) / 50'000.000}{PR}$$

$$CPP = 52.278 + n * (0.04)$$

* TROQUEL SIMPLE.

$$CPP = \frac{(GF + 3n * GV) * (PR / PT)}{PR} \dots (4)$$

Donde :

GF = Gastos fijos en millones de pesos.

GV = Gastos variables en millones de pesos.

$$* GF = GA + MP + CT + Dt$$

Donde :

GA = Gastos administrativos en millones de pesos.

MP = Costo de materia prima en millones de pesos.

CT = Costo total de los troqueles.

Dt = Depreciación anual de las prensas.

$$* GF = 18'139,865.90 + 27'216,000.00 + 5'040,000.00$$

$$GF = 54'860,905.90$$

$$* GV = CMO + CE + CRT$$

Donde :

CMO = Costo de mano de obra en millones de pesos.

CE = Costo de energía en millones de pesos.

CRT = Costo de rectificado total en millones de pesos.

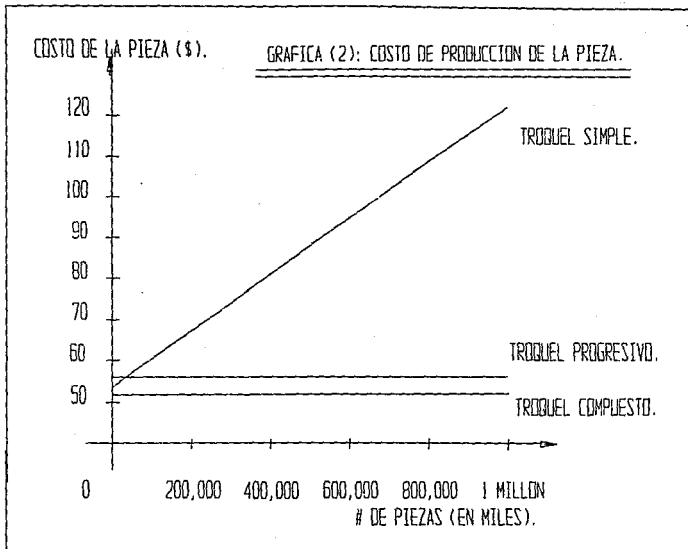
$$* GV = 2'832,900.00 + 2'604,120.00 + 17'500,000.00$$

$$GV = 22'937,020.00$$

$$CPP = (54'860,905.90 + 3 *n* (22'937,020.00)) * (40'000,000.00 / 1'000,000.00) / 40'000,000$$

$$CPP = 54.8609 + n *(68.811)$$

A continuación se muestra la gráfica (2) comparativa de costo por pieza en los diferentes tipos de troqueles.



Grafica 2. Costo de produccion de la pieza " Soporte - Tenplador ".

2.4 CONCLUSION DE LA SELECCION.

Con el estudio anteriormente hecho, podemos concluir que el empleo del troquel progresivo para producciones altas si nos conviene, pues existe un ahorro económico y una velocidad de producción mayor en comparación con los troqueles simples ya que:

Es más económico el empleo de troqueles simples abajo de 45,000 pzas. pues el costo por pieza es menor de \$ 56.72 , en comparación con el troquel progresivo.

En producciones mayores iguales o mayores a 45,000 pzas. el empleo del troquel progresivo es más económico, pues mientras el costo de la pieza "soporte-templador" mayor es de \$ 56.86 en este tipo de troquel, en los troqueles simples el costo de la pieza aumenta considerablemente hasta en \$ 123.67 .

Observamos que tanto el costo de producción así como el tiempo de producción de la pieza "soporte-templador" para troquel compuesto es un poco menor con respecto al troquel progresivo, pero seleccionamos el troquel progresivo pues por su sencillez en su diseño esto implica que para su fabricación no sea complicado, ya que todos sus elementos que la componen son intercambiables e independientes entre sí, lo cual significa que si algunos de estos elementos se llegasen a dañar puedan ser reemplazados por uno nuevo sin afectar en su totalidad a los demás elementos, lo cual no ocurre con el troquel compuesto ya que todos sus elementos de corte son concéntricos con respecto al eje de presión de corte lo cual implica una alta precisión en la construcción de esta herramienta de corte.

3. DISEÑO DEL TROQUEL PROGRESIVO.

3.1 DESARROLLO DE LA TIRA DE AVANCE.

Las operaciones individuales realizadas en un troquel progresivo son con frecuencia relativamente sencillas, pero cuando se combinan en varias estaciones, el diseño de las tiras más práctico y económico para su funcionamiento óptimo del troquel resulta con frecuencia difícil de proyectar.

La secuencia de las operaciones sobre una tira y los detalles de cada operación deben ser cuidadosamente desarrollados para ayudar en el diseño de un troquel que produzca partes buenas.

Debera establecerse una secuencia tentativa de operaciones y tomar en consideración los siguientes puntos, según se desarrolla la secuencia final de las operaciones:

- 1.- Agujeros punzonados de guía y muescas de guía en la primera estación. Pueden ser punzonados otros agujeros que no serán afectados por las siguientes operaciones no cortadoras.
- 2.- Desarrollo de la pieza para operaciones de embutido y conformado por el libre movimiento del metal.
- 3.- Distribuir las áreas punzonadas sobre varias estaciones si están juntas o están cerca del borde de la abertura de la matriz.
- 4.- Analizar la forma de las áreas de pieza inicial en la tira para dividir las en formas simples, de manera que los punzones de contornos sencillos puedan cortar parcialmente una área en una estación y cortar las áreas restantes en estaciones posteriores. Esto puede sugerir el uso de formas de punzones comercialmente obtenibles, o en su defecto, la utilización de punzones con la forma deseable a punzonar.

- 5.- Emplear estaciones intermedias para reforzar los bloques matrices.
- 6.- Planear las operaciones de conformado o embutido, tanto en una dirección ascendente como en una descendente, la que asegure el mejor diseño del troquel y movimiento de la tira.
- 7.- La forma de la parte terminada puede dictar que la operación de cortado preceda a las ultimas operaciones no cortantes.
- 8.- Verificar el diseño de la tira para desperdicio mínimo; emplear un diseño múltiple, de ser factible.
- 9.- Diseñar la tira para que el desperdicio y la parte puedan ser expulsados sin interferencia.

En base a lo anterior, procedemos a calcular la tira de avance:

1.- Paso de la tira de material (P).

$P = \text{longitud de la plantilla a embutir} + 2 * \text{espacio lateral.}$

$$P = 1 \text{ pulg.} + 2 * (3/16) = 1 \text{ } 3/8 \text{ pulg.}$$

2.- Ancho de la tira de material (W).

$W = \text{ancho de la plantilla a embutir} + 2 * \text{espacio lateral.}$

$$W = 1.5 \text{ pulg.} + 2 * (1/4) = 2 \text{ pulg.}$$

NOTA : Es claro decir que este ancho de material de la tira se ve relativamente grande, pero es debido a que nuestro punzón de corte con la forma de reloj de arena es chico y de esa forma, ya que se nos facilitó el maquinado.

3.- Piezas a producir.

En este caso consta de 5 pasos nuestro diseño de la tira, en cada estación de trabajo se va generando una pieza, al llegar al ultimo paso se termina finalmente la pieza.

4.- Eficiencia del uso de material.

$$E = a / A * 100 \% \dots\dots\dots(5)$$

Donde :

E = Aprovechamiento de la tira de material.
 a = Area de la pieza física.
 A = Area del material empleado para generar la pieza físicamente.

$$A = 1.125 * 1.5 = 1.687 \text{ pulg}^2.$$

$$a = 1.687 - 4 * (0.187 * 0.750) / 2 = 1.687 - 0.2805 = 1.407 \text{ pulg}^2.$$

$$E = 1.407 / 1.687 * 100 = 83.38 \%$$

En base a este resultado, deducimos que el diseño de la tira es bastante aceptable pues el desperdicio de material es mínimo.

3.2 DESCRIPCION DE LA TIRA DE AVANCE.

En ella se muestran paso a paso todas las transformaciones que va sufriendo el material hasta obtener la pieza terminada, ver fig. 22. Para la fabricación de nuestra pieza se utilizaron 5 pasos, los cuales son :

1º Paso.

Se introduce la lámina de material acero calibre N°18, (e = 0.050 pulg. = 1.27 mm) en

las reglas guía hasta hacer contacto con el tope de avance y se realicen las siguientes operaciones :

Punzonado de barreno (3/16 pulg.) de diámetro, así como de la cuchilla de paso (aprox. 1 3/8 pulg. o 35 mm.).

NOTA : Cuando la alimentación es en forma manual, se utiliza la cuchilla de paso, cuando la alimentación es en forma automática, se utiliza un alimentador neumático (FESTO), esto según la forma en que se esté trabajando.

2ª Paso.

Piloteado del barreno de 3/16 pulg. y recorte parcial del punzón de forma de reloj de arena.

3ª Paso.

Piloteado del barreno de 3/16 pulg. y recorte total del punzón de forma de reloj de arena (plantilla para embutido).

4ª Paso.

Piloteado de la plantilla de embutido y embutido de la pieza.

5ª Paso.

Piloteado de la pieza embutida y recorte final de la pieza.

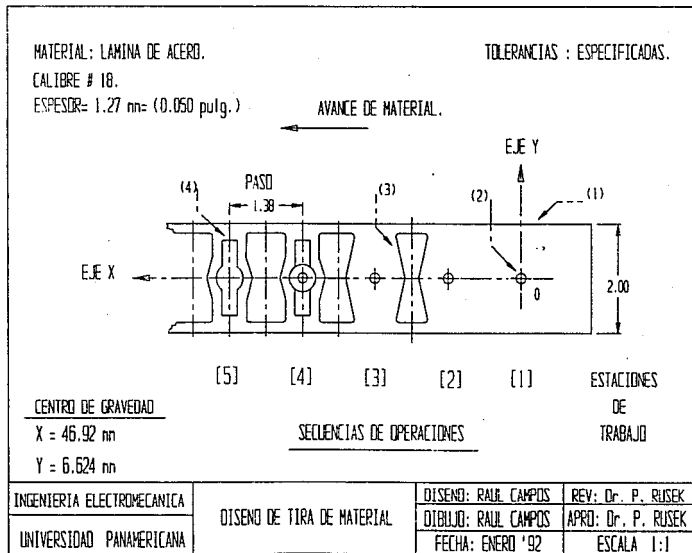


Fig. 22. Diseño de la tira de avance.

3.3 MATERIALES UTILIZADOS PARA LA FABRICACION DEL TROQUEL PROGRESIVO.

En la construcción de herramientas pueden utilizarse muchos materiales ferrosos. Los componentes de soporte de los dispositivos se hacen de acero de bajo contenido de carbono mientras que los suplementos (placa sufridera) de desgaste se construyen de acero endurecido para herramientas. Los troqueles se fabrican de acero seleccionado para herramientas, debido a los requerimientos de ejecución.

Este acero seleccionado puede ser uno de los muchos tipos igualmente aplicables.

Aceros para herramientas de corte (troqueles).

La selección apropiada de aceros para las herramientas de corte (troqueles) se complica por sus numerosas propiedades especiales. Las 5 principales son : resistencia al calor, a la abrasión, al choque, a la distorsión en el temple, y habilidad de corte.

Debido a que ningún acero posee todas estas propiedades en un grado óptimo, se han producido cientos de diferentes aceros para herramientas con el fin de que reúnan el rango total de las demandas del servicio.

Aquí presentaré en forma breve, los aceros que empleamos en la fabricación de los troqueles.

1) Aceros rápidos.

Se templen a una temperatura entre 1,200 - 1,300 °C, revenir 2 veces a 700 °C con la finalidad de liberar tensiones internas del templado. El acero toma una tenacidad demasiada alta con una dureza de 62-63 Rc, y es un acero demasiado caro.

2) Acero bora .

Este acero es muy fino, en el templado se obtiene una dureza de 65-66 Rc y se reviene para liberar las tensiones internas del templado, obteniéndose una dureza final de 60-62 Rc. Su tenacidad es muy alta y su costo es muy caro. Para la operación de troquelado, se emplea lámina acero duro con resistencia al corte de 40 - 60 Kg/mm².

3) Acero veresta .

Es un acero no muy fino con respecto al anterior, pero no deja de ser bueno. Su tenacidad es alta y su costo es alto. Se emplea lámina de acero duro con un valor de resistencia al corte de 30 - 40 Kg/mm².

4) Acero 4140 Tratado .

Este tipo de acero, tiene una dureza de 28 - 30 Rc, se emplea para el troquelado de lámina de aluminio, latón, se emplea para operaciones de doblado y embutido, así como la fabricación de elementos mecánicos como flechas de transmisión así como engranes.

5) Acero 4140 .

Se emplea comúnmente para la fabricación de piezas de maquinaria.

Para la fabricación de nuestra herramienta de corte, se empleó material acero veresta para las matrices, punzones de corte y embutido, así como los pilotos. Se seleccionó este material, ya que es el más óptimo para nuestro caso.

Para mayor información, ver tabla-catálogo de materiales para la fabricación de herramientas de corte.

3.4 DISEÑO Y CALCULOS DE LOS ELEMENTOS QUE COMPONEN EL TROQUEL PROGRESIVO.

- Placas base inferior y superior.

Estos elementos fueron diseñados en base a las dimensiones de la máquina troqueladora así, como al trabajo de carga a las que están sometidas las matrices, punzones y placas sufrideras.

La placa base inferior, tiene los barrenos para la fijación de las matrices y orificios por los que pasa el material troquelado, además que aloja a los postes guía.

La placa base superior, tiene los barrenos para la fijación de la placa porta punzones, así como la de alojar las tasas guía.

Las dimensiones a considerar el la placa base inferior, son:

- a) Largo de la placa = longitud de las placas matrices + 2 * espacios de sujeción

$$L = 8.5 \text{ pulg} + 2 * (1.750) = 12 \text{ pulg.}$$
- b) Ancho de la placa = ancho de las placas matrices + 2 * espacios de diseño

$$A = 4.375 \text{ pulg} + 2 * (1.812) = 8 \text{ pulg.}$$
- c) Espesor de la placa = Por catálogo producto Die-Set C 129 N-11 = 1.750 pulg.

Las dimensiones a considerar en la placa base superior, son:

- a) Largo de la placa = Es igual que la placa base inferior = 12 pulg.
- b) Ancho de la placa = Es igual a la placa base inferior = 8 pulg.

c) Espesor de la placa - Por catálogo producto Die-Set C 129 N-11 = 1.250 pulg.

* El material de las placas base superior & inferior es de acero 1045.

- Mango de sujeción.

Este elemento va montado sobre la placa base superior y su finalidad es la de permitir la unión entre el ariete de la máquina troqueladora y el portatroquel.

Las dimensiones del mango están dadas por el catálogo producto.

a) Diámetro = 2 pulg.

b) Longitud = 3.5 pulg.

* El material con el que está fabricado es de acero 4140 T.

- Postes guía.

Estos postes guía, van montados sobre la placa base inferior con un ajuste de apriete, su selección se hizo por catálogo producto MQF-1014, las dimensiones son:

a) Diámetro = 1.250 pulg.

b) Longitud = 7 pulg.

* El material con el que están fabricados es de acero 4140 T, templados a una dureza de 63 a 65 Rc, cementados (con el núcleo blando) con una profundidad aprox. de 0.5 mm. y rectificadas entre centros con un acabado espejo, con tolerancias mínimas.

- Tasas guía.

Las tasas guía, están sujetadas en la placa base superior y son fácilmente reemplazados cuando están desgastados. Estas tasas guía alojan a los postes guía, y su

selección se hizo por catálogo producto MB-8A.

- a) Diámetro interior = 1.250 pulg
- b) Longitud = 2.187 pulg.

* El material de estas tasas guía es de acero 4140 T, templadas a una dureza de 63-65 Rc, cementadas (con el fin de darle más dureza en el exterior, pero con un núcleo blando) y rectificadas concéntricamente tanto el interior como el exterior.

- Placas matrices.

Son los elementos de corte de nuestra herramienta. Con las matrices y con sus punzones respectivos, se elimina material hasta obtener la forma final de nuestra pieza "soporte-templador". La forma de las matrices está en función del diseño de la tira previamente hecha.

Las dimensiones de estas matrices esta en función del diseño de la herramienta, los cuales son:

- a) Longitud = Son matrices intercambiables, sus medidas se pueden observar en el dibujo.
- b) Ancho = Varía de acuerdo a cada estación de trabajo.
- c) Espesor = Por cuestiones de diseño, son de 1 pulg.

* El material con el cual se fabricarán estos elementos fue acero veresta, templados a una dureza de 60-62 Rc y rectificadas. En la zona de corte, se les dió un ángulo de salida del material troquelado de 1 a 3 grados.

La holgura de corte entre el punzón y la matriz está dado por:

$$h = \text{espesor del material} * \text{factor-material} \dots (6)$$

Donde:

h = holgura de corte.

e = espesor de material = 0.050 pulg.

f = factor-material

0.05 para materiales suaves (aluminio, plomo).

0.07 para lámina de acero (nuestro caso).

0.08 para latón.

$$h = 0.050 \text{ pulg.} * 0.07 = 0.0037 \text{ pulg.}$$

Para otros valores, observar la tabla 3.

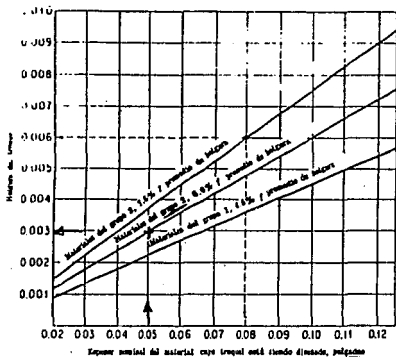


Tabla 3. Holguras de troquel para diferentes grupos de metales.

Grupo 1: aluminio.

Grupo 2: latón, acero inoxidable suave, acero laminado en frío suave.

Grupo 3: acero laminado en frío medio duro, acero inoxidable medio duro y duro.

De la tabla, observamos una holgura de 0.003 pulg. para el grupo 2.

La holgura de embutido entre el punzón y la matriz de embutido está dado por :

$h = \text{espesor del material} + \text{espesor del material} * 10\% \dots \dots \dots (7)$

$h = 0.050 \text{ pulg.} + 0.005 = 0.055 \text{ pulg.}$

- Placa portapunzones.

Esta placa sujeta a los punzones de corte (de diámetro 3/16 pulg., pilotos centradores y punzón de forma para plantilla de embutido).

Las dimensiones a considerar de la placa portapunzones, son:

- a) Longitud = Longitud de posición de los punzones + espacios de refuerzo = 5.5 pulg.
- b) Ancho = Ancho de los punzones + espacios de refuerzo = 2.5 pulg.
- c) Espesor = A considerar debido al diseño = 0.875 pulg.

* El material con que se fabrica esta placa, es de acero 1040. Los orificios de sujeción se observan en el dibujo.

- Placa sufridera (opcional).

Estas placas están debajo de la placa portapunzones, y están diseñadas en base a la forma de dicha placa, las dimensiones de esta placa son :

- a) Longitud = 5.5 pulg.
- b) Ancho = 2.5 pulg.
- c) Espesor = A considerar según el diseño = 0.187 pulg.

* El material de esta placa sufridera es de acero 4140 T. además que tiene los orificios para los elementos de sujeción.

- Punzones.

Són los elementos de corte y embutido en nuestro troquel. Hay diferentes tipos, los cuales son :

- Punzones de corte : Aquí tenemos los siguientes :
- Punzón de paso : Este punzón se encarga de darnos el "paso" o avance de corte en el troquel.

Las dimensiones de este elemento están dadas en base al diseño del troquel, los cuales son:

- a) Longitud = 1.375 pulg.
- b) Ancho = 1 pulg.
- c) Espesor = 2.5 pulg.

* El material empleado para su fabricación es acero veresta, templado a 60-62 Rc de dureza y rectificadas.

- Punzón circular de 3/16 pulg.

Produce el punzonado de orificio central de nuestra pieza "soporte-templador". Las dimensiones están dadas por catálogo producto HP-1A.

- a) Diámetro de corte = 0.187 pulg.
- b) Longitud = 2.625 pulg.

* El material de estos elementos es de acero veresta, templados a 60-62 Rc. y rectificadas.

- Piloto circular de 3/16 pulg.

Su función principal es la de centrar la tira de material antes de la operación de corte, sus dimensiones están dadas por catálogo producto HPP-1A.

- a) Diámetro = 0.187 pulg.
- b) Longitud = 2.750 pulg.

* El material de este elemento es acero veresta, templados a una dureza de 60-62 Rc. y rectificadas.

- Punzón de forma.

Este punzón se encarga de generarnos la plantilla previa a la operación de embutido. Las dimensiones de este elemento de corte se hizo en base al diseño de la herramienta.

- a) Longitud = 1 pulg.
- b) Ancho = 1.5 pulg.
- c) Espesor = 2.375 pulg.

* El material con el que se fabricó este punzón es de acero veresta, templado a 60-62 Rc y rectificado.

- Punzón de corte final.

Este punzón se encarga de hacer el último corte en la tira de material para obtener finalmente terminada nuestra pieza "soporte-templador". Las dimensiones de este punzón fueron hechas en base al diseño de la herramienta.

- a) Longitud = 1.750 pulg.
- b) Ancho = 1.375 pulg.
- c) Espesor = 2.375 pulg.

* El material con que se fabricó este elemento es acero veresta, templado a 60-62 Rc y rectificado.

- Punzón de embutido.

Se encarga de hacer el embutido de forma sobre la tira de material, la cual se termina en una sola operación de embutido. Las dimensiones de este punzón de embutido se hizo en base al diseño de la herramienta.

- a) Longitud = 1.156 pulg.
- b) Ancho = 1.312 pulg.
- c) Espesor = 2.625 pulg.

* El material con que se fabricó este elemento fue acero veresta, templado a 60-62 Rc y rectificado.

- Placas guía.

Su función principal es la de guiar la tira de material a lo largo de las estaciones de trabajo del troquel.

Las dimensiones son :

- a) Longitud = Largo total de las matrices + espacio extra para la guía del material

$$L = 12 \text{ pulg.}$$
- b) Ancho = Ancho de las matrices - ancho de la tira de material / 2 + espacios para los elementos de sujeción (si se requiere)

$$A = (4.5 - 2) / 2 = 1.250 \text{ pulg.}$$
- c) Espesor = Esta dado en base al diseño del troquel = 0.250 pulg.

* El material con que se fabrica este elemento es acero 1020 (CRS). y tiene los orificios de sujeción.

- Placa pisadora.

Este elemento móvil, aloja a los tornillos guía así como a los resortes que permiten se efectue la operación de planchado sobre la tira de material a troquelar. Además esta placa tiene los orificios por los cuales pasan los elementos de corte, las dimensiones son :

a) Longitud = Es aproximadamente la misma que las matrices de corte en conjunto

$$L = 9 \text{ pulg.}$$

b) Ancho = Es aprox. la misma que las matrices de corte = 5 pulg.

c) Espesor = Esta dado en base al diseño de la herramienta = 0.5 pulg.

* El material con que se fabrica esta placa es acero 1020 (CRS).

- Resortes para planchador.

Se encuentran localizados en la placa pisadora, el tipo de resorte a utilizar está en función de la fuerza de planchado, el numero de resortes a utilizar así como la fuerza de compresión de cada uno de ellos.

La fuerza de planchado, la podemos determinar con la siguiente ecuación :

Fuerza de planchado = $r * S * L * e \dots (8)$

Donde :

r = Factor de compresión = 0.06

S = Factor resistencia al corte = 56,842
lb/pulg²

L = Perímetro total de corte = 14.993 pulg. =
380.831 mm.

e = Espesor de la tira de material = 0.050
pulg. = 1.2 mm.

- Para punzón de paso.

L = 2.992 pulg. = 76 mm.

- Para punzón circular 3/16 pulg.

L = 0.618 pulg. = 15.70 mm.

- Para punzón de forma.

L = 4.252 pulg. = 108 mm.

- Para punzón de corte final.

L = 4.296 pulg. = 109.12 mm.

Entonces, la fuerza de planchado efectuado por el pisador está dado por :

Fuerza de planchado = $0.06 * 56,842 * 14.993$
 $* 0.050 = 2556.696$ Lbs. = 1,159.71 Kgs.

Por otra parte, del catálogo de resortes Raymond-Merchandise, los resortes para cargas de servicio pesado (color oro) al 30 % de compresión, tenemos :

(241.7 Kgs) * 6 resortes = 1450 Kgs. = 1,159.7 Kgs. aproximadamente.

Entonces los resortes son de :

a) Diámetro exterior = 1 pulg.

b) Longitud libre = 1.5 pulg.

Los tornillos guía se determinaron por medio del catálogo de tornillos producto, en base al diseño de la herramienta.

- Tornillos guía a) Diámetro = 0.5 pulg.
b) Longitud = 2.375 pulg.

- Resortes para botador.

El resorte fué seleccionado en base a la compresión que sufre dicho elemento por parte del botador. Del catálogo de resortes Raymond-Merchandise se tomo un resorte de :

- a) Diámetro exterior = 0.625 pulg.
b) Longitud sin comprimir = 1.125 pulg.

* El material con el cual fué fabricado este resorte, se uso alambre de sección circular 1/8 pulg. de diámetro acerado.

- Botador.

Este elemento sirve para "sacar" la pieza embutida (en lámina) de la matriz de embutido, sus dimensiones son:

- a) Diámetro = 0.625 pulg.
b) Longitud = 1.125 pulg.

* El material de esta pieza es de acero 4140 T.

- Tornillos y pernos.

Los tornillos allen, de cabeza plana, etc., así como los pernos de registro, son elementos importantes de sujeción de todos los elementos que componen a nuestra herramienta de corte.

La selección de estos elementos se hace por medio del catálogo para tornillos y pernos producto, conociendo su diámetro y longitud total. Su selección se hace en base

a nuestros requerimientos en el diseño de nuestra herramienta.

- Para las matrices:

Tornillos allen Diámetro = 0.250 pulg.
 Longitud = 1.750 pulg.

Pernos Diámetro = 0.250 pulg.
 Longitud = 1.625 pulg.

- Para respaldos de matrices:

Tornillos allen Diámetro = 0.312 pulg.
 Longitud = 1.750 pulg.

Pernos Diámetro = 0.250 pulg.
 Longitud = 1.625 pulg.

- Para placa portapunzones:

Tornillos allen Diámetro = 0.312 pulg.
 Longitud = 1.625 pulg.

Pernos Diámetro = 0.312 pulg.
 Longitud = 1.5 pulg.

- Para punzón de paso:

Tornillos allen Diámetro = 0.312 pulg.
 Longitud = 1.750 pulg.

Pernos Diámetro = 0.250 pulg.
 Longitud = 1.5 pulg.

- Para punzón de corte final:

Tornillos allen Diámetro = 0.250 pulg.
 Longitud = 1.750 pulg.

Pernos Diámetro = 0.250 pulg.
 Longitud = 1.5 pulg.

- Para punzón de embutido:

Tornillos allen Diámetro = 0.250 pulg.
Longitud = 1.750 pulg.

Pernos Diámetro = 0.250 pulg.
Longitud = 1.5 pulg.

- Para reglas guía:

Tornillos cabeza plana Diámetro = 0.187
pulg. Longitud = 0.250
pulg.

Pernos Diámetro = 0.250 pulg.
Longitud = 1.625 pulg.

- Limitadores:

Tornillos allen Diámetro = 0.312 pulg.
Longitud = 2 pulg.

* El material de este elemento es acero 1020 (CRS).

4. CALCULOS PRINCIPALES QUE INTERVIENEN PARA EL DISEÑO DEL TROQUEL PROGRESIVO.

Para la producción de la pieza "soporte-templador", el material empleado deberá tener las siguientes características.

Lámina de acero calibre N°18 (e = 1.27 mm. = 0.050 pulg.).

Ancho de la tira de material = 2 pulg.

Longitud de la tira de material (por rollo) = 100 m. aproximadamente.

4.1 DESARROLLO DEL PERIMETRO DE LA PIEZA.

Para analizar la obtención del desarrollo de nuestra pieza, lo debemos separar en 2 partes en este caso, es decir, corte y embutido.

- Para corte :

Para determinar el perimetro de una pieza a troquelar (como el caso de nuestros troqueles simples), está se descompone en secciones conocidas, se calculan los perimetros de cada uno de ellos y se efectua una sumatoria de todos ellos para obtener el perimetro total.

- Para embutido :

Uno de los problemas más importantes en la embutición es el de determinar las dimensiones de la chapa y su figura, para que una vez embutida proporcione el objeto deseado, con el mínimo empleo de material.

Los desarrollos determinados teóricamente y que más exactamente pueden obtenerse corresponden normalmente a figuras de cuerpos geométricos regulares rectos, o con secciones circulares. Sin embargo, aun así, la exactitud obtenida no es rigurosa, debido al estirado que sufren las paredes de la pieza.

Es cierto que la embutición es una deformación plástica sin variación de espesor; pero, a pesar de admitir esto como rigurosamente exacto, en la práctica no sucede así, alterando, por tanto, el alargamiento experimentado por el material las dimensiones exactas de los desarrollos o plantillas, que previamente deben ser cortadas antes de la operación de embutir.

La determinación de plantillas desarrolladas para piezas irregulares se presenta normalmente como un problema complejo y muy difícil de resolver

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

analíticamente. Todavía no se ha hallado un método seguro y eficaz que permita determinar con exactitud la forma de la plantilla, antes de ser sometida a embutición. Corrientemente, el procedimiento empleado consiste en determinar previamente la superficie de la pieza; por métodos geométricos se traza una plantilla, teniendo cuidado, al trazarla, que ésta sea mayor que la determinada en realidad. Una vez obtenida la plantilla, se somete a embutición.

Cuando esta operación haya sido efectuada, se puede conocer, en realidad, tomando como referencia la línea trazada, donde falta o donde sobre material. Con esta pieza como referencia, se traza una segunda plantilla restando o sumando material en los sitios donde corresponda y de acuerdo con la línea de referencia de la primera pieza. Una vez trazada, la segunda plantilla se somete nuevamente a embutición y, observando el resultado obtenido, se llega a conseguir el desarrollo real de la pieza.

Cuando se dispone de una pieza de muestra terminada (nuestro caso), puede uno aproximarse mucho a la realidad con el siguiente procedimiento :

Colocarle una capa de durex opaco sobre la superficie de la pieza y recortarle los sobrantes de material, despues procedemos a desdoblar esta capa y obtendremos con cierta aproximacion el desarrollo de la plantilla. De hecho, emplee este método para determinar el desarrollo de la plantilla de embutición.

Debido a la vigorosidad de ciertas embuticiones, en las que el diámetro de la pieza es muy pequeño en relación con la altura de la misma, es preciso efectuar la transformación en más de una operación, debiendo terminar con la mayor exactitud posible la relacion diámetro-profundidad, para cada una de las operaciones intermedias que deben efectuarse antes de obtener la pieza acabada.

Las causas que principalmente exigen operar en varios tiempos, en las embuticiones profundas, estriban especialmente en la imposibilidad del material de poder resistir la elevada tensión radial que se desarrolla durante el proceso, la cual es función de la relación :

$$H / D \longrightarrow \text{NOE} \dots\dots\dots(9)$$

Donde :

- NOE = Numero de operaciones de embutido.
 H = Altura del embutido final.
 D = Diámetro final de la pieza embutida.

El cociente se relaciona con la tabla (4) siguiente :

H / D	NOE
0.0 - 0.75	1
0.75 - 1.5	2
1.5 - 3.0	3
3.0 - 4.7	4

Para nuestra pieza "soporte-templador", tenemos :

$$H = 1/4 \text{ pulg.} \quad , \quad D = 1 \text{ pulg. aprox.}$$

$$H / D = 1/4 / 1 = 1/4 = 0.25$$

$$H / D = 0.25 \quad 0.75 \quad , \quad \text{entonces el NOE} = 1$$

Tambien esto puede ser obtenido por medio de la tabla (5).

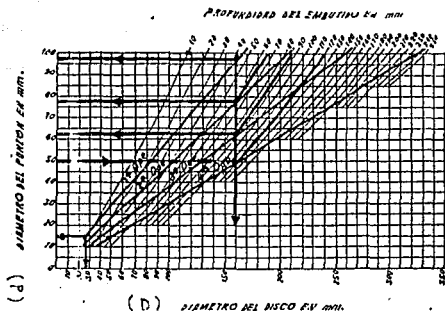


Tabla 5. Numero de operaciones de embutido.

Datos:

Profundidad de embutido = 10 mm.

$D = 1.125$ pulg. = 28.575 mm.

$d = 0.625$ pulg. = 15.875 mm.

De la tabla obtenemos que el embutido final se realiza en 1ª operación.

4.2 CENTRO DE PRESION.

Si el contorno del metal a troquelar es de forma irregular, la suma de los esfuerzos de cizallamiento sobre un lado del centro del ariete puede exceder en mucho las fuerzas del otro lado. Esto resulta en un momento de flexión en el ariete de la prensa, y una flexión y desalineamiento indeseables.

En consecuencia, es necesario encontrar un punto cerca del cual la suma de las

fuerzas cortantes sea simétrica. Este punto se conoce como centro de presión, ver fig. 23.

El centro de gravedad o de presión, puede determinarse con el siguiente procedimiento:

- 1.- Trazar la silueta de los bordes cortantes reales.
- 2.- Trazar los ejes X-X' & Y-Y' en ángulos rectos y en una posición conveniente.
- 3.- Dividir los bordes cortantes en elementos lineales, líneas rectas, arcos, etc.. y numerándolos.
- 4.- Hallar las longitudes de cada uno de ellos.
- 5.- Hallar el centro de gravedad de cada elemento.
- 6.- Hallar las distancias x_i del centro de gravedad de cada elemento desde el eje Y - Y'.
- 7.- Hallar las distancias y_i del centro de gravedad de cada elemento desde el eje X - X'.
- 8.- Calcular la distancia X del centro de presión C desde el eje Y-Y' por la fórmula:

$$X = \frac{\sum l_i * x_i}{\sum l_i}$$

- 9.- Calcular la distancia Y del centro de presión C desde el eje X-X' por la fórmula:

$$Y = \frac{\sum l_i * y_i}{\sum l_i}$$

donde i = Numero del elemento.

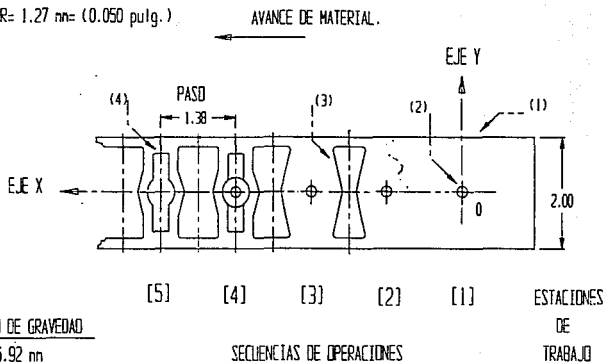
Tomando como base esto, calculamos el centro de presión para nuestra pieza como sigue :

MATERIAL: LAMINA DE ACERO.

CALIBRE # 18.

ESPESOR= 1.27 mm (0.050 pulg.)

TOLERANCIAS : ESPECIFICADAS.



INGENIERIA ELECTROMECANICA	CENTRO DE GRAVEDAD DE LA PIEZA	DISENO: RAIL CAMPOS	REV: Dr. P. RUSEK
UNIVERSIDAD PANAMERICANA		DIBUJO: RAIL CAMPOS	APRO: Dr. P. RUSEK
		FECHA: ENERO '92	ESCALA 1:1

Fig. 23. Centro de gravedad de la pieza.

- Troquel progresivo.

Elemento	L	X	Y	XiLi
1	76	0	25	1900*
2	15.71	0	0	0
3	108	52.5	0	0
4	87.12	140	0	0

$$X = 17867.22/380.83 = 46.92 \text{ mm.}$$

$$Y = 1900/380.83 = 6.624 \text{ mm.}$$

- Troquel compuesto (1 golpe).

$$X, Y = 0 \text{ mm.}$$

- Troqueles simples.

$$X, Y = 0 \text{ mm.}$$

Para los 2 casos anteriores, es debido a que el C.P. coincide con el eje de simetría de la pieza a troquelar.

4.3 FUERZA REQUERIDA POR LA PRENSA TROQUELADORA.

Para la fabricación de nuestra pieza "soporte-templador" se combinan las operaciones de corte y embutido, por tanto, hacemos los siguientes cálculos.

- La presión P requerida para cortar el material de trabajo, está dado por :

$$P = L * S * t \dots\dots\dots(10)$$

Donde :

- L = Perímetro total de corte (mm).
 S = Factor resistencia al corte del material
 (Kg/mm²).
 t = espesor del material (mm).

- Para la operación de embutido, se tiene:

$$P = \pi * d * s * m * k \dots\dots\dots(11)$$

Donde :

- π = 3.1416 (valor constante).
 d = diámetro del punzón de embutido (mm)
 = 5/8 pulg. = 15.875 mm (estimado).
 s = espesor del material (mm) = 1.2 mm.
 D = Diámetro de la plantilla de embutido (mm)
 = 1 1/8 pulg. = 28.575 mm (estimado).
 m = Coeficiente que depende de la relación
 $d/D = 15.875 / 28.575 = 0.55$

El valor del coeficiente m se da por:

d/D	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80
m	1.0	0.86	0.72	0.60	0.50	0.40

Los valores intermedios pueden determinarse por interpolación.

Por tanto $m = 1$

- k = Resistencia del material a la tracción
 = 30 Kg/mm² .

Haciendo el cálculo para cada una de las herramientas, se tiene :

- Troquel progresivo.- Para corte :

$$P = 380.83 \text{ mm} * 30 \text{ Kg/mm}^2 * (1 \text{ Tn}/1000 \text{ Kg}) * 1 \text{ mm} / 0.6$$

$$p = 19.04 \text{ Tns. aproximadamente.}$$

- Para embutido :

$$P = \pi * 15.875 * 1.2 * 1 * 30 = 1.795.420 \text{ Kg} * (1 \text{ Tns}/10^3 \text{ Kg})$$

$$p = 1.79 \text{ Tns. aproximadamente.}$$

$$\begin{aligned} \text{Entonces } P &= P \text{ corte} + P \text{ embutido} \\ P &= 19.04 + 1.79 = 20.83 \text{ Tns.} \\ &\text{aproximadamente.} \end{aligned}$$

- Troquel compuesto.- Para corte :

$$P = 112.80 \text{ mm} * 30 \text{ Kg/mm}^2 * (1 \text{ Tn}/1000 \text{ Kg}) * 1 \text{ mm} / 0.6$$

$$p = 5.64 \text{ Tns. aproximadamente.}$$

- Para embutido :

$$P = 1.79 \text{ Tns. aproximadamente.}$$

$$\begin{aligned} \text{Entonces } P &= P \text{ corte} + P \text{ embutido} \\ P &= 5.64 + 1.79 = 7.43 \text{ Tns.} \\ &\text{aproximadamente.} \end{aligned}$$

- Troqueles simples.

Para corte de plantilla de embutido y punzonado circular.

$$P = 134.95 \text{ mm} * 30 \text{ Kg/mm}^2 * (1 \text{ Tn}/1000 \text{ Kg}) * 1 \text{ mm} / 0.6$$

$$p = 6.74 \text{ Tns. aproximadamente.}$$

- Para embutido :

$$P = 1.79 \text{ Tns. aproximadamente.}$$

Entonces $P = P \text{ corte} + P \text{ embutido}$

$$P = 6.74 + 1.79 = 8.537 \text{ Tns. aproximadamente.}$$

La fuerza de embutido, puede ser determinada tambien por la tabla (6).

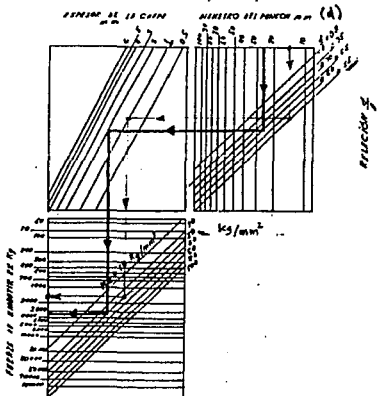


Tabla 6. Gráfica para determinar la fuerza de embutir en Kgs.

De la tabla, se obtiene un valor de embutido de:

F emb. = 1,700 Kgs.

4.4 SELECCION DE LA PRENSA TROQUELADORA.

El tipo de prensa troqueladora que se emplea para la fabricación de la pieza "soporte-templador" es una prensa inclinable de fondo abierto y bastidor en C, pues ya la teníamos en existencia y con las capacidades de trabajo requeridas, ver sección (2.3).

Por razones de seguridad en el trabajo, se recomienda utilizar prensas con una capacidad de al menos el doble de la obtenida por nuestros cálculos.

4.5 SISTEMA DE ALIMENTACION DEL MATERIAL Y SU DIAGRAMA NEUMATICO.

Para las prensa excéntricas rápidas, tienen su máximo rendimiento funcionando en continuo. Para ello la alimentación de material debe realizarse continuamente con arreglo al ritmo de la prensa. Los trabajos de troquelado pueden realizarse así con cadencias de 450 y hasta de 600 golpes/min.

Esta función se lleva a cabo con los diferentes tipos de alimentadores FESTO, tipo BV, que pueden suministrarse para anchos de tira de hasta 200 mm, longitudes de carrera de hasta 350 mm, y gruesos de tira de hasta 2 mm. (tambien con pinzas especiales se pueden alimentar perfiles y barras), ver fig. 24.

El mando de estos alimentadores se hace a través de una señal procedente de la prensa y dependiente de un final de carrera (neumática o eléctricamente), ver fig. 25. Esta señal manda una válvula especial, a la cual el mecanismo de alimentación está sincronizado, la mordaza de fijación toma el material, posteriormente lo suelta y el bloque

deslizante empuja el material hasta el tornillo tope, el cual fue calibrado.

Durante este tiempo la válvula de control es empujada hacia abajo por el brazo accionador. Cuando la prensa está aproximadamente a la mitad de su carrera ascendente, la acción del alimentador y de la mordaza de sujeción se invierte. Es decir, la mordaza de alimentación toma el material y la corredera alimenta el material al troquel durante la última parte de la carrera del carro deslizante.

Estos alimentadores, son adecuados para frecuencias elevadas y carreras cortas. La alimentación es ajustable sin escalonamientos con una precisión de 0.0005 a 0.001 pulg.

Las máquinas modernas o antiguas pueden ser automatizadas de forma sencilla con los alimentadores FESTO, ver fig. 26, ya que el montaje de los mismos se realiza simplemente mediante tornillos sobre la misma máquina o mediante una escuadra de fijación. Los alimentadores son aptos para trabajar por empuje o tracción y funcionan perfectamente en cualquier posición de montaje.

En nuestro caso, se seleccionó el alimentador tipo BV-50-40 con las siguientes especificaciones, tabla (7).

Tipo	BV-50-40 ✓	BV-50-100
Función	Alimentador	
Fijación	Tatados en el cuerpo	
Acoplamiento	R 1/8	
Presión de trabajo [bar]	3 a 6	
Anchura del material máxima [mm]	50	
Espesor máximo del material [mm]	1,0	
Avance regulable [mm]	0 a 40	0 a 100
Fuerza de avance con 6 bar [N]	24	
Fuerza de tracción con 6 bar [N]	65	
Temperatura de trabajo [°C]	-10 a +65	
Materiales	Caja y piezas llas acero Juntas Perbunan	
Peso [kg]	37	44

Tabla 7. Especificaciones del alimentador neumático.

FESTO

**Alimentador neumático
Intermitente
con carcasa de protección
Tipo BV-50-40 ✓
BV-50-100**

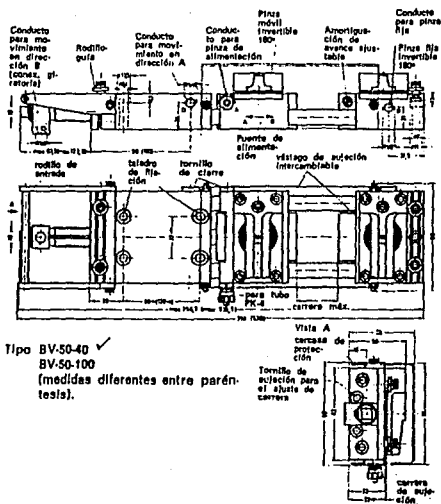


Fig. 24. Alimentador neumático FESTO.

FESTO

**Alimentador neumático
Intermitente
con carcasa de protección
Tipo BV-50-40 ✓
BV-50-100**

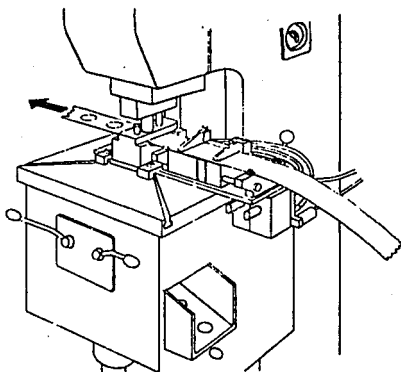


Fig. 26. Máquina automatizada.

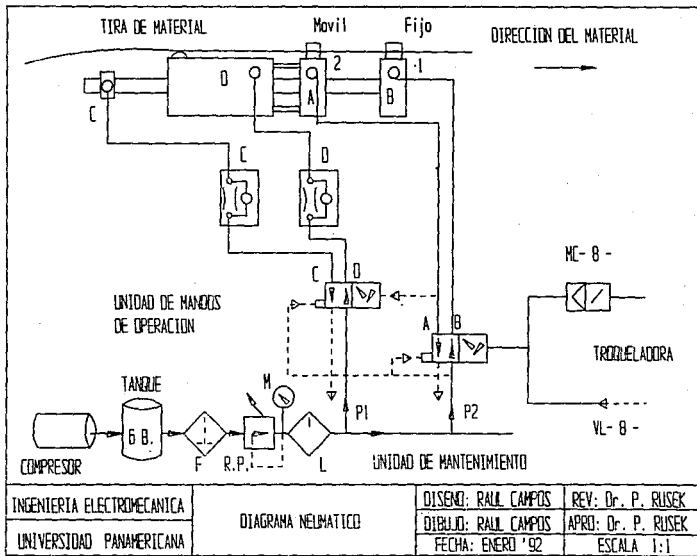


Fig 25. Diagrama neumático.

5. MANUAL DE SEGURIDAD.

5. MANUAL DE SEGURIDAD.

Los sistemas de seguridad y protección deben aplicarse según el modelo del troquel que esté instalado en la prensa. Decimos esto porque un buen número de troqueles no necesitan dispositivos de seguridad propiamente dichos. Tal es el caso, por ejemplo, de las matrices con guías de punzones, que ya nos son conocidas.

En tales matrices, todos los punzones y superficies cortantes del troquel están protegidos por la misma guía de punzones, no siéndole posible al operario, ni aún en el caso de un descuido, sufrir daño, puesto que el mismo diseño del troquel lo protege.

Analizaremos algunos mecanismos de seguridad, tales como :

- Disparo doble de mano :

Este sistema es muy eficaz y fácil de aplicar a las prensas excéntricas de simple o doble efecto. En la fig. 27 se ve el fundamento del mecanismo.

La varilla 1 es la de mando del impulso del pedal 2 al trinquete del cigueñal, no visible en la figura. Ahora bien, si dicha varilla se desconecta del pedal y, por el contrario, se une por medio a una articulación a la palanca 3, que al efecto se ha montado en la máquina, de manera accesoria, tendremos que, al imprimirle un movimiento de descenso, ésta arrastrará la varilla de mando 1, volviendo a su punto de reposo en el momento en que cese la pulsación, por medio del muelle de retorno 7.

La palanca 3 se guía en el interior de un soporte adecuado 8, y como freno de esta palanca sirve la varilla 5, que en forma acodada se aloja debajo de la 3; esta varilla se manda mediante la palanca 4, de modo que, al actuar ésta, la varilla 5 se desplaza y permite el paso de la palanca de disparo.

El retorno de la varilla se efectúa mediante el muelle 6, colocado al efecto. Visto de tal modo el dispositivo, se comprende que, si se pulsán las palancas por separado, no habrá disparo de la máquina y solamente podrá esto suceder cuando se actúen las 2 palancas al mismo tiempo, siendo imprescindible para ello emplear ambas manos, con lo que se elude del todo el accidente.

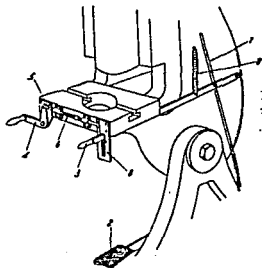


Fig. 27. Dispositivo de seguridad "disparo doble de mano".

- Tractores de seguridad :

En todos los sistemas de bloqueo del disparo se siguen procedimientos más o menos semejantes entre sí. Una variante de los mismos consiste en tener un "tractor" sobre el brazo o mano del operario; mientras el tractor se encuentra en contacto con el miembro que trabaja en la zona de peligro, la máquina no disparará, a pesar de que se apriete el pedal, y solamente actúa en el instante en que el citado tractor retorna a su posición de reposo, es decir, cuando ha dejado de tener contacto con el operario, ver fig. 28.

Todos los dispositivos de disparo de seguridad son retenidos, según queda dicho, por medio de trinquetes actuados por palancas accesorias, o bien tractores. Existe una variedad notable de tales dispositivos, aparte los indicados, que se diseñan de acuerdo con el tipo de máquina, dimensiones de la zona de trabajo y condiciones en que el mismo se desarrolla.

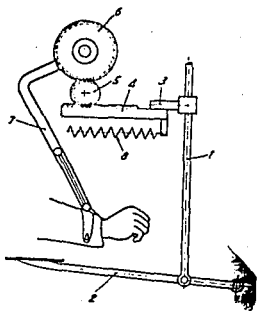


Fig. 28. Tractor de seguridad para prensas excéntricas.

Otro tipo de protección, son :

- Defensas de jaula :

Este tipo de protector se caracteriza por la colocación de un blindaje alrededor de la zona de peligro, de modo que sin ser una dificultad para la buena visibilidad del trabajo, sea imposible al operario introducir la mano inopinadamente en dicha zona.

Este tipo de jaula, puede dividirse en 2 grupos :

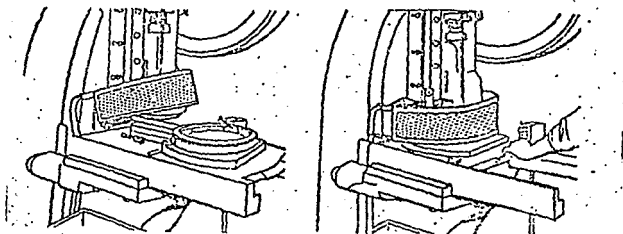
El primer caso, fig. 29, en ella se ve una disposición de varillas que forman una reja alrededor del troquel e impiden el paso de la mano; tales varillas pueden colocarse y retirarse rápidamente y con mucha facilidad, en cualquiera de los puntos en que sea preciso el acceso del troquel, y permiten que sea bien visible la zona de trabajo.

En algunos troqueles, la defensa va montada directamente sobre el mismo útil, puesto que no es más que una malla metálica ordinaria, sujeta a la parte fija del troquel, que rodea por toda su periferia, dejando libre estrictamente la zona de entrada o salida del material.

El segundo grupo, fig. 30 comprende el sistema de jaulas tractoras, es decir, que además de la defensa de acceso que hemos explicado en el párrafo anterior, está la defensa automática o de bloqueo de disparo, cuando el operario deliberadamente introduce la mano en la zona de trabajo del troquel.

Es normal que algunas casas constructoras equipen sus máquinas con estas defensas, como un sistema normal de acabado; además, están de tal modo construídas que son fáciles de desmontar y dejan la mesa de la prensa completamente despejada. En la figura se muestra una máquina de simple efecto,

excéntrica, equipada con este sistema de protección, que aparece plegado, es decir, fuera de las condiciones de trabajo, lo cual permite una buena manipulación para el montaje de los troqueles y el trabajo con aquellos que no necesiten la defensa.



El material se alimenta en el lado fuera de la zona de peligro. La guarda de barrera articulada se cierra automáticamente cuando el dado deslizante se mueve a posición.

Fig. 29 Dispositivo de varillas.

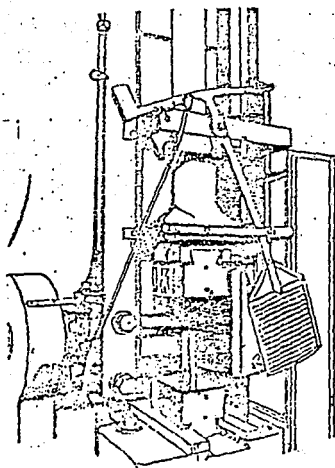


Fig. 30. Dispositivo de jaulas tractoras.

6. MANUAL DE MANTENIMIENTO Y SERVICIO.

6. MANUAL DE MANTENIMIENTO Y SERVICIO.

La capacidad de trabajo, la economía y la duración de las máquinas depende de la vigilancia y del manejo cuidadoso de las mismas. La previsión de cortos períodos de reposo para revisiones detenidas y trabajos de reparación, evita paros forzosos de mucha mayor importancia. Los gastos ocasionados por la vigilancia y los trabajos de reparación son siempre menores que las pérdidas debidas a la falta de atención.

La vigilancia del equipo de trabajo, está centralizada en una persona experimentada, que fija el plan de tiempos o plazos para revisiones y reparaciones, además es responsable del entretenimiento de máquinas e instalaciones.

El trabajo de la sección "vigilancia de máquinas" solo es eficaz con una colaboración intensiva y permanente con la dirección del taller. Esta debe comunicar a "vigilancia de máquinas" todas las irregularidades, averías y cuantas observaciones se hagan, las cuales se anotaran en el libro de averías y en los protocolos de servicio.

En cuanto a la lubricación del equipo de trabajo, cada sección o todo el taller debe regirse por un plan de engrase, de acuerdo con los datos facilitados por los fabricantes de las máquinas así como de las herramientas de corte. En virtud de este plan se establecerán los distintos lubricantes a emplear, especificando tipo y calidad, así como la viscosidad.

Las pequeñas diferencias que en esta última puedan presentarse se compensarán adoptando un aceite de la calidad inmediata superior, ver tabla 8.

El engrase de las máquinas, así como de las herramientas de corte es tarea especializada, que debe ser confiada a expertos. Las grandes industrias organizan cuadrillas de engrasadores con equipos

especiales (vagonetas para el cambio de aceite, medidores, aparatos de engrase a presión, etc...

Clasificación y aplicaciones de los aceites según la viscosidad y el grado de refinación

Clasificación ↓ Viscosidad	Química →				
	Aceites obreros	Aceites de engrase (I) (destilados)	Aceites de engrase normales (refinados)	Aceites con aditivos	Refinados especiales (refinación selectiva)
DIN 51503	DIN 51504	DIN 51501			
Viscosidad como aceites de husos		Aceite de husos para engrase continuo	Aceite de husos	Aceite de husos para máquinas herramienta y textiles, aceite para electro-motores, aceite para cuchillas	Aceite para transformadores, aceite para máquinas frigoríficas, aceite de husos para ajustes finos
Viscosidad como aceites de máquinas	Aceites de ejes, aceites para engrase suave, para guías de accionamiento	Aceites para engrase continuo, p. ej. de locomotoras, grúas y grandes máquinas	Aceite para cojinetes de engrase por anillos, máquinas herramienta y textiles, distribuciones de compresores y máquinas de vapor	Aceite para cojinetes de engrase por anillos, transmisiones hidráulicas, máquinas herramienta y textiles, bujías de aire comprimido, engrasajes	Aceite para turbinas, aceite para compresores y motores de combustión, aceite de engranajes reguladores
Viscosidad como aceites de cilindros	Aceites para cables y ruedas dentadas	Aceite para cilindros de vapor, cambios y transmisiones de automóviles	Aceite para compresores de alta presión	Aceite para cambios y transmisiones de automóviles	Aceite para compresores de alta presión

Para los destilados y refinados se han establecido especificaciones. Las condiciones para los refinados comprenden también los refinados especiales y los aceites con aditivos.

Principales grasas lubricantes

	Grasas con jabón de cal	Grasas con jabones de sosa y de potasa	Grasas litúicas	Grasas para vagonetas	Emulsiones para cojinetes de vagonetas	Emulsiones para engrase de máquinas
Materias primas necesarias, ademas del aceite mineral		Ácidos grasos, cerea		Resina o cera	Emulgentes	Emulgentes, cerea
Cualidades principales	Grasa de máquinas	Grasa para cojinetes de rodadura, grasa para cojinetes calientes	Grasa para cojinetes, Grasa de máquinas, Grasa para cojinetes calientes	Grasa de vagonetas	Grasa emulsionada para vagonetas	Grasa emulsionada para máquinas
Punto de gota alcanzable °C	80...100	135...210	150...200	80...70	10...50	65...70
Utilizable para una temp. de engrase °C	-10...+61	-20...+110	-30...-110	-30...+50	-20...-10	-10...+50
Recomendación fricción al agua	la repele	la emulsiona	la repele	la repele	la repele	la repele

Tabla 8. Tipos de aceites empleados en la operación de troquelado.

CONCLUSIONES.

En base al análisis hecho anteriormente en este trabajo de tesis, en cuanto al estudio económico para la selección de la herramienta de corte (troquel progresivo, troquel compuesto y troqueles simples) nos decidimos por el troquel progresivo, pues por su sencillez en el diseño esto implica que para la fabricación de esta herramienta, no sea complicada ya que todos sus elementos que la componen son intercambiables e independientes, lo cual significa que si algunos de estos elementos se llegasen a dañar (fisuras en su estructura, despostillamiento o rotura) pueda ser reemplazado por uno nuevo sin afectar en su totalidad a los demás elementos, lo cual no ocurre con los troqueles compuestos y simples.

En cuanto al troquel compuesto, observamos que por el diseño hecho de esta herramienta de corte, su fabricación no es tan fácil como el la herramienta progresiva, ya que todos sus elementos de corte son concéntricos con respecto al eje de presión de corte (centro de gravedad) lo cual implica una alta precisión en esta herramienta de corte.

Para el troqueles simples, observamos que tanto su diseño como su fabricación son sencillos, pero por el número de herramientas para producir cada proceso (2 herramientas) así como el tiempo invertido para alcanzar la misma producción de piezas que en las herramientas anteriores se refleja en los costos demasiado altos.

Es claro hacer notar, que el diseño de una herramienta de corte (troquel progresivo, compuesto y simples) va a estar siempre en función de :

- Número de piezas a fabricar (mensualmente).
- Tipo de material de la pieza a fabricar.
- Complejidad de la pieza a fabricar.

En cuanto al diseño de las herramientas de corte ya sean progresivo, compuesto, simples es importante dejar claro que el diseño de herramientas es una área muy especializada de la ingeniería mecánica y un buen diseñador se va "forjando" con la experiencia diaria en el desarrollo tanto del diseño como de los procesos de manufactura, ya que esto nos permite tener una "visión panorámica" en el diseño de las herramientas de corte y por tanto un criterio de decisión muy amplio en el diseño de las herramientas de corte.

BIBLIOGRAFIA.

1. - PRINCIPIOS FUNDAMENTALES PARA EL DISEÑO DE HERRAMIENTAS (A.S.T.M.E).
EDITORIAL: CECSA., 1984.
SEPTIMA EDICION.
2. - HERRAMIENTAS DE TROQUELAR, ESTAMPAR Y EMBUTIR.
OEHLER / KAISER.
EDITORIAL: GUSTAVO GILI, S.A., 1981.
SEGUNDA EDICION.
3. - DISEÑO DE MATRICES.
PAQUIN.
EDITORIAL: MONTANER Y SIMON, S.A., 1987.
SEGUNDA EDICION.
4. - TROQUELADO Y ESTAMPADO.
LOPEZ T. NAVARRO.
EDITORIAL: GUSTAVO GILI, S.A., 1981.
SEXTA EDICION.
5. - DIBUJO Y DISEÑO DE INGENIERIA.
C.H. JENSEN.
EDITORIAL: McGRAW-HILL, 1980.
TERCERA EDICION.
6. - MANUAL DEL INGENIERO DE TALLER.
MANUEL COMPANY.
EDITORIAL: GUSTAVO GILI, S.A., 1978.
SEGUNDA EDICION.
7. - MANUAL DEL TECNICO MATRICERO.
J. DE KONINCK / D. GUTTER.
EDITORIAL: MONTESO, 1977.
TERCERA EDICION.
8. - INGENIERIA ECONOMICA.
ANTHONY TARQUIN / LELAND BLANK.
EDITORIAL: McGRAW-HILL, 1986.
SEGUNDA EDICION.

CATALOGOS.

1. - PRODUCTO DIE-SETS.
CATALOGO 12.
2. - PRODUCTO PUNZONES & DADOS.
3. - PRODUCTO ACCESORIOS.
4. - MANUAL DE RESORTES PARA MATRICES.
RAYMOND - MERCHANDISE.
5. - THYSENN MARATHON, S.A.
MATERIALES.

APENDICE.

A. TRATAMIENTOS TERMICOS DE LOS MATERIALES UTILIZADOS.

Acero rápido. (color blanco).

De gran estabilidad en el temple, preferentemente usado para herramientas de corte continuo brindando alto rendimiento.

Composición química (%).

C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	W	V
0.74	0.40	0.40	4.0	-	-	18.0	1.10

Aplicaciones :

Herramientas de torno de todo tipo, cuchillas de fresa, brocas, herramientas para cepillos, escariadores, herramientas de corte múltiple, etc...

Tratamiento térmico :

Forjado : 1150-900°C Enfriar en cal, ceniza u horno.

Recocido : 770-820°C 4 horas mín. con enfriamiento lento en horno.

Temple : 1240-1280°C herramientas de acabado de diseño complejo y dentado fino.

Medio de temple: aceite, aire seco de ventilación o baño caliente a 500-550°C

Revenido: 550-570°C

Acero bora (color azul).

Acero especial de alta aleación de cromo con adición de vanadio, de máxima resistencia a la deformación y buena resistencia al desgaste bajo mayores exigencias de tenacidad y resistencia a la compresión, temple en aceite.

Composición química (%).

C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	W	V
2.10	0.30	0.30	12.00	-	-	0.70	0.10

Aplicaciones :

Para cortantes de alto rendimiento usados en la industria que utiliza chapas finas y flejes de hierro o acero (espesores hasta unos 3 mm.), para punzones y matrices de corte, para herramientas de embutido para trabajar chapas, etc...

Tratamiento térmico :

Forjado : 1050-850°C enfriar en ceniza, cal u horno.

Recocido : 800-840°C mín. 4 horas con enfriamiento lento en horno.

Temple : 960-990°C aceite o baño caliente a 400-500°C

Resistencia obtenida : aprox. 64 Rc

Revenido : a 200°C aprox. 62 Rc
 a 300°C " 60 Rc
 a 400°C " 58 Rc

Según tipo y exigencias de la herramienta.

Acero veresta. (color gris).

Acero especial al cromo-tungsteno, muy apreciado, de muy alta resistencia a deformación, seguridad en el temple y gran rendimiento de corte, temple enaceite.

Composición química (%).

C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	W	V
0.95	0.25	1.10	0.60	-	-	0.60	0.10

Aplicaciones :

Para cortantes, estampas, punzones de toda forma que exijan mínima deformación, para instrumentos de medición, plantillas, calibres de roscas, etc...

Tratamiento térmico :

Forjado : 1050-850°C enfriar en ceniza, cal u horno.

Recocido : 710-750°C min. 4 horas con enfriamiento lento en horno de aceite.

Temple : 800-830°C aceite.

Resistencia obtenida : aprox. 64 Rc

Revenido : a 100°C aprox. 64 Rc
 a 200°C " 61 Rc
 a 300°C " 58 Rc

Acero 4140 T. (color amarillo-blanco).Acero 4140 (color amarillo-café).Composición química (%).

C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	W	V
0.42	0.25	0.65	1.0	0.2	-	-	-

Forjado : 1050-850°C

Recocido blando : 680-720°C

Normalizado : 850-880°C

Temple : 830-850°C en aceite.
820-840°C en agua.

Revenido : entre 530-670°C

B. TOLERANCIAS DE AJUSTE.

* Para la operación de corte :

H : holgura de corte.
 e : espesor del material = 0.050 pulg.
 factor-material : 0.05 para aluminio.
 0.07 para acero.
 0.08 para latón.

entonces, tenemos :

$$H = \text{material} * \text{factor-material} \dots\dots(6)$$

$$H = 0.050 * 0.07 = 0.0035 \text{ pulg.}$$

Para otros valores, ver tabla 3.

* Para la operación de embutido :

H : holgura de ajuste.
 e : espesor del material = 0.050 pulg.

entonces, tenemos :

$$H = \text{material} * 10\% * \text{material} \dots\dots(7)$$

$$H = 0.050 * 10\% \text{ de } e = 0.050 * 0.005$$

$$H = 0.055 \text{ pulg.}$$

C. TABLAS DE CONSULTA.

Calibres de Alambres y láminas

Número del Elemento	Anotaciones en pulgadas									
	Birmingham Group (B.C.U.)	Interna Standard Group (I.S.G.)	Slab & Sheet L.B. & S.C.	Piano Gauge	Black and Blue Slab & Sheet Group	Black & Blue Slab & Sheet (U.S.G.)	Weldable and U.S.G.	Weldable Group		
0	0.394	.374	.340	.020	.325	.312	.308	---	---	
1	.353	.330	.300	.024	.289	.281	.278	---	.024	
2	.315	.276	.264	.027	.258	.256	.252	---	.027	
3	.280	.252	.258	.031	.228	.250	.244	---	.031	
4	.250	.232	.228	.026	.204	.234	.225	---	.026	
5	.227	.212	.220	.023	.182	.219	.207	---	.023	
6	.188	.182	.203	.043	.162	.203	.192	---	.043	
7	.178	.178	.180	.047	.144	.187	.177	---	.047	
8	.157	.160	.165	.041	.128	.177	.162	---	.041	
9	.140	.147	.148	.055	.118	.166	.148	---	.055	
10	.125	.128	.124	.051	.102	.141	.135	---	.051	
11	.111	.118	.120	.063	.081	.125	.120	---	.063	
12	.099	.104	.109	.071	.081	.128	.105	---	.071	
13	.088	.082	.095	.078	.072	.104	.081	---	.078	
14	.078	.070	.083	.087	.061	.078	.070	---	.087	
15	.070	.072	.072	.094	.067	.070	.073	---	.094	
16	.068	.064	.065	.108	.081	.082	.082	---	.108	
17	.055	.058	.058	.118	.045	.06	.054	---	.118	
18	.048	.048	.049	.134	.040	.052	.047	---	.134	
19	.044	.040	.042	.153	.038	.044	.041	---	.153	
20	.038	.038	.025	.171	.032	.037	.038	---	.171	
21	.035	.031	.032	.183	.028	.034	.032	---	.183	
22	.031	.028	.028	.213	.026	.031	.029	---	.213	
23	.028	.024	.025	.231	.023	.028	.026	---	.231	
24	.025	.022	.022	.250	.021	.025	.025	---	.250	
25	.022	.020	.020	.273	.018	.024	.022	---	.273	
26	.020	.018	.018	.299	.018	.018	.018	---	.299	
27	.017	.016	.016	.323	.014	.018	.017	---	.323	
28	.018	.015	.014	.348	.013	.016	.018	---	.348	
29	.014	.014	.013	.370	.011	.011	.015	---	.370	
30	.011	.012	.011	.391	.010	.012	.014	---	.391	
31	.010	.010	.010	---	.009	.010	.012	---	---	
32	.010	.011	.009	---	.008	.008	.011	---	---	
33	.009	.010	.008	---	.008	.008	.010	---	---	
34	.008	.009	.007	---	.006	.008	.010	---	---	
35	.017	.008	.009	---	.008	.008	.008	---	---	
36	.0081	.0078	.004	---	.006	.0073	.0069	---	---	
37	.0054	.0053	---	---	.0045	.0048	.0048	---	---	
38	.0048	.0040	---	---	.0030	.0030	.0030	---	---	
39	.0043	.0052	---	---	.0035	.0032	.0038	---	---	
40	.0032	.0043	---	---	.0031	.0031	.0035	---	---	
41	.0034	.0044	---	---	.0028	.0028	.0030	---	---	
42	.0031	.0340	---	---	.0027	.0027	.0027	---	---	
43	.0027	.0038	---	---	.0022	.0022	.0025	---	---	
44	.0028	.0032	---	---	.0020	.0020	.0020	---	---	
45	.0027	.0029	---	---	.0019	.0019	.0021	---	---	
46	.0028	.0024	---	---	.0018	.0018	.0020	---	---	
47	.0017	.0021	---	---	.0019	.0019	.0021	---	---	
48	.0018	.0018	---	---	.0014	.0014	.0017	---	---	
49	.0013	.0012	---	---	.0011	.0011	.0012	---	---	
50	.0012	.0010	---	---	.0009	.0009	.0010	---	---	

Tabla 9. Calibres de láminas de acero.

**INFORMACION
UTIL**

Tabla de conversión

para convertir pulgadas y fracciones de una pulgada a milímetros
de $\frac{1}{32}$ pulg a $\frac{1}{16}$ pulg

0" =	1"	2"	3"	4"	5"	6"
0.0000	25.4000	50.8000	76.2000	101.6000	127.0000	152.4000
0.0001	25.4025	50.8050	76.2075	101.6125	127.0175	152.4225
0.0002	25.4050	50.8100	76.2150	101.6250	127.0350	152.4450
0.0003	25.4075	50.8150	76.2225	101.6375	127.0525	152.4675
0.0004	25.4100	50.8200	76.2300	101.6500	127.0700	152.4900
0.0005	25.4125	50.8250	76.2375	101.6625	127.0875	152.5125
0.0006	25.4150	50.8300	76.2450	101.6750	127.1050	152.5350
0.0007	25.4175	50.8350	76.2525	101.6875	127.1225	152.5575
0.0008	25.4200	50.8400	76.2600	101.7000	127.1400	152.5800
0.0009	25.4225	50.8450	76.2675	101.7125	127.1575	152.6025
0.0010	25.4250	50.8500	76.2750	101.7250	127.1750	152.6250
0.0011	25.4275	50.8550	76.2825	101.7375	127.1925	152.6475
0.0012	25.4300	50.8600	76.2900	101.7500	127.2100	152.6700
0.0013	25.4325	50.8650	76.2975	101.7625	127.2275	152.6925
0.0014	25.4350	50.8700	76.3050	101.7750	127.2450	152.7150
0.0015	25.4375	50.8750	76.3125	101.7875	127.2625	152.7375
0.0016	25.4400	50.8800	76.3200	101.8000	127.2800	152.7600
0.0017	25.4425	50.8850	76.3275	101.8125	127.2975	152.7825
0.0018	25.4450	50.8900	76.3350	101.8250	127.3150	152.8050
0.0019	25.4475	50.8950	76.3425	101.8375	127.3325	152.8275
0.0020	25.4500	50.9000	76.3500	101.8500	127.3500	152.8500
0.0021	25.4525	50.9050	76.3575	101.8625	127.3675	152.8725
0.0022	25.4550	50.9100	76.3650	101.8750	127.3850	152.8950
0.0023	25.4575	50.9150	76.3725	101.8875	127.4025	152.9175
0.0024	25.4600	50.9200	76.3800	101.9000	127.4200	152.9400
0.0025	25.4625	50.9250	76.3875	101.9125	127.4375	152.9625
0.0026	25.4650	50.9300	76.3950	101.9250	127.4550	152.9850
0.0027	25.4675	50.9350	76.4025	101.9375	127.4725	153.0075
0.0028	25.4700	50.9400	76.4100	101.9500	127.4900	153.0300
0.0029	25.4725	50.9450	76.4175	101.9625	127.5075	153.0525
0.0030	25.4750	50.9500	76.4250	101.9750	127.5250	153.0750
0.0031	25.4775	50.9550	76.4325	101.9875	127.5425	153.0975
0.0032	25.4800	50.9600	76.4400	101.9999	127.5600	153.1200
0.0033	25.4825	50.9650	76.4475	102.0125	127.5775	153.1425
0.0034	25.4850	50.9700	76.4550	102.0250	127.5950	153.1650
0.0035	25.4875	50.9750	76.4625	102.0375	127.6125	153.1875
0.0036	25.4900	50.9800	76.4700	102.0500	127.6300	153.2100
0.0037	25.4925	50.9850	76.4775	102.0625	127.6475	153.2325
0.0038	25.4950	50.9900	76.4850	102.0750	127.6650	153.2550
0.0039	25.4975	50.9950	76.4925	102.0875	127.6825	153.2775
0.0040	25.5000	51.0000	76.5000	102.1000	127.7000	153.3000
0.0041	25.5025	51.0050	76.5075	102.1125	127.7175	153.3225
0.0042	25.5050	51.0100	76.5150	102.1250	127.7350	153.3450
0.0043	25.5075	51.0150	76.5225	102.1375	127.7525	153.3675
0.0044	25.5100	51.0200	76.5300	102.1500	127.7700	153.3900
0.0045	25.5125	51.0250	76.5375	102.1625	127.7875	153.4125
0.0046	25.5150	51.0300	76.5450	102.1750	127.8050	153.4350
0.0047	25.5175	51.0350	76.5525	102.1875	127.8225	153.4575
0.0048	25.5200	51.0400	76.5600	102.2000	127.8400	153.4800
0.0049	25.5225	51.0450	76.5675	102.2125	127.8575	153.5025
0.0050	25.5250	51.0500	76.5750	102.2250	127.8750	153.5250
0.0051	25.5275	51.0550	76.5825	102.2375	127.8925	153.5475
0.0052	25.5300	51.0600	76.5900	102.2500	127.9100	153.5700
0.0053	25.5325	51.0650	76.5975	102.2625	127.9275	153.5925
0.0054	25.5350	51.0700	76.6050	102.2750	127.9450	153.6150
0.0055	25.5375	51.0750	76.6125	102.2875	127.9625	153.6375
0.0056	25.5400	51.0800	76.6200	102.3000	127.9800	153.6600
0.0057	25.5425	51.0850	76.6275	102.3125	127.9975	153.6825
0.0058	25.5450	51.0900	76.6350	102.3250	128.0150	153.7050
0.0059	25.5475	51.0950	76.6425	102.3375	128.0325	153.7275
0.0060	25.5500	51.1000	76.6500	102.3500	128.0500	153.7500
0.0061	25.5525	51.1050	76.6575	102.3625	128.0675	153.7725
0.0062	25.5550	51.1100	76.6650	102.3750	128.0850	153.7950
0.0063	25.5575	51.1150	76.6725	102.3875	128.1025	153.8175
0.0064	25.5600	51.1200	76.6800	102.4000	128.1200	153.8400
0.0065	25.5625	51.1250	76.6875	102.4125	128.1375	153.8625
0.0066	25.5650	51.1300	76.6950	102.4250	128.1550	153.8850
0.0067	25.5675	51.1350	76.7025	102.4375	128.1725	153.9075
0.0068	25.5700	51.1400	76.7100	102.4500	128.1900	153.9300
0.0069	25.5725	51.1450	76.7175	102.4625	128.2075	153.9525
0.0070	25.5750	51.1500	76.7250	102.4750	128.2250	153.9750
0.0071	25.5775	51.1550	76.7325	102.4875	128.2425	153.9975
0.0072	25.5800	51.1600	76.7400	102.5000	128.2600	154.0200
0.0073	25.5825	51.1650	76.7475	102.5125	128.2775	154.0425
0.0074	25.5850	51.1700	76.7550	102.5250	128.2950	154.0650
0.0075	25.5875	51.1750	76.7625	102.5375	128.3125	154.0875
0.0076	25.5900	51.1800	76.7700	102.5500	128.3300	154.1100
0.0077	25.5925	51.1850	76.7775	102.5625	128.3475	154.1325
0.0078	25.5950	51.1900	76.7850	102.5750	128.3650	154.1550
0.0079	25.5975	51.1950	76.7925	102.5875	128.3825	154.1775
0.0080	25.6000	51.2000	76.8000	102.6000	128.4000	154.2000
0.0081	25.6025	51.2050	76.8075	102.6125	128.4175	154.2225
0.0082	25.6050	51.2100	76.8150	102.6250	128.4350	154.2450
0.0083	25.6075	51.2150	76.8225	102.6375	128.4525	154.2675
0.0084	25.6100	51.2200	76.8300	102.6500	128.4700	154.2900
0.0085	25.6125	51.2250	76.8375	102.6625	128.4875	154.3125
0.0086	25.6150	51.2300	76.8450	102.6750	128.5050	154.3350
0.0087	25.6175	51.2350	76.8525	102.6875	128.5225	154.3575
0.0088	25.6200	51.2400	76.8600	102.7000	128.5400	154.3800
0.0089	25.6225	51.2450	76.8675	102.7125	128.5575	154.4025
0.0090	25.6250	51.2500	76.8750	102.7250	128.5750	154.4250
0.0091	25.6275	51.2550	76.8825	102.7375	128.5925	154.4475
0.0092	25.6300	51.2600	76.8900	102.7500	128.6100	154.4700
0.0093	25.6325	51.2650	76.8975	102.7625	128.6275	154.4925
0.0094	25.6350	51.2700	76.9050	102.7750	128.6450	154.5150
0.0095	25.6375	51.2750	76.9125	102.7875	128.6625	154.5375
0.0096	25.6400	51.2800	76.9200	102.8000	128.6800	154.5600
0.0097	25.6425	51.2850	76.9275	102.8125	128.6975	154.5825
0.0098	25.6450	51.2900	76.9350	102.8250	128.7150	154.6050
0.0099	25.6475	51.2950	76.9425	102.8375	128.7325	154.6275
0.0100	25.6500	51.3000	76.9500	102.8500	128.7500	154.6500

Tabla 11. Conversión de unidades.

TEMPERATURA

Conversión grados centígrados — grados Fahrenheit

-273 a -9		-8 a 710		220 a 410		470 a 1010		
C	F	C	F	C	F	C	F	
		-72	1	174	344	160 120	428	726 620 1148
		-71	1	174	344	110 230	446	332 430 1166
-169.4	-273	-70	1	20.1	113	245 464	338 640 1184	
-167.8	-270	-69	1	21.7	127	250 482	343 650 1202	
		-68	1	23.3	141	255 500	349 660 1220	
-162.1	-266	-67	1	24.9	155	260 518	354 670 1238	
-156.5	-262	-66	1	26.5	170	265 536	360 680 1256	
-151.0	-258	-65	1	28.1	184	270 554	365 690 1274	
-145.4	-254	-64	1	29.7	199	275 572	370 700 1292	
-139.9	-250	-63	1	31.3	213	280 590	375 710 1310	
-134.3	-246	-62	1	32.9	228	285 608	380 720 1328	
-128.8	-242	-61	1	34.5	242	290 626	385 730 1346	
-123.2	-238	-60	1	36.1	257	295 644	390 740 1364	
		-59	1	37.7	271	300 662	395 750 1382	
-117.7	-234	-58	1	39.3	286	305 680	400 760 1400	
-112.1	-230	-57	1	40.9	300	310 698	405 770 1418	
-106.6	-226	-56	1	42.5	315	315 716	410 780 1436	
-101.0	-222	-55	1	44.1	330	320 734	415 790 1454	
		-54	1	45.7	344	325 752	420 800 1472	
-95.5	-140	-53	1	47.3	359	330 770	425 810 1490	
-89.9	-136	-52	1	48.9	373	335 788	430 820 1508	
-84.4	-132	-51	1	50.5	388	340 806	435 830 1526	
-78.8	-128	-50	1	52.1	402	345 824	440 840 1544	
		-49	1	53.7	417	350 842	445 850 1562	
-73.3	-124	-48	1	55.3	431	355 860	450 860 1580	
-67.7	-120	-47	1	56.9	446	360 878	455 870 1598	
		-46	1	58.5	460	365 896	460 880 1616	
-62.2	-116	-45	1	60.1	475	370 914	465 890 1634	
-56.7	-112	-44	1	61.7	489	375 932	470 900 1652	
		-43	1	63.3	504	380 950	475 910 1670	
-51.1	-108	-42	1	64.9	518	385 968	480 920 1688	
-45.6	-104	-41	1	66.5	533	390 986	485 930 1706	
		-40	1	68.1	547	395 1004	490 940 1724	
-40.0	-100	-39	1	69.7	562	400 1022	495 950 1742	
-34.5	-96	-38	1	71.3	576	405 1040	500 960 1760	
		-37	1	72.9	591	410 1058	505 970 1778	
-28.9	-20	-36	1	74.5	605	415 1076	510 980 1796	
		-35	1	76.1	620	420 1094	515 990 1814	
-24.1	1	-34	1	77.7	634	425 1112	520 1000 1832	
-18.6	10	-33	1	79.3	649	430 1130	525 1010 1850	
-13.0	9	-32	1	80.9	663	435 1148	530 1020 1868	
		-31	1	82.5	678	440 1166	535 1030 1886	

TEMPERATURA

Conversión grados centígrados — grados Fahrenheit

1000 a 1410		1650 a 1810		1950 a 2210		2320 a 2480		
C	F	C	F	C	F	C	F	
549	1020	1848	733	1470	2656	993	1870	3308
554	1030	1886	776	1480	2696	997	1880	3376
560	1040	1924	782	1490	2736	1003	1890	3444
565	1050	1972	787	1490	2842	1006	1900	3542
571	1060	1940	793	1460	2940	1014	1860	3360
576	1070	1978	798	1470	2978	1019	1870	3428
582	1080	1978	804	1480	2978	1025	1882	3418
587	1090	1978	809	1490	2978	1030	1890	3438
593	1100	2012	815	1500	2978	1036	1900	3457
598	1110	2030	820	1510	2978	1041	1910	3470
604	1120	2030	826	1520	2978	1047	1920	3480
609	1130	2066	831	1530	2984	1052	1930	3506
615	1140	2066	836	1540	2984	1058	1940	3524
620	1150	2102	842	1550	2982	1063	1950	3542
626	1160	2120	847	1560	2980	1068	1960	3560
631	1170	2138	853	1570	2980	1074	1970	3578
637	1180	2156	860	1580	2976	1080	1980	3596
642	1190	2174	866	1590	2976	1085	1990	3614
648	1200	2192	871	1600	2976	1091	2000	3632
653	1210	2210	878	1610	2970	1096	2010	3650
659	1220	2228	883	1620	2968	1104	2020	3668
664	1230	2246	888	1630	2966	1109	2030	3686
670	1240	2264	895	1640	2962	1115	2040	3704
675	1250	2282	899	1650	2962	1120	2050	3722
681	1260	2300	904	1660	2956	1126	2060	3740
686	1270	2318	909	1670	2956	1131	2070	3758
692	1280	2336	915	1680	2954	1137	2080	3776
697	1290	2354	920	1690	2954	1143	2090	3794
704	1300	2372	926	1700	2952	1149	2100	3812
709	1310	2390	931	1710	2952	1154	2110	3830
715	1320	2408	937	1720	2950	1160	2120	3848
719	1330	2426	942	1730	2950	1165	2130	3866
726	1340	2444	948	1740	2946	1171	2140	3884
731	1350	2462	953	1750	2946	1176	2150	3902
737	1360	2480	959	1760	2942	1182	2160	3920
741	1370	2498	964	1770	2942	1187	2170	3938
748	1380	2516	970	1780	2938	1193	2180	3956
753	1390	2534	975	1790	2938	1198	2190	3974
760	1400	2552	981	1800	2932	1204	2200	3992
765	1410	2570	986	1810	2930	1209	2210	4010

Tabla 12. Conversión de temperaturas.

DETERMINACION DE LAS SUPERFICIES Y DIAMETROS DE LOS DISCOS

Perfil del elemento	Superficie: S	Fórmula: $\frac{S}{\pi} = D$	Perfil de la pieza	Diámetro del disco $\sqrt{\frac{S}{\pi}}$	Elementos componentes
	$\frac{\pi}{4} d^2$	d^2		$\sqrt{d^2 \cdot 1.57}$	A+C
	$\frac{\pi}{4} (d^2 - d_1^2)$	$d^2 - d_1^2$		$\sqrt{d^2 - d_1^2}$	A+C+B
	$\pi \cdot d \cdot h$	$d \cdot h$		$\sqrt{d^2 + (d_1 + d)^2}$	A+C+B C+B+C+B
	$\frac{\pi}{4} (d_1 + d) \cdot h$	$\frac{d_1 + d}{2} \cdot h$		$\sqrt{h^2 + \frac{d_1^2 + d^2}{2}}$	A+J
	$\frac{\pi}{4} d_1^2$	d_1^2		$\sqrt{h^2 + \frac{d_1^2 + d^2}{2}}$	A+C+J
	$\frac{\pi}{4} d^2$	d^2		$\sqrt{d^2 - \frac{d^2}{4}}$	F+B
	$\pi \cdot d \cdot h$	$d \cdot h$		$\sqrt{d^2 - \frac{d^2}{4}}$	F+C
	$\frac{\pi}{4} d^2 + \pi \cdot d \cdot h$ $= \frac{\pi}{4} d^2 (1 + 4 \frac{h}{d})$	$d (1 + 0.884 \cdot \frac{h}{d})$		$\sqrt{d^2 + 4h^2}$	F+C
	$\frac{\pi}{4} d^2 \cdot (d + d_1)$ $= \frac{\pi}{4} d^2 \cdot (d + 0.7r)$	$\frac{d \cdot r}{2} \cdot (d + d_1)$ $= \frac{d \cdot r}{2} \cdot (d + 0.7r)$		$\sqrt{\frac{d^2 + d_1^2}{2}}$	H+C
	$\frac{\pi}{4} d^2 \cdot (d + 0.7r)$ $= \frac{\pi}{4} d^2 \cdot (d - 1.3r)$	$\frac{d \cdot r}{2} \cdot (d + 0.7r)$ $= \frac{d \cdot r}{2} \cdot (d - 1.3r)$		$\sqrt{d^2 + 4h^2}$	H+B
	$\frac{\pi}{4} d^2 \cdot (d + 0.7r)$ $= \frac{\pi}{4} d^2 \cdot (d - 0.7r)$	$\frac{d \cdot r}{2} \cdot (d + 0.7r)$ $= \frac{d \cdot r}{2} \cdot (d - 0.7r)$		$\sqrt{\frac{d^2 + d_1^2}{2}}$	H+B
	$\frac{\pi}{4} d^2 \cdot (d + 0.7r)$ $= \frac{\pi}{4} d^2 \cdot (d - 0.7r)$	$\frac{d \cdot r}{2} \cdot (d + 0.7r)$ $= \frac{d \cdot r}{2} \cdot (d - 0.7r)$		$\sqrt{\frac{d^2 + d_1^2}{2}}$	H+B
	$\frac{\pi}{4} d^2 \cdot (d + 0.7r)$ $= \frac{\pi}{4} d^2 \cdot (d - 0.7r)$	$\frac{d \cdot r}{2} \cdot (d + 0.7r)$ $= \frac{d \cdot r}{2} \cdot (d - 0.7r)$		$\sqrt{\frac{d^2 + d_1^2}{2}}$	H+B
	$\frac{\pi}{4} d^2 \cdot (d + 0.7r)$ $= \frac{\pi}{4} d^2 \cdot (d - 0.7r)$	$\frac{d \cdot r}{2} \cdot (d + 0.7r)$ $= \frac{d \cdot r}{2} \cdot (d - 0.7r)$		$\sqrt{\frac{d^2 + d_1^2}{2}}$	H+B
	$\frac{\pi}{4} d^2 \cdot (d + 0.7r)$ $= \frac{\pi}{4} d^2 \cdot (d - 0.7r)$	$\frac{d \cdot r}{2} \cdot (d + 0.7r)$ $= \frac{d \cdot r}{2} \cdot (d - 0.7r)$		$\sqrt{\frac{d^2 + d_1^2}{2}}$	H+B
	$\frac{\pi}{4} d^2 \cdot (d + 0.7r)$ $= \frac{\pi}{4} d^2 \cdot (d - 0.7r)$	$\frac{d \cdot r}{2} \cdot (d + 0.7r)$ $= \frac{d \cdot r}{2} \cdot (d - 0.7r)$		$\sqrt{\frac{d^2 + d_1^2}{2}}$	H+B
	$\frac{\pi}{4} d^2 \cdot (d + 0.7r)$ $= \frac{\pi}{4} d^2 \cdot (d - 0.7r)$	$\frac{d \cdot r}{2} \cdot (d + 0.7r)$ $= \frac{d \cdot r}{2} \cdot (d - 0.7r)$		$\sqrt{\frac{d^2 + d_1^2}{2}}$	H+B
	$\frac{\pi}{4} d^2 \cdot (d + 0.7r)$ $= \frac{\pi}{4} d^2 \cdot (d - 0.7r)$	$\frac{d \cdot r}{2} \cdot (d + 0.7r)$ $= \frac{d \cdot r}{2} \cdot (d - 0.7r)$		$\sqrt{\frac{d^2 + d_1^2}{2}}$	H+B
	$\frac{\pi}{4} d^2 \cdot (d + 0.7r)$ $= \frac{\pi}{4} d^2 \cdot (d - 0.7r)$	$\frac{d \cdot r}{2} \cdot (d + 0.7r)$ $= \frac{d \cdot r}{2} \cdot (d - 0.7r)$		$\sqrt{\frac{d^2 + d_1^2}{2}}$	H+B
	$\frac{\pi}{4} d^2 \cdot (d + 0.7r)$ $= \frac{\pi}{4} d^2 \cdot (d - 0.7r)$	$\frac{d \cdot r}{2} \cdot (d + 0.7r)$ $= \frac{d \cdot r}{2} \cdot (d - 0.7r)$		$\sqrt{\frac{d^2 + d_1^2}{2}}$	H+B
	$\frac{\pi}{4} d^2 \cdot (d + 0.7r)$ $= \frac{\pi}{4} d^2 \cdot (d - 0.7r)$	$\frac{d \cdot r}{2} \cdot (d + 0.7r)$ $= \frac{d \cdot r}{2} \cdot (d - 0.7r)$		$\sqrt{\frac{d^2 + d_1^2}{2}}$	H+B
	$\frac{\pi}{4} d^2 \cdot (d + 0.7r)$ $= \frac{\pi}{4} d^2 \cdot (d - 0.7r)$	$\frac{d \cdot r}{2} \cdot (d + 0.7r)$ $= \frac{d \cdot r}{2} \cdot (d - 0.7r)$		$\sqrt{\frac{d^2 + d_1^2}{2}}$	H+B
	$\frac{\pi}{4} d^2 \cdot (d + 0.7r)$ $= \frac{\pi}{4} d^2 \cdot (d - 0.7r)$	$\frac{d \cdot r}{2} \cdot (d + 0.7r)$ $= \frac{d \cdot r}{2} \cdot (d - 0.7r)$		$\sqrt{\frac{d^2 + d_1^2}{2}}$	H+B
	$\frac{\pi}{4} d^2 \cdot (d + 0.7r)$ $= \frac{\pi}{4} d^2 \cdot (d - 0.7r)$	$\frac{d \cdot r}{2} \cdot (d + 0.7r)$ $= \frac{d \cdot r}{2} \cdot (d - 0.7r)$		$\sqrt{\frac{d^2 + d_1^2}{2}}$	H+B
	$\frac{\pi}{4} d^2 \cdot (d + 0.7r)$ $= \frac{\pi}{4} d^2 \cdot (d - 0.7r)$	$\frac{d \cdot r}{2} \cdot (d + 0.7r)$ $= \frac{d \cdot r}{2} \cdot (d - 0.7r)$		$\sqrt{\frac{d^2 + d_1^2}{2}}$	H+B
	$\frac{\pi}{4} d^2 \cdot (d + 0.7r)$ $= \frac{\pi}{4} d^2 \cdot (d - 0.7r)$	$\frac{d \cdot r}{2} \cdot (d + 0.7r)$ $= \frac{d \cdot r}{2} \cdot (d - 0.7r)$		$\sqrt{\frac{d^2 + d_1^2}{2}}$	H+B

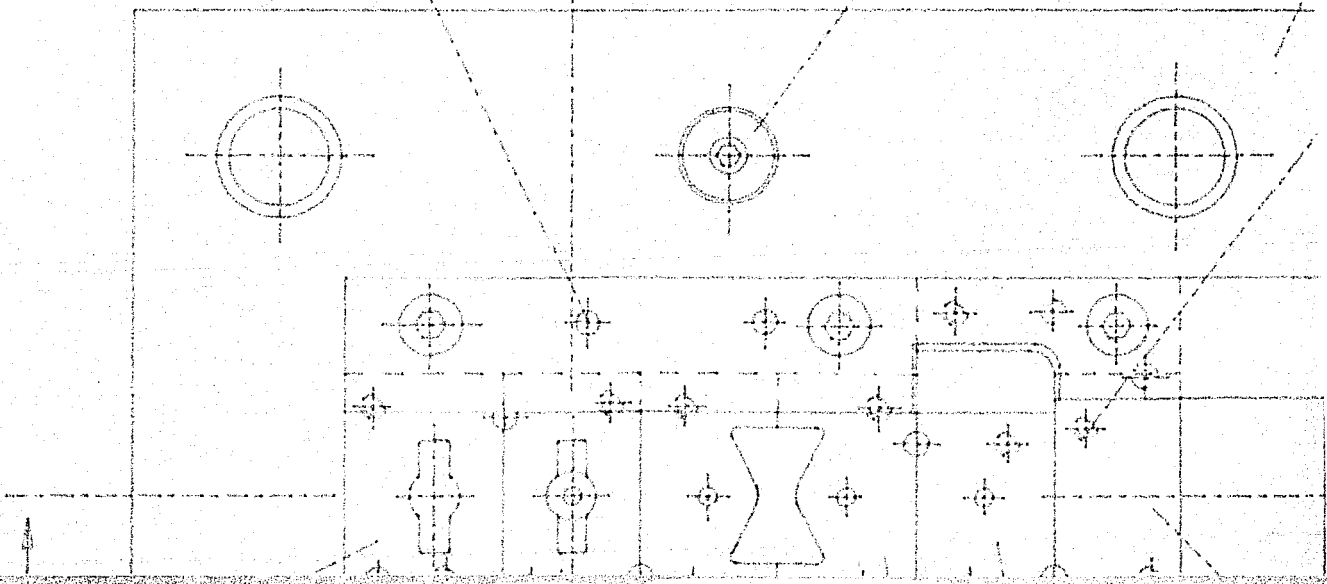
Tabla 14. Determinación de las superficies y diámetros de los discos para embutido.

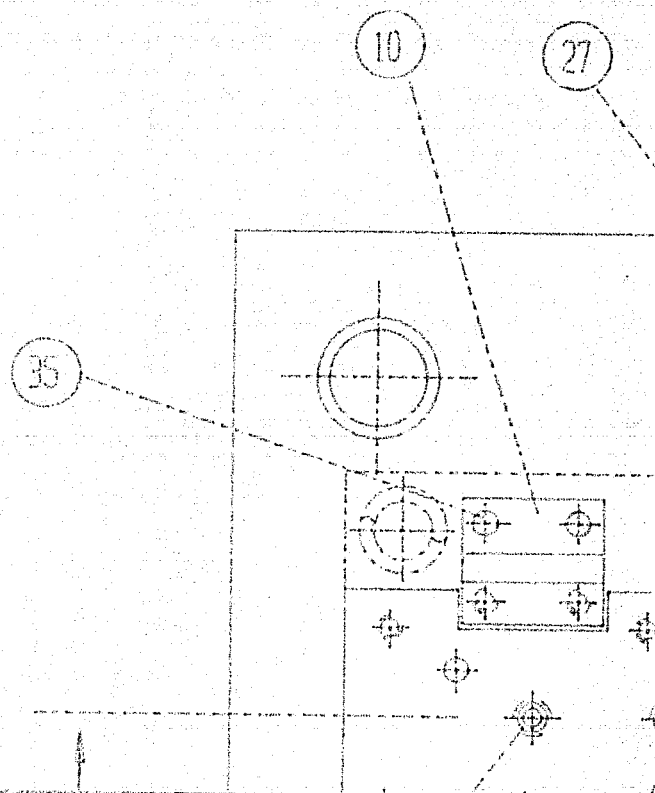
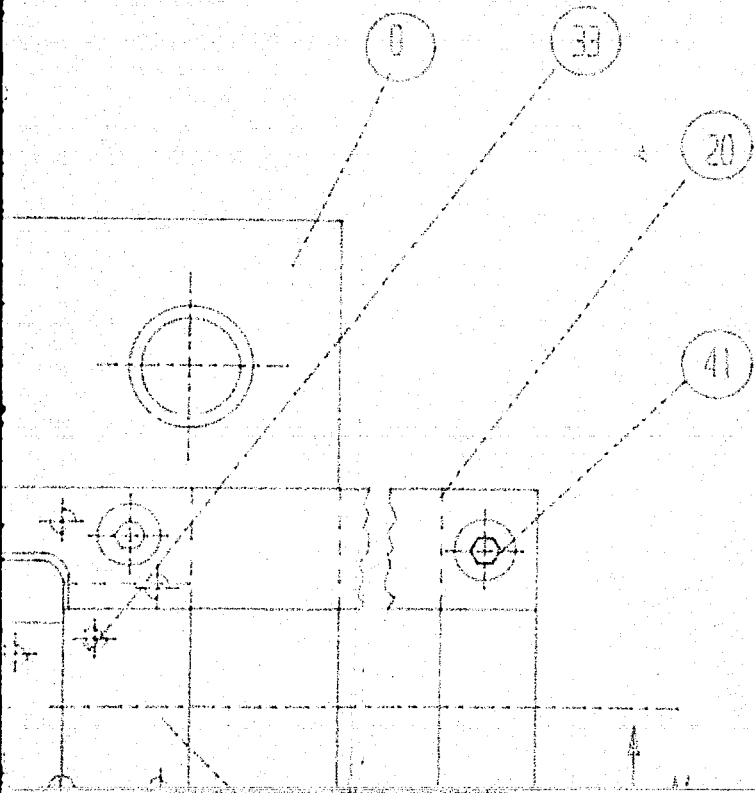
D. PLANOS DE FABRICACION.

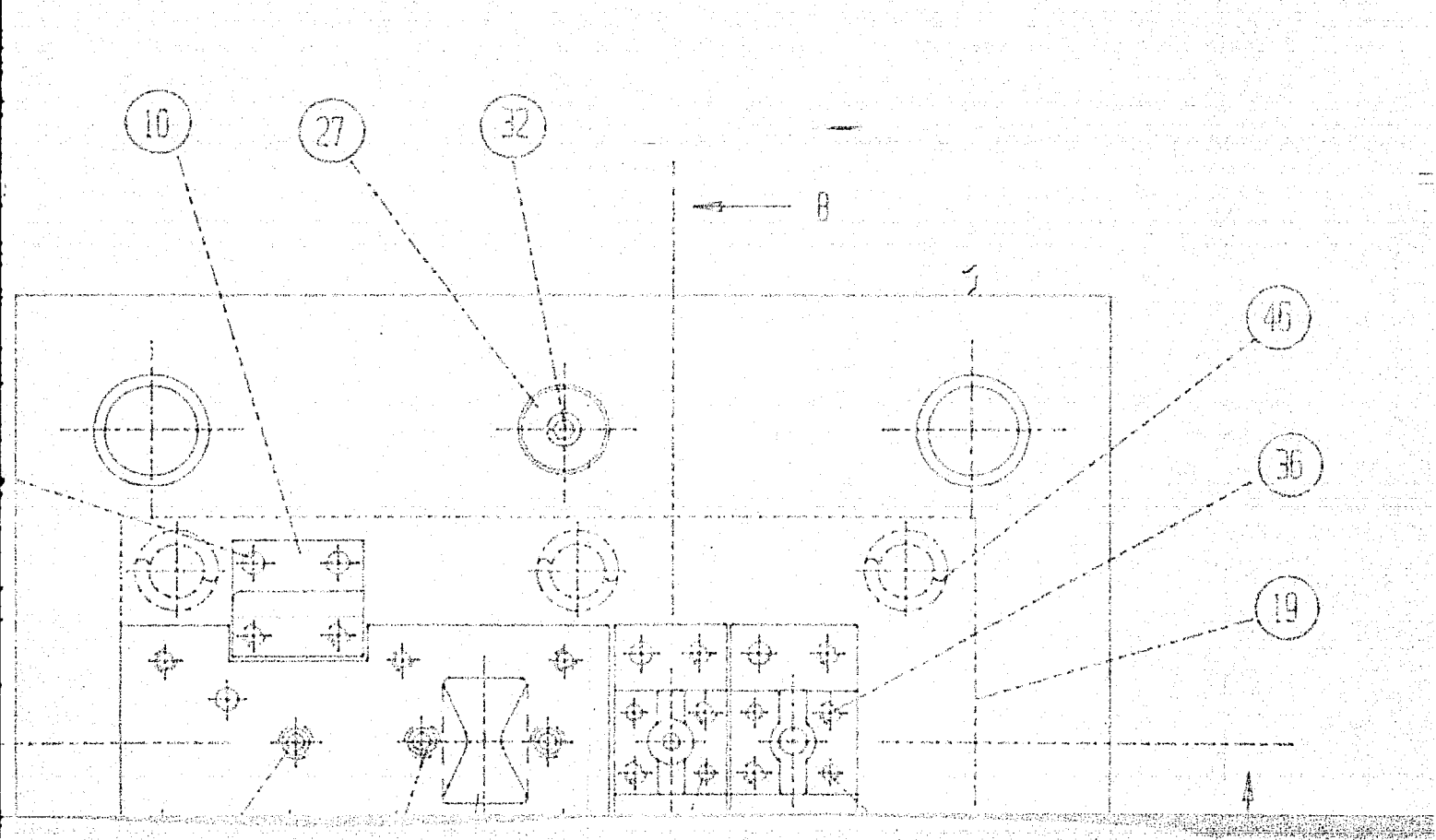
42

21

82







ESPECIFICACIONES :

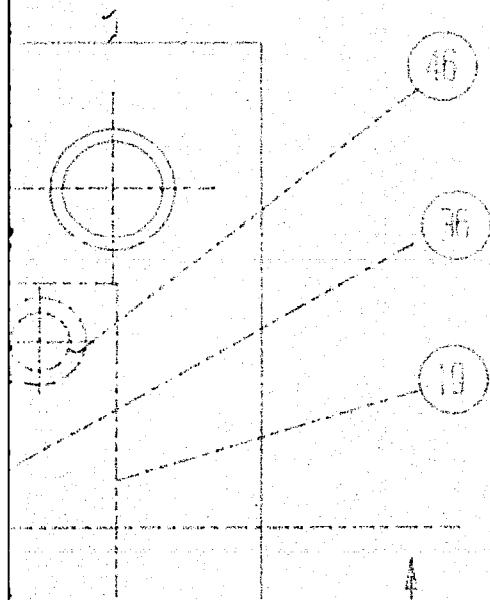
PESEO DE LA HERRAMIENTA : 22 Kgs. (aprox.)

TOLERANCIAS : $M \pm 0.001$ $\nabla \nabla \nabla$

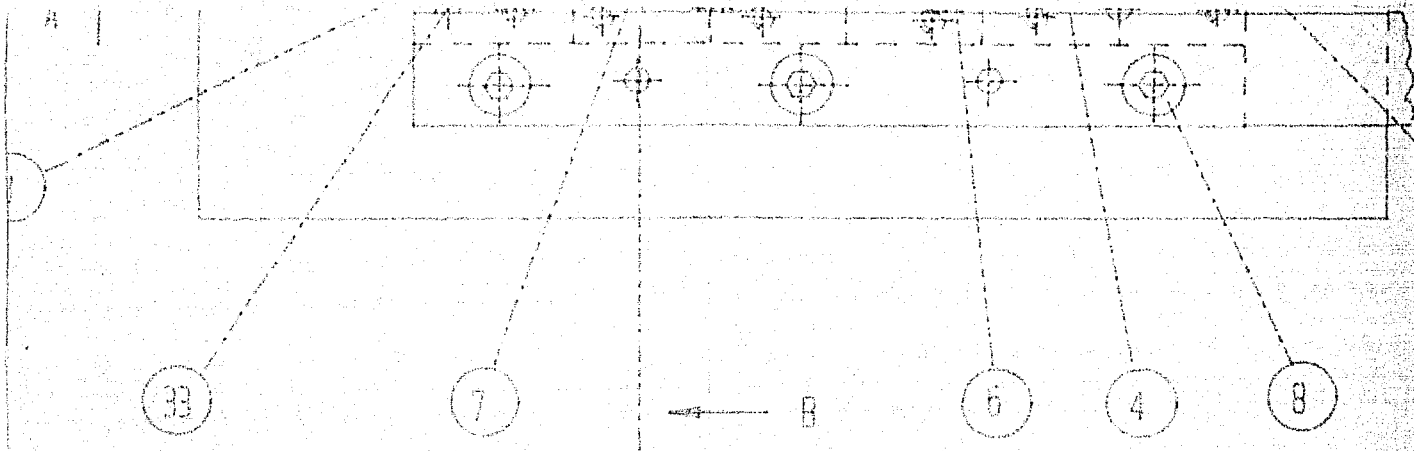
TOLERANCIAS ANGULARES : $M \pm 1/2$ GRADOS.

TRATAMIENTOS TERMICOS : ESPECIFICADOS.

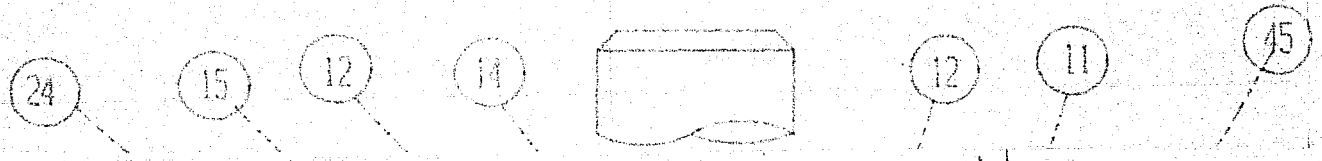
JOLGURAS DE AJUSTE : ESPECIFICADOS.

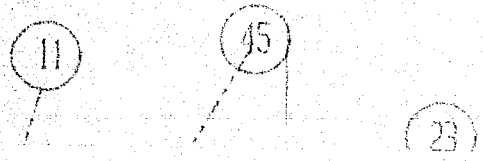
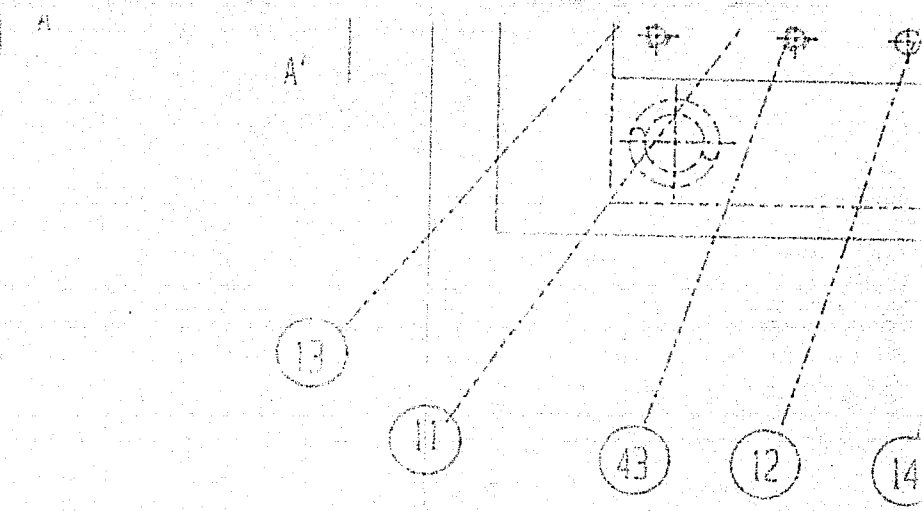
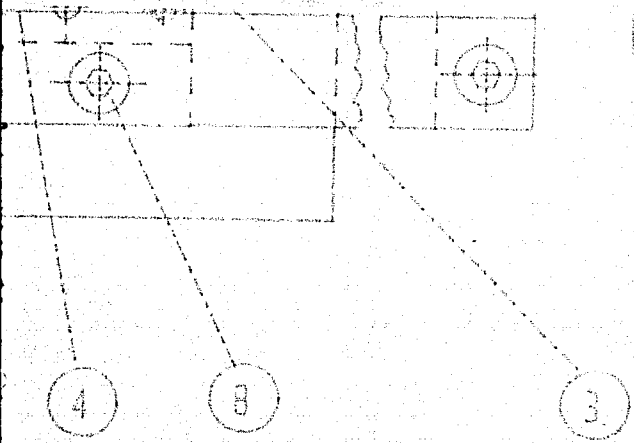


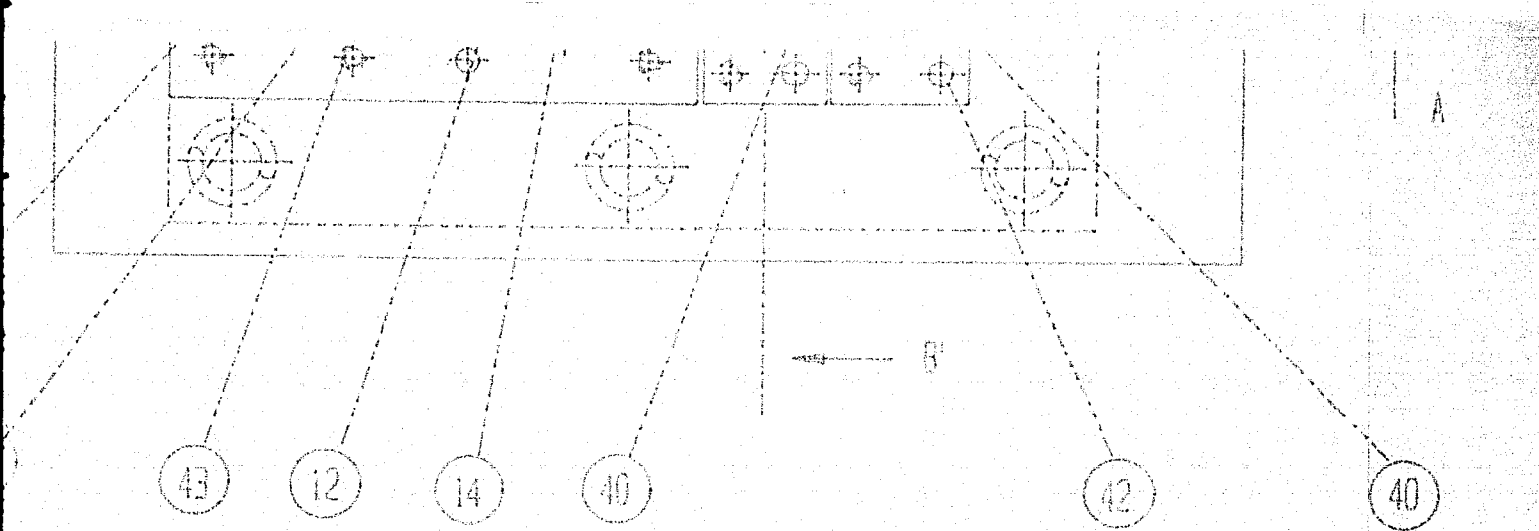
46	6	RESORTES	$1 \times 2 \frac{5}{16}$	SERV. PESA
45	6	TORNILLOS BOTA	$1/2 \times 2 \frac{1}{4}$	AC.
44	2	PERNOS	$1/8 \times 1/4$	AC.
43	2	TORNILLOS ALLEN	$5/16 \times 1 \frac{3}{4}$	GRADO 5
42	4	PERNOS	$1/4 \times 1 \frac{3}{4}$	AC.
41	8	TORNILLOS CABEZA PLANA	$5/16 \times 1/2$	GRADO 5
40	4	PERNOS	$1/4 \times 5/8$	AC.
39	2	PERNOS	$5/16 \times 1 \frac{5}{8}$	AC.
38	6	TORNILLOS ALLEN	$1/16 \times 1 \frac{1}{2}$	GRADO 5



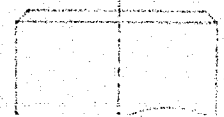
CORTE A - A'

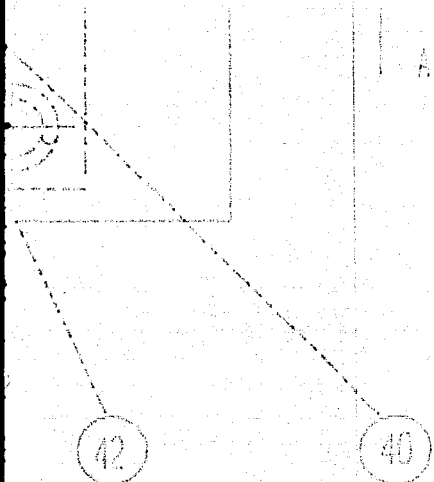




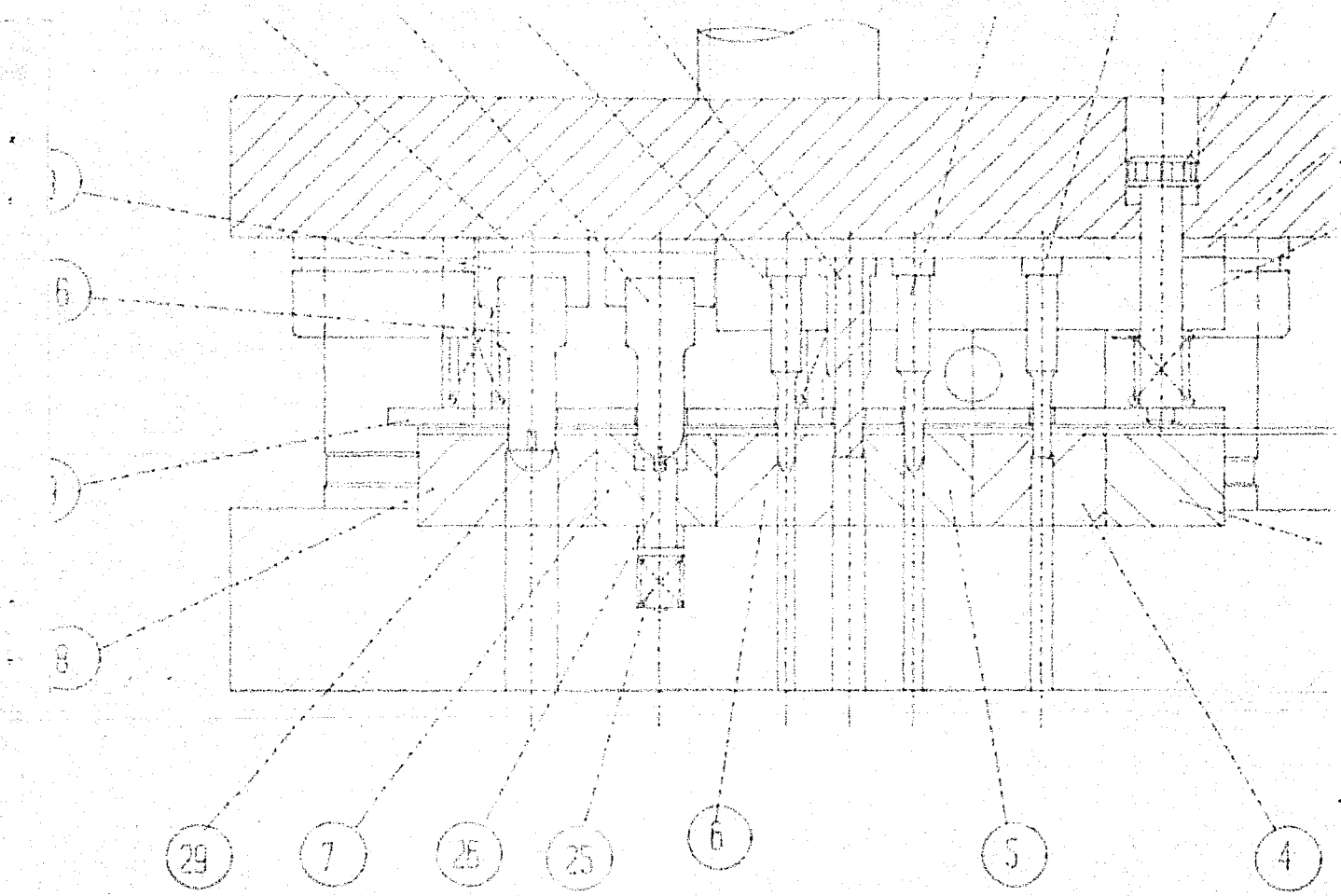


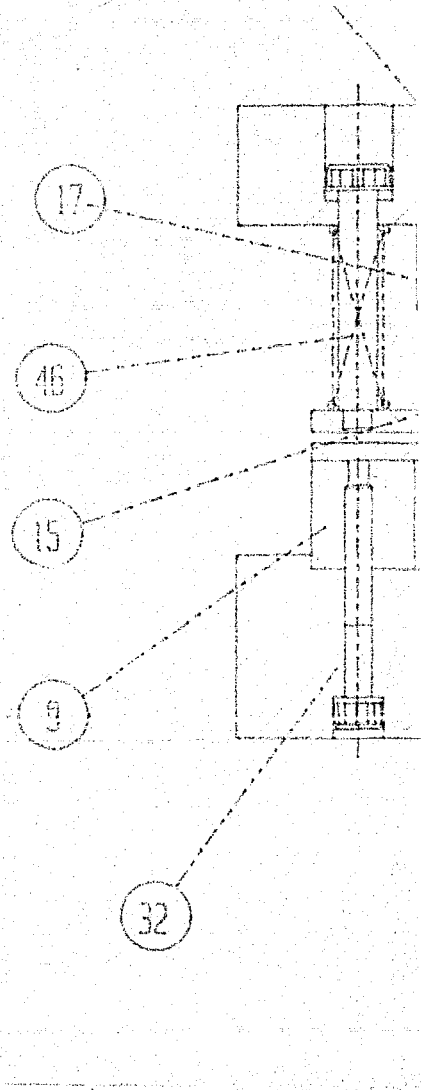
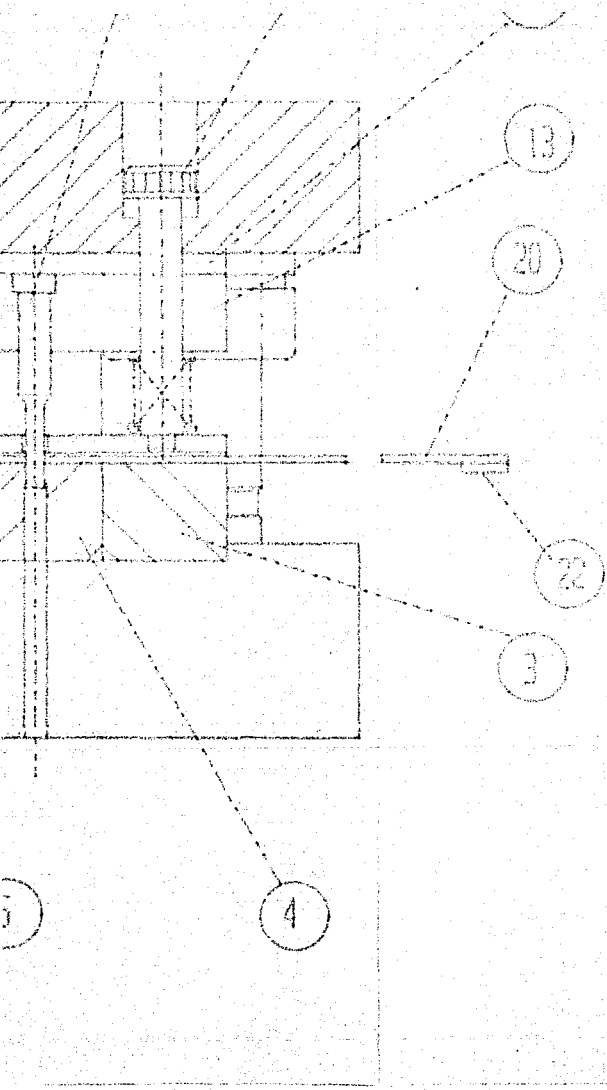
CORTE B - B'

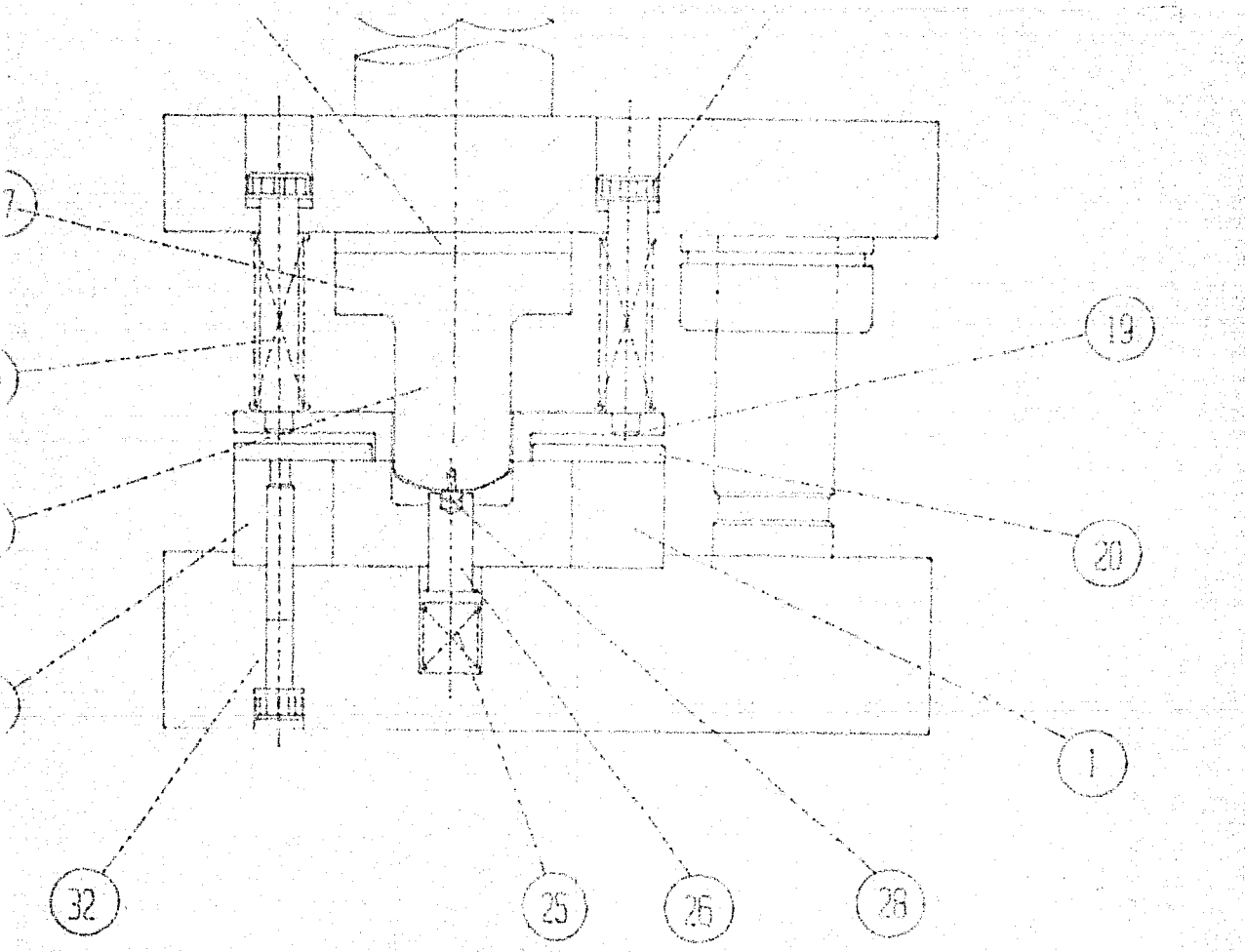




37	4	PERFORA	1/4 * 1 1/2	AL.
36	4	PERFORA LOS ALLEN	1/4 * 3/4	GRADO 5
35	2	PERFORA	1/4 * 2	AC.
34	6	PERFORA LOS ALLEN	1/4 * 1 3/8	GRADO 5
33	7	PERFORA	1/4 * 1 5/8	AC.
32	10	PERFORA LOS ALLEN	1/4 * 2	GRADO 5
31	2	PERFORA	1/8 * 1/4	AC.
30	1	EXCENTRICO - TORNILLO	5/16 * 1/2	AC. 4140
29	1	CONJUNTO P. COMPRESOR	5/16 * 3/8	AC. 4140
28	1	CONJUNTO P. COMPRESOR	5/16 * 3/8	AC. 4140
27	2	CONJUNTO P. COMPRESOR	5/16 * 3/8	AC. 4140
26	1	CONJUNTO P. COMPRESOR	5/8 * 1 1/8	AC. 4140
25	1	RESORTE PARA ROTADOR	5/8 * 1 1/8	A. ACERADO
24	2	PLACAS SUPERFIERAS	1 1/4 * 2 1/2 * 1/4	AC. 4140
23	1	PLACA SUPERFIERA	5 3/8 * 2 1/2 * 1/4	AC. 4140
22	1	BIENTE - REGLAS GUIA	1 3/16 * 7/16 * 1/4	AC. 1020
21	1	BIENTE - REGLAS GUIA	1 3/16 * 7/16 * 1/4	AC. 4140
20	1	REGLA GUIA	1 3/16 * 7/16 * 1/4	AC. 4140
19	1	PLANCHADOR	9 5/8 * 5 * 1/2	AC. 1020
18	1	PLACA BASE - P. CORTE	1 1/4 * 2 1/2 * 5/8	AC. 1020
17	1	PLACA BASE - P. CORTE	1 1/4 * 2 1/2 * 5/8	AC. 1020
16	1	PUNZON DE CORTE FINAL	1 3/4 * 1 3/4 * 2 3/8	VERESTA
15	1	PUNZON DE CORTE FINAL	1 3/4 * 1 3/4 * 2 3/8	VERESTA
14	1	PUNZON DE CORTE - PLANTILLA	1 * 1 1/2 * 2 3/8	VERESTA
13	1	PLACA PUNTA - PUNZON	5 3/8 * 2 1/2 * 7/8	AC. 1020
12	2	PLANTILLA	3/16 * 2 3/16	VERESTA
11	1	PUNZON DE CORTE	3/16 * 2 3/8	VERESTA
10	1	PUNZON DE PASO	1 3/8 * 1 * 2 11/16	VERESTA
9	1	RODILLO - PLANTILLA	3 1/2 * 1/4 * 1	AC. 1020







8
7
6
5
4
3
2
1
0
(00)
EV
NO
NO
NO
NO
RE
SE

19

20

1

8	1	MATRIZ DE CURTE FINAL	1 3/4" x 2 1/2" x 1	VERESTA	
7	1	MATRIZ DE CURTES	1 3/8" x 2 1/2" x 1	VERESTA	
6	1	MATRIZ PUNTAZ - HORIZONTAL	1 3/8" x 2 1/2" x 1	VERESTA	
5	1	MATRIZ PUNTAZ - VERTICAL	1 3/8" x 2 1/2" x 1	VERESTA	
4	1	MATRIZ PUNTAZ - HORIZONTAL	1 3/8" x 2 1/4" x 1	VERESTA	
3	1	MATRIZ PUNTAZ	1 1/4" x 2 1/2" x 1	VERESTA	
2	1	RESPALDO - HORIZONTAL DE PASO	2 3/8" x 1 1/8" x 1	VERESTA	
1	1	RESPALDO - MATRICES	5 3/4" x 1 1/8" x 1	AC. 1020	
0	1	DE-SET (12) H-11	CAJ. "PRODUCCION"	AC. 1040	
		DETAL	DESCRIPCION	DIMENSIONES	MATERIAL
DISEÑO DE HERRAMIENTAS					
ESCALA: 1 : 1 ALTURAS: REALES					
NOMBRE DE LA HERRAMIENTA: TRONCAL PROGRESIVO					
NOMBRE DE LA PARTE: A. TRONCAL - TRONCAL					
NUMERO DE PARTE: TP - 17			AREA: L. H. E.		
DISEÑO: CARLOS GEMESA			DIBUJO: RAUL CAMPOS GEMESA		
REVISO: DR. PIOTR H. RUSEK			REVISO: DR. PIOTR H. RUSEK		
FECHA: ENERO '92			FECHA: ENERO '92		
UNIVERSIDAD			PANAMERICANA		